



Universidad de San Carlos de Guatemala

Facultad de Ingeniería

Escuela de Estudios de Postgrado

Maestría en Artes en Ingeniería para el Desarrollo Municipal

**SITUACIÓN ACTUAL Y MANEJO DE LOS ACEITES DE COCINA EN LOS RESTAURANTES  
DEL MUNICIPIO DE PANAJACHEL, SOLOLÁ, GUATEMALA**

**Ing. Victor Policarpo Barreno Rosales**

Asesorado por el Mtro. Ing. Nicolás de Jesús Guzmán Sáenz

Guatemala, septiembre de 2021

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**SITUACIÓN ACTUAL Y MANEJO DE LOS ACEITES DE COCINA EN LOS RESTAURANTES  
DEL MUNICIPIO DE PANAJACHEL, SOLOLÁ, GUATEMALA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE  
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

**ING. VICTOR POLICARPO BARRENO ROSALES**

ASESORADO POR EL MTRO. ING. NICOLÁS DE JESÚS GUZMÁN SAENZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**MAESTRO EN INGENIERÍA PARA EL DESARROLLO MUNICIPAL**

GUATEMALA, SEPTIEMBRE DE 2021

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Kevin Vladimir Cruz Lorente
VOCAL V	Br. Fernando José Paz González
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
DIRECTOR	Ing. Edgar Darío Álvarez Cotí
EXAMINADOR	Ing. Juan Carlos Fuentes Montepeque
EXAMINADOR	Ing. Nery Augusto Paz Barrientos
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

## **HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

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

### **SITUACIÓN ACTUAL Y MANEJO DE LOS ACEITES DE COCINA EN LOS RESTAURANTES DEL MUNICIPIO DE PANAJACHEL, SOLOLÁ, GUATEMALA**

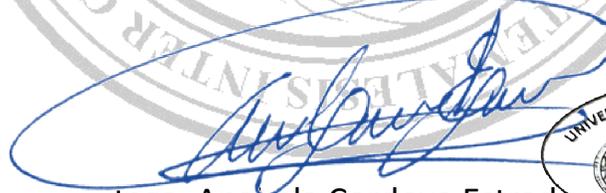
Tema que fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Estudios de Postgrado con fecha 17 de agosto de 2020.

**Ing. Victor Policarpo Barreno Rosales**

DTG. 417.2021.

La Decana de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Estudios de Postgrado, al Trabajo de Graduación titulado: **SITUACIÓN ACTUAL Y MANEJO DE LOS ACEITES DE COCINA EN LOS RESTAURANTES DEL MUNICIPIO DE PANAJACHEL, SOLOLÁ, GUATEMALA**, presentado por el Ingeniero: **Victor Policarpo Barreno Rosales**, estudiante de la **Maestría en Artes en Ingeniería para el Desarrollo Municipal** y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



Inga. Anabela Cordova Estrada  
Decana



Guatemala, septiembre de 2021.

AACE/asga



**Guatemala, septiembre de 2021**

LNG.EEP.OI.008.2021

En mi calidad de Director de la Escuela de Estudios de Postgrado de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del asesor, verificar la aprobación del Coordinador de Maestría y la aprobación del Área de Lingüística al Trabajo de Graduación titulado:

**“SITUACIÓN ACTUAL Y MANEJO DE LOS ACEITES DE COCINA EN LOS RESTAURANTES DEL MUNICIPIO DE PANAJACHEL, SOLOLÁ, GUATEMALA”**

presentado por **Victor Policarpo Barreno Rosales** quien se identifica con carné **200230065** correspondiente al programa de **Maestría en artes en Ingeniería para el desarrollo municipal**; apruebo y autorizo el mismo.

Atentamente,

*“Id y Enseñad a Todos”*

**Mtro. Ing. Edgar Darío Álvarez Cotí**  
Director

**Escuela de Estudios de Postgrado  
Facultad de Ingeniería**





Guatemala, 28 de noviembre de 2020.

**M.Sc. Edgar Darío Álvarez Cotí**  
Director  
Escuela de Estudios de Postgrado  
Presente

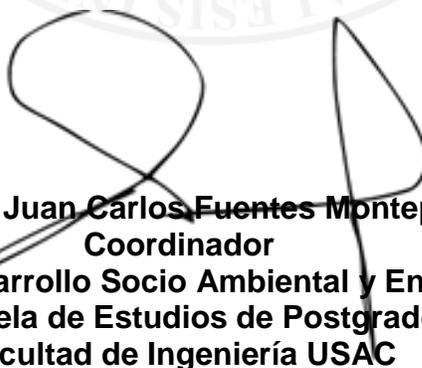
**M.Sc. Ingeniero Álvarez Cotí:**

Por este medio informo que he revisado y aprobado el **INFORME FINAL** del trabajo de graduación titulado: “**Situación Actual y Manejo de los Aceites de Cocina en los Restaurantes del Municipio de Panajachel, Sololà, Guatemala**” del estudiante **Victor Policarpo Barreno Rosales**, quien se identifica con número de carné **200230065** del programa de **Maestría en Ingeniería para el Desarrollo Municipal**.

Con base en la evaluación realizada hago constar que he evaluado la calidad, validez, pertinencia y coherencia de los resultados obtenidos en el trabajo presentado y según lo establecido en el **Normativo de Tesis y Trabajos de Graduación aprobado por Junta Directiva de la Facultad de Ingeniería Punto Sexto inciso 6.10 del Acta 04-2014 de sesión celebrada el 04 de febrero de 2014**. Por lo cual el trabajo evaluado cuenta con mi aprobación.

Agradeciendo su atención y deseándole éxitos en sus actividades profesionales me suscribo.

Atentamente,

  
**M.Sc. Ing. Juan Carlos Fuentes Montepeque**  
Coordinador  
Área de Desarrollo Socio Ambiental y Energético  
Escuela de Estudios de Postgrado  
Facultad de Ingeniería USAC





Guatemala, 27 de noviembre de 2020.

Ingeniero M.Sc.

**Edgar Álvarez Cotí**

Director

Escuela de Estudios de Postgrado

Facultad de Ingeniería USAC

Ciudad Universitaria, Zona 12

Distinguido Ingeniero Álvarez:

Atentamente me dirijo a usted para hacer de su conocimiento que como asesor de trabajo de graduación del estudiante Víctor Policarpo Barreno Rosales, Carné número 200230065, cuyo título es **“SITUACIÓN ACTUAL Y MANEJO DE LOS ACEITES DE COCINA EN LOS RESTAURANTES DEL MUNICIPIO DE PANAJACHEL, SOLOLÁ, GUATEMALA”**, para optar al grado académico de Maestro en Ingeniería para el Desarrollo Municipal, he procedido a la revisión del mismo.

En tal sentido, en calidad de asesor doy mi anuencia y aprobación para que el estudiante Víctor Policarpo Barreno Rosales, continúe con los trámites correspondientes. Sin otro particular, me es grato suscribirme de usted.

Atentamente,



**Ing. Nicolás de Jesús Guzmán Sáenz**

M.Sc. Ingeniería Sanitaria

Asesor

**MSc. Nicolás Guzmán**  
Ingeniería civil y Sanitaria, Col. 4540



## **AGRADECIMIENTOS A:**

**Universidad de San  
Carlos de Guatemala**

Por la oportunidad de adquirir nuevos conocimientos.

**Escuela de Estudios de  
Postgrado de la  
Facultad de Ingeniería**

Por el apoyo y la transmisión de saberes por medio de los catedráticos, conocimientos que son de gran apoyo para mi desarrollo profesional y para apoyar al desarrollo del país.

**Mi familia**

Mi esposa Lilean Beathriz Ramirez Barillas, mis hijos Victor Eduardo y Xavier Alessandro Barreno Ramirez, por toda la paciencia que me han tenido, el amor que me brindan dia con dia, el ánimo y la alegría de convivir. Es para mí un orgullo y una satisfacción poder contar con ustedes de forma incondicional, no solo en esta etapa, si no en toda mi vida.

**Mis padres**

Eduardo Tomas Barreno Muj y Rosa Rosales Cosme, por haberme dado la oportunidad de venir a este mundo, por sus palabras de ánimo, su paciencia y dedicación en mi etapa de crecimiento.

**Compañeros de  
maestría**

Por compartir su amistad y su conocimiento en todo el proceso de la maestría.

## **ACTO QUE DEDICO A:**

<b>Dios</b>	Por permitirme despertar cada día al lado de mis seres queridos, así como la sabiduría y el valor de tomar muchas desiciones en mi vida.
<b>Mis padres</b>	Eduardo Tomas Barreno Muj y Rosa Rosales Cosme, quienes siempre me han con acompañado en cada paso que he dado a lo largo de mi vida.
<b>Mi esposa</b>	Mi guapa Lilean Beathriz Ramirez Barillas, por que has decido acompañarme y estar a mi lado en todo momento.
<b>Mis hijos</b>	Victor Eduardo y Xavier Alessandro, ya que son y serán siempre parte importante de mi vida, me han inspirado, apoyado, pero sobre todo por el amor que me tienen.
<b>Mi familia</b>	Mis hermanos, gracias por todo su apoyo que me han brindado.
<b>Mis suegros y cuñados</b>	Por ser parte importante en mi vida, el apoyo y el cariño que me han brindado.
<b>Mis amigos</b>	Por brindarme su amistad y apoyo.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES .....	V
LISTA DE SÍMBOLOS .....	VII
GLOSARIO .....	IX
RESUMEN.....	XIII
JUSTIFICACIÓN.....	XV
OBJETIVOS.....	XVII
INTRODUCCIÓN .....	XIX
1. INFORMACIÓN GENERAL.....	1
1.1 Aspectos generales .....	1
1.1.1 Área de estudio.....	1
1.1.2 Antecedentes.....	1
1.1.2.1 A nivel internacional.....	1
1.1.2.2 A nivel nacional.....	2
1.1.2.3 A nivel local.....	3
1.2 Definición del problema.....	4
1.2.1 Planteamiento del problema.....	4
1.2.2 Delimitación del problema.....	6
1.2.3 Pregunta principal de investigación.....	7
1.2.3.1 Preguntas secundarias .....	8
1.3 Ubicación del área de investigación.....	8
1.4 Localización .....	8
2. MARCO TEÓRICO.....	11
2.1 Residuos.....	11

2.2	Residuos especiales.....	11
2.3	Generalidades de los aceites comestibles.....	12
2.3.1	Tipo de aceites.....	13
2.3.2	Propiedades físicas del aceite de cocina.....	14
2.3.3	Usos del aceite comestible reciclado.....	15
2.4	Contaminación del agua por aceites comestibles.....	16
2.4.1	Afecciones al ambiente.....	16
2.5	Reciclado del aceite usado de cocina.....	17
2.6	Cambios y alteraciones en el aceite usado de cocina .....	17
2.6.1	Hidrólisis.....	18
2.6.2	Oxidación.....	18
2.6.3	Polimerización.....	19
2.7	Recolección del Aceite de Cocina Usado (ACU) .....	20
3.	MARCO METODOLÓGICO .....	23
3.1	Universo .....	23
3.2	VARIABLES.....	23
3.3	Muestreo.....	28
3.4	Tipo y diseño de investigación.....	30
3.5	Enfoque de la investigación.....	31
3.6	Unidad de análisis .....	31
3.6.1	Unidad de análisis de muestreo.....	32
3.7	Formulación de hipótesis.....	32
3.8	Selección de los sujetos de estudio.....	32
3.8.1	Criterios de inclusión.....	33
3.8.2	Criterios de exclusión.....	33
3.9	Técnicas, procesos e instrumentos de recolección de datos.....	33
3.10	Técnicas de procesamiento de datos .....	35
3.11	Herramientas para el análisis de datos.....	37

3.12	Límites de la investigación .....	37
3.12.1	Obstáculos.....	38
4.	ESTUDIO TÉCNICO .....	39
4.1	Descripción del área de estudio.....	39
4.2	Organización del talento humano del área de estudio .....	40
4.3	Áreas de atención del área de estudio.....	42
4.4	Recursos físicos y tecnológicos del área de estudio.....	43
4.4.1	Recursos físicos del área de estudio.....	43
4.4.2	Recursos tecnológicos del área de estudio.....	43
4.5	Estudio de mercado del área de estudio.....	44
4.5.1	Capacidad.....	45
4.5.2	Demanda.....	45
4.5.3	Infraestructura.....	46
5.	MARCO LEGAL .....	47
5.1	Reglamentos de descargas de aguas residuales .....	47
5.1.1	A nivel nacional.....	47
5.1.2	Acuerdo gubernativo 236-2006.....	48
5.1.3	Acuerdo gubernativo 12-2011.....	49
5.2	Características de los aceites en las aguas residuales.....	50
6.	PROPUESTA DE SOLUCIÓN.....	53
6.1	Implementación de ruta de recolección de ACU .....	53
7.	ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.....	57
8.	COSTOS APROXIMADOS Y ANÁLISIS FINANCIERO .....	63
8.1	Costo del estudio .....	63

8.2	Presupuesto financiero de ruta de recolección de ACU .....	64
8.2.1	Presupuesto económico de propuesta de solución...	64
8.2.2	Presupuesto mensual de propuesta de solución.....	65
8.3	Análisis financiero de propuesta de solución.....	67
8.4	Costo beneficio de la propuesta de solución .....	71
8.5	Propuesta económica de ruta de recolección ACU .....	73
9.	EVALUACIÓN DE FACTIBILIDAD DE LA PROPUESTA .....	75
9.1	Factibilidad de mercado de la propuesta .....	75
9.2	Factibilidad ambiental de la propuesta .....	76
9.3	Factibilidad económica de la propuesta.....	76
9.4	Factibilidad social de la propuesta.....	76
9.5	Factibilidad legal .....	77
	CONCLUSIONES.....	79
	RECOMENDACIONES .....	81
	REFERENCIAS .....	83
	APÉNDICES.....	89
	ANEXOS.....	119

# ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

## FIGURAS

1.	Vista aérea del municipio de Panajachel.....	7
2.	Localización del municipio de Panajachel .....	9
3.	Reciclado de aceite de forma adecuada .....	21
4.	Categoría de restaurantes por servicio .....	40
5.	Organigrama de los restaurantes .....	41
6.	Organigrama de comedores y de restaurantes de comida rápida .....	42
7.	Trampa de grasas de planta de tratamiento de aguas residuales.....	52
8.	Pagarían por la recolección de ACU .....	61

## TABLAS

I.	Operacionalización de la macrovariable de investigación: restaurantes que funcionan en Panajachel.....	24
II.	Operacionalización de la macrovariable de investigación: cantidad de aceite ya usado.....	25
III.	Valores de k y niveles de confianza .....	29
IV.	Factor de corrección de volumen del galón.....	37
V.	Aceite usado de cocina antes y durante la COVID-19 .....	58
VI.	Costos del estudio.....	63
VII.	Equipo y costos de ruta de recolección de ACU .....	64
VIII.	Costo mensual de ruta de recolección de ACU.....	66
IX.	Tabulación de información .....	68
X.	Desecho mensual y promedio de acu por participante.....	68

XI. Relación de inversión versus participantes (q./participantes) ..... 69

XII. Desecho de ACU (año) versus inversión de implementación ..... 70

XIII. Desecho de ACU versus costo mensual..... 70

## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
€	Euros
Gal	Galón
km	Kilómetros
L	Litros
m	Metro
m <sup>2</sup>	Metros cuadrados
Q.	Quetzales



## GLOSARIO

<b>Aceite</b>	Sustancia grasa de origen mineral, vegetal o animal, líquida, insoluble en agua, combustible y generalmente menos densa que el agua, que está constituida por ésteres de ácidos grasos o por hidrocarburos derivados del petróleo.
<b>Aceites de cocina usados (ACU)</b>	Es todo aquel aceite proveniente, en forma continua o discontinua de establecimientos de todo tipo que generan o elaboran productos comestibles y que, en su utilización, han sufrido un proceso térmico que ha cambiado las características propias del producto original.
<b>Ambiente</b>	Es todo lo que nos rodea, compuesto por todos los seres vivos que interactúan de forma natural.
<b>AMSCLAE</b>	Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca del Lago de Atitlán.
<b>Biodiesel</b>	Es un biocombustible líquido, producido a partir de los aceites vegetales y las grasas animales, el girasol y la soja.
<b>COCODE</b>	Consejo Comunitario de Desarrollo Urbano y Rural.

<b>CODEDE</b>	Consejos Departamentales de Desarrollo Urbano y Rural.
<b>COMUDE</b>	Consejos Municipales de Desarrollo Urbano y Rural.
<b>CONADUR</b>	Consejo Nacional de Desarrollo Urbano y Rural.
<b>CONAP</b>	Consejo Nacional de Áreas Protegidas.
<b>DAFIM</b>	Dirección Financiera Municipal.
<b>DEFRE</b>	Departamento de Medio Ambiente, Alimentación y Asuntos Rurales del Reino Unido.
<b>DIGAM</b>	Dirección de Gestión Ambiental.
<b>Desechos</b>	Son los objetos o materiales que dejan de ser útiles, por lo cual se eliminan o depositan en la basura y ya no cuentan con ningún valor.
<b>Disposición</b>	EL acto de colocar o poner determinados objetos en un punto o área específica, para tener un mejor control sobre este.
<b>INE</b>	Instituto Nacional de Estadística.
<b>INGUAT</b>	Instituto Guatemalteco de Turismo.

<b>Manejo</b>	Actividad que involucra el contacto con residuos y desechos sólidos durante diversas etapas hasta llegar a su tratamiento final.
<b>MARN</b>	Ministerio de ambiente y Recursos Naturales.
<b>MSPAS</b>	Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social.
<b>OG</b>	Organización gubernamental.
<b>ONG</b>	Organización no gubernamental.
<b>PTAR</b>	Planta de tratamiento de aguas residuales.
<b>Reciclaje</b>	Es la acción o proceso de poder introducir a la cadena de producción un material que ya no es útil o que dejó de utilizarse. El reciclaje es un componente clave en la reducción de desechos contemporáneos y es el tercer componente de las 3R.
<b>Residuo</b>	Es todo el material que deja de ser útil y pierde su valor tras cumplir con su misión, pero que puede llegar a ser de utilidad en otros procesos.
<b>Reúso</b>	Es la acción de reutilizar un objeto, ya sea para lo que fue creado o para llevar a cabo otra función. Este proceso hace que cuantos más objetos

volvamos a reutilizar menos basura produzca y gaste.

**SEGEPLAN**

Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia.

**USAC**

Universidad de San Carlos de Guatemala.

**Vegetal**

Ser orgánico, que crece y tiene vida, aunque solamente se establece en un solo lugar. Obtiene alimentos por medio de la fotosíntesis.

## RESUMEN

La investigación se llevó a cabo en el municipio de Panajachel y participaron 62 encargados de igual cantidad de restaurantes, de los cuales un 61.29 % indicó, que, si le dan algún tipo de manejo a los aceites de cocina usados y que, si llegaban a recolectar este en la mayoría de las veces, pero no de forma constante. Los participantes indicaron que no existe una entidad responsable dentro del municipio y consideraron que la municipalidad de Panajachel debe de ser el ente líder en la recolección y manejo adecuado de los aceites. El municipio de Panajachel refleja que, para el mes de agosto del 2020, los restaurantes desecharon 143 galones al mes (541.25 L/mes), lo que equivale a 6,495 L/año, para los 62 restaurantes que participaron en la investigación.

Según González y González (s.f.) para quienes se “estima un costo de 0.46 euros/litro de aceite depurado” (p. 1), por lo cual se debe de invertir Q27,486.84 anual (tasa de cambio Q9.20 por 1 euro), para el tratamiento de las aguas contaminadas por aceite, que se desechan anualmente. Si no se tratara un 10 % del aceite (649.5 L/aceite/año), se pueden contaminar hasta 649,500 litros de agua, del lago de Atitlán.

Al existir una degradación del ambiente, tendrá efectos en la disminución de visitantes al área, si se estima un descenso del 10 % que se considera como mínimo pero significativo para el análisis a realizar en la presente investigación, (23,345 visitantes), el cual gastan un promedio por visita de Q200.00, se calcula una pérdida económica de más de 4.6 millones de quetzales. Con una inversión inicial para la implementación de la ruta de Q45,603.81, una sostenibilidad anual de Q78,806.40 (Q6,567.20 mensual) y un costo de tratamiento de las grasas y

aceites de Q27,486.84 se calculó un total de Q151,896.65, de inversión para el primer año.

## JUSTIFICACIÓN

En Panajachel, por ser el acceso al lago de Atitlán, es importante brindar un manejo adecuado de desechos: recolección, traslado y tratamiento de los residuos sólidos, de forma integral, con la finalidad de evitar la contaminación del ambiente y del lago. Es importante poner atención a la recolección, de todos los tipos de desechos, de acuerdo con sus características, y no solo clasificarlos en desechos orgánicos, reciclables e inorgánicos.

Entre los desechos inorgánicos, los habitantes depositan todo tipo de desechos sólidos. Muchas veces se depositan desechos que contienen un alto grado de contaminantes para el ambiente y la salud humana, como: baterías, aceites, lubricantes, papel de baño, toallas sanitarias, pañales desechables, entre otros.

Parte del problema del manejo y recolección de los residuos sólidos, es que no se cuenta con rutas para los desechos especiales, principalmente, los aceites de cocina. A pesar de que el municipio es prestador de servicios de alimentación y hospedaje para los miles de turistas que lo visitan. Lo que hace necesario, empezar a generar y analizar información sobre los aceites de cocina usados, el manejo y la disposición final que se le da.

La generación de información sobre el manejo que se le da actualmente a los aceites vegetales por parte de los encargados de los restaurantes ayudará a generar estrategias que se enfoquen en evitar la contaminación del recurso agua.

Asimismo, se evitará la contaminación de otros materiales reciclables que son valorizables, como: cartón, papel y plástico, que, al ser manchados o mojados por el aceite, tienden a perder su valor en el mercado, y pasan a ser considerados desechos inorgánicos. Esto genera a la municipalidad, una disminución en sus ingresos, pues ya no es viable la venta de los materiales reciclados. El aceite de cocina puede llegar a ser comercializado con industrias que lo reutilizan para generar o crear nuevos productos, como jabones y biodiesel.

El manejo adecuado del aceite de cocina es primordial: al ser utilizado para cocinar o preparar alimentos y por la cantidad de componente que los alimentos desprenden al momento de ser introducidos en el aceite caliente, provocan su deterioro y generan olores nauseabundos y contaminación en las áreas donde son dispuestos. Además, se contaminan los suelos y se transforman en una atracción de vectores y roedores: moscas, cucarachas y, en algunos casos extremos, ratas.

De igual forma, permitirá al ente recolector (en este caso la Municipalidad), llevar a cabo un monitoreo registrado en una bitácora de datos, del número de restaurantes que se localizan en el municipio, la cantidad de aceite que desechan y el total de aceite recolectado por día, mes y año.

El manejo de los aceites de forma responsable con la integración tanto de los entes generadores, gobierno local e instituciones gubernamentales, en pro del ambiente, permitirá disminuir la degradación que sufre el lago de Atitlán, ya que es la fuente de generación de empleo en toda la cuenca.

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo general**

Determinar la situación actual y manejo de los aceites de cocina en los restaurantes del municipio de Panajachel, Sololá, Guatemala.

### **Objetivos específicos**

- Identificar a los restaurantes que funcionan y que dentro de sus labores diarias utilicen aceites para preparar alimentos en el municipio de Panajachel, Sololá, Guatemala.
- Estimar la cantidad de los aceites ya usados, que son desechados en los restaurantes del municipio de Panajachel, Sololá, Guatemala.
- Determinar cuál es el manejo que le dan a los aceites de cocina en los restaurantes en el municipio de Panajachel, Sololá, Guatemala.
- Diseñar la propuesta de acción que permita mitigar el impacto de los aceites de cocina de los restaurantes del municipio de Panajachel, Sololá, Guatemala.



## INTRODUCCIÓN

El manejo y tratamiento adecuado de los aceites de cocina en los restaurantes del municipio de Panajachel permite disminuir la contaminación del ambiente, principalmente, del lago de Atitlán. En Panajachel, se estima que funcionan un aproximado de 96 restaurantes que utilizan aceite vegetal, para la preparación de alimentos.

En la investigación que se presenta, se contó con la participación de 62 encargados de restaurantes, de igual cantidad de este tipo de comercios, los cuales apoyaron al brindar información importante que permitió conocer la situación actual, en relación con los aceites de cocina y su manejo, en los restaurantes.

A nivel internacional, el país que más información ha generado y publicado sobre los aceites vegetales usados es España. Maciá (2019) indica que “según datos del Ministerio para la Transición Ecológica, anualmente en España se consumen unas 850,000 toneladas de aceite y se estima que pueden llegar a generarse unos 150 millones de litros anuales de aceite vegetal usado” (párr. 2).

La investigación permitió empezar a generar una línea base de la situación actual, de acuerdo con la cantidad y el manejo que se le da a los aceites en los comercios. En la actualidad, no se cuenta con esta información, que podría ser utilizada como línea base, para futuros estudios, enfocados en los aceites y las alternativas para la reutilización.

Dentro de las dificultades que se tuvo al realizar la investigación, se puede mencionar la disminución de turistas en el municipio, lo cual incidió en que el servicio que los restaurantes prestaban no era de forma continua, por lo que la demanda de aceite para la preparación de alimentos no fue la misma, con relación al año anterior, debido a que, desde marzo de 2020, el territorio nacional ha sido afectado por la COVID-19, varios comercios cerraron.

El estudio consta de 9 capítulos, en los cuales se describen características relevantes para comprender la importancia de la situación actual y el manejo integral que se le debe dar a aceites usados. En el capítulo 1 se describen aspectos del municipio, antecedentes, definición del problema, las preguntas de investigación, la ubicación y localización del área donde se realizó la investigación.

En el capítulo 2 se da a conocer las generalidades teóricas del aceite vegetal de cocina. En el capítulo 3 se informa sobre los dos reglamentos de descargas de aguas residuales que rigen en el territorio, los acuerdos gubernativos 236-2006 y 12-2011. El capítulo 4 se describe todos los procesos y actividades que se realizaron para la generación y análisis de la información, el planteamiento de las hipótesis de investigación, las técnicas de cómo se recolectó la información, el análisis realizado y los límites que se obtuvieron.

En el capítulo 5 se explica dónde se realizó la investigación, la estructura organizacional, las áreas de atención con que cuentan los restaurantes, los recursos físicos y tecnológicos, así como el posible crecimiento en el mercado y, por ende, el aumento de desechos de los aceites. El capítulo 6 se da a conocer de acuerdo con la información recolectada: una alternativa de solución que apoye el fortalecimiento del manejo y el tratamiento adecuado de los aceites de cocina que se desechan en los restaurantes del municipio de Panajachel.

En el capítulo 7 se analizan los resultados obtenidos por medio del documento de recolección de información (DRI), el cual fue respondido por los 62 encargados de los restaurantes. En el capítulo 8 se detalla el costo de la investigación, de la implementación de la propuesta descrita en el capítulo 6 y su sostenibilidad; además, se realiza un análisis financiero.

Finalmente, en el capítulo 9 se describe la factibilidad económica, de mercado, ambiental, social y legal de la propuesta planteada. Se presentan las conclusiones y las recomendaciones. En los apéndices, se muestra el documento de recolección de información que fue utilizado en la investigación y los resultados generados. En anexos, se incluye imágenes de la información obtenida de la asociación Amigos del Lago.



# **1. INFORMACIÓN GENERAL**

En el siguiente capítulo se da a conocer el área en la cual se realizó la investigación, los antecedentes y la problemática que provoca al ambiente, los aceites de cocina usados (ACU).

## **1.1 Aspectos generales**

A continuación, se describe el área en donde se realizó el estudio, los antecedentes que se cuentan sobre los ACU.

### **1.1.1 Área de estudio**

En el estudio sobre la situación actual de los aceites cocina participaron encargados de restaurantes, comedores y otros establecimientos, que, dentro de sus actividades de servicio de preparación de alimentos, utilizan aceite vegetal.

### **1.1.2 Antecedentes**

A continuación, se presenta una breve descripción de antecedentes a nivel internacional, nacional y local de las diferentes actividades o acciones que se han realizado en relación con los aceites de cocina usados.

#### **1.1.2.1 A nivel internacional**

Según Páez (2019), en Colombia, “Biogras lidera la campaña de reciclaje de aceite doméstico en Bogotá, Colombia, facilitando 19 contenedores para que

las personas puedan reciclar sus aceites domésticos y tener un lugar cercano para disponerlos de una forma amigable con el ambiente” (párr. 10).

En cuanto a la gestión ambiental, Páez (2019) indica que las empresas, participan de forma continua “y activamente en los programas liderados por la Secretaría Distrital de Ambiente, en los cuales se busca que las empresas del distrito mejoren sus procesos productivos con responsabilidad ambiental, minimizando y optimizando los recursos empleados para su actividad” (párr. 14)

En Costa Rica, la empresa Energías Biodegradables (2019) indica que en “la búsqueda de soluciones y alternativas, con el objetivo de disminuir la contaminación ambiental en la ciudad de San José, han iniciado trabajos de investigación, para aprovechar y reutilizar los aceites de cocina, principalmente para la generación de biodiésel” (párr. 2).

Asimismo, la empresa Energías Biodegradables (2019) da a conocer que “al verter el aceite por el fregadero se forma una película en las paredes de las tuberías que se va engrosando y con el paso del tiempo deja de pasar el agua a través de la tubería” (párr. 4).

#### **1.1.2.2 A nivel nacional**

En Guatemala fue creada la Política para el Manejo Integral de los Residuos y Desechos Sólidos, la cual no ha podido ser implementada por falta de interés y de conocimiento de las autoridades. A pesar de que la esta sería de mucha utilidad e importancia para lograr la estandarización de un manejo integral y adecuado de los desechos y residuos sólidos en Guatemala.

A nivel nacional, solo se cuenta con información del programa Reciclaceite, impulsado por la Municipalidad de Guatemala, su objetivo es la recolección de los aceites usados, en especial en los restaurantes y comedores de los diferentes mercados de la ciudad de Guatemala.

Hernández (2016), en la entrevista realizada al técnico encargado de la Unidad de Innovación Ambiental de la municipalidad de Guatemala Héctor Ávila, indica, que han identificado que “el aceite de cocina es de los que más contamina el agua, al extremo que un litro de aceite ensucia mil litros de agua, eso sin contar que una persona consume cerca de 10 litros de aceite anualmente” (párr. 3). La contaminación se da a estas magnitudes, debido a que el aceite forma una película muy fina sobre el agua, que impide la interacción entre el ambiente y el agua, para la oxigenación de esta última.

Se realizan recolecciones de ACU, en diferentes municipios del país, el cual es realizado por personas conocidas como chatarreros, pero no se cuenta con un registro de estos y se desconoce cuál es el manejo y la disposición que le dan a los aceites.

### **1.1.2.3 A nivel local**

La Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca del Lago de Atitlán y su Entorno (AMSCLAE) ha sido la institución gubernamental pionera en proyectos ambientales en la Cuenca del lago de Atitlán, ya que cuenta con el departamento de saneamiento ambiental, en la cual se ubica la unidad técnica de desechos especiales, la cual brinda asistencia técnica a las municipalidades de la cuenca, en el manejo, recolección y disposición de forma adecuada de los desechos especiales.

La AMSCLAE (Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca del Lago de Atitlán, 2018), en el informe por el departamento de Saneamiento Ambiental, en la memoria de labores 2018, da conocer que “la red de recolección de aceite vegetal usado de la AMSCLAE, a través de los años, ha podido evitar que se contaminen 28,306 metros cúbicos del lago de Atitlán” (p. 101). Uno de los municipios en donde cuenta con la red de recolección es el de Panajachel. Asimismo, presenta datos de recolección de ACU, la red de recolección inicia en el año 2010, con una recolección para dicho año de 235 galones, para el año 2018, la AMSCLAE recolectó 2,320 galones, fue el año de mayor recolección.

Con información proporcionada por Romero (2020) de Amigos del Lago de Atitlán, mediante el programa de Recolección de aceite usado “Conservando Atitlán”, para el año 2019, se logró recolectar en el municipio de Panajachel un total de 1,609 galones de ACU y para el mes de agosto de 2020 en la misma localidad se logró recolectar un total de 90 galones.

## **1.2 Definición del problema**

A continuación, se da a conocer la problemática y falta de información que se tiene, en relación con la cantidad y al manejo que se les dan a los aceites de cocina usados.

### **1.2.1 Planteamiento del problema**

Los aceites de cocina usados son residuos sólidos especiales, por lo cual es necesario poder conocer los daños que producen al ambiente si no se les da un manejo adecuado. Los residuos especiales son todos aquellos que, por su naturaleza, composición, tamaño, volumen y peso, necesidades de transporte, condiciones de almacenaje y compactación, no pueden ser recolectados,

manejados, tratados o dispuestos normalmente por la empresa prestadora del servicio público de aseo.

Los comunicadores de prensa del Banco Mundial, Liu y Schrader-King (2018) indican que “si no se adaptan medidas urgentes, para el año 2050 los desechos a nivel mundial crecerán un 70 %, con respecto a los niveles locales” (párr. 1). El crecimiento poblacional ha originado que la producción de desechos sólidos esté en aumento, por lo cual es necesario empezar a implementar nuevos conocimiento y alternativas que brinden una solución a corto, mediano y largo plazo, por medio de una recolección, manejo y tratamiento adecuado, con el objetivo de evitar un mayor daño al ambiente.

Los comunicadores Liu y Schrader-King (2018) indican que “desafortunadamente, los más pobres de la sociedad suelen ser los más perjudicados por la mala gestión de los desechos. Los recursos que tenemos deben usarse y reutilizarse continuamente, de manera que no terminen en los vertederos” (párr. 7).

A nivel nacional, a pesar de existir una gran cantidad de leyes y reglamentos que exponen la necesidad de cuidar el medio ambiente, muy pocas veces se han podido implementar por la falta de voluntad o capacidad técnica con que cuentan las diferentes organizaciones gubernamentales. En relación con el ambiente, se describen algunas leyes con las que cuenta Guatemala.

Cabe destacar que existe la Política Nacional para la Gestión Integral de Residuos y Desechos Sólidos (Acuerdo gubernativo 281-2015), la cuál es la guía para la implementación de programas para el fortalecimiento de la recolección y el tratamiento de los residuos o desechos sólidos, para las municipalidades o empresas privadas que brindan el servicio.

El municipio de Panajachel, dentro de su estructura de programa del servicio de extracción de desechos sólidos, solamente está enfocado en tres áreas, las cuales son: desechos sólidos orgánicos, desechos sólidos inorgánicos y material reciclable, por lo que es necesario, poder generar nuevas alternativas de investigación y de estudios de campo, para analizar las posibles alternativas y soluciones en la recolección de desechos especiales, específicamente en el de aceites y así poder determinar cuál es el potencial de producción de aceite de cocina desechado.

### **1.2.2 Delimitación del problema**

El municipio de Panajachel es uno de los lugares más turísticos de Guatemala y su mayor atractivo es el lago de Atitlán. El municipio brinda una infinidad de servicios hacia los visitantes, principalmente el de hospedaje y alimentación; en este último se utilizan los aceites vegetales para la preparación de los alimentos, y dichos aceites al no darles una disposición y manejo adecuado son uno de los mayores contaminantes del agua, se estima que un litro de aceite puede contaminar 1,000 L de agua.

Según González y González J (s.f.), “un litro de aceite usado contiene aproximadamente 5,000 veces más carga contaminante que el agua residual, que circula por las alcantarillas y redes de saneamiento” (p. 5). Este valor se relaciona con el análisis de la demanda química de oxígeno (DQO) que es de 3,400,000 mgO/L. Dicho valor es dado a conocer por el Consorcio de Aguas de Bilbao Bizkaia, la cual lo obtuvieron por medio de una prueba de laboratorio.

El alto grado de contaminación que puede llegar a provocar los aceites al ambiente, principalmente al agua, es de prestarle mucha atención, más aún, en el municipio de Panajachel, que se ubica a orillas del lago de Atitlán, pues su

economía se basa en el sector turístico. Es necesario conocer cuál es la situación actual y el manejo que le dan a los ACU en los restaurantes que se localizan en el municipio.

Figura 1. **Vista aérea del municipio de Panajachel**



Fuente: Google Earth. Pro (2019). Consultado el 10 de octubre de 2019. Recuperado de Lansat/Copernicus.

### **1.2.3 Pregunta principal de investigación**

¿Cuál es la situación actual y cuál es el manejo que le dan a los aceites de cocina en los restaurantes del municipio de Panajachel, Sololá?

### **1.2.3.1 Preguntas secundarias**

- ¿Cuántos restaurantes funcionan y que dentro de sus labores diarias utilicen aceites para preparar alimentos en el municipio de Panajachel, Sololá, Guatemala?
- ¿Cuánto es la cantidad de los aceites ya usados, que son desechados en los restaurantes del municipio de Panajachel, Sololá, Guatemala?
- ¿Cuál es el manejo que le dan a los aceites de cocina en los restaurantes en el municipio de Panajachel, Sololá, Guatemala?
- ¿Existe alguna propuesta de acción que permita mitigar el impacto de los aceites de cocina de los restaurantes del municipio de Panajachel, Sololá, Guatemala?

## **1.3 Ubicación del área de investigación**

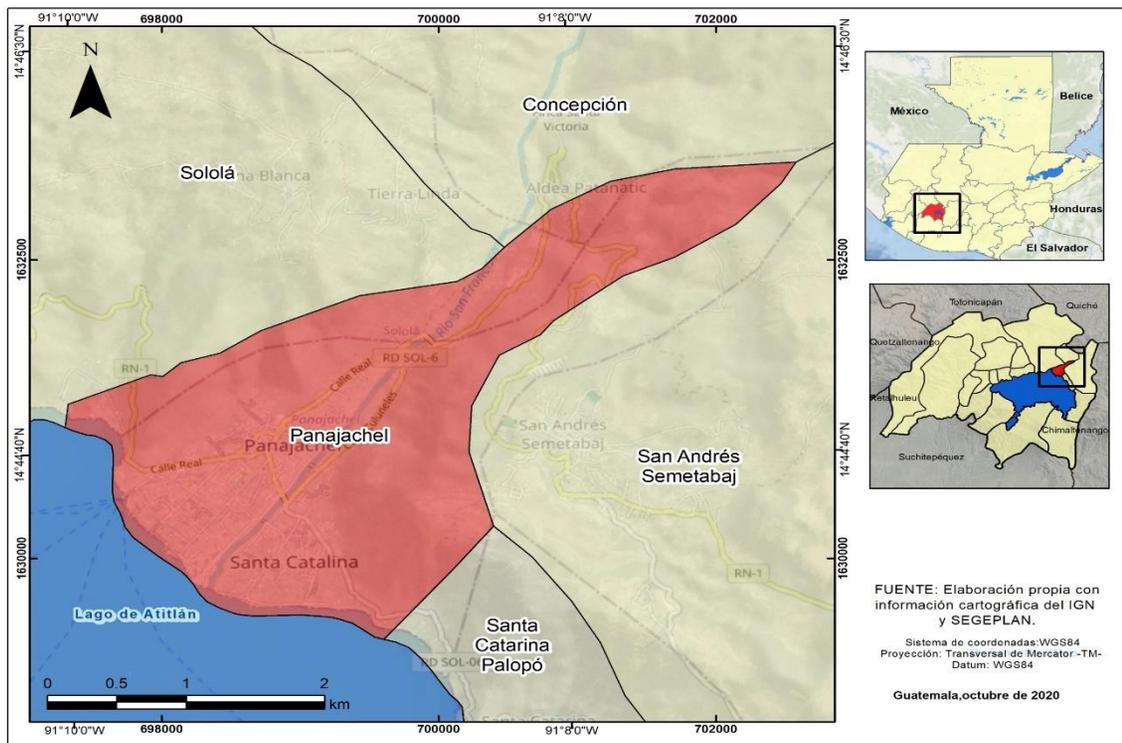
Los encargados de los restaurantes que participaron en la investigación representan a comercios que se ubican en el municipio de Panajachel, la mayor cantidad de estos, se ubican principalmente sobre la avenida Santander y en la playa pública.

## **1.4 Localización**

El área donde se realizó la investigación se ubica en el municipio de Panajachel, departamento de Sololá. Para llegar al municipio desde la ciudad capital de Guatemala, vía terrestre, por medio de la CA1 y se encuentra a una distancia aproximada de 146 kilómetros. El municipio está a una altura de 1592

m.s.n.m. cuenta con un área de 22 kilómetros cuadrados, las coordenadas de la cabecera municipal son: latitud 14°44'52", longitud 91°09'12".

Figura 2. Localización del municipio de Panajachel



Fuente: elaboración propia, realizado con el software Sistemas de Información Geográfica (GIS).



## **2. MARCO TEÓRICO**

En este capítulo, se presenta toda la base teórica que permite conocer de mejor manera los aceites de cocina usados.

### **2.1 Residuos**

El Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (2015) indica que los residuos:

Constituyen materiales o y/o productos post consumo, así como excretas humanas o animales y restos vegetales, que se sujetan a sistemas de gestión regulados en los que predominan los esquemas de comando y control (o del final del tubo) una vez que han sido generados, los cuales cada vez más incluyen programas de separación, recolección selectiva y reciclaje de materiales valorizables, pero que de no lograrse esto, manejan a los residuos como desechos destinándolos a tratamiento o disposición final mediante su incineración o depósito en celdas de confinamiento. (p. 72)

### **2.2 Residuos especiales**

En la página Aula Fácil (2020), se indica que los residuos especiales son aquellos que:

Requieren la adopción de medidas de prevención especiales durante la recogida, el almacenamiento, el transporte, el tratamiento y la deposición

del rechazo, tanto dentro como fuera del centro generador, ya que (sin llegar a ser considerados como residuos peligrosos) pueden presentar un riesgo para la salud laboral y pública. (párr. 1)

A diario se utiliza cualquier tipo de producto, sin conocer su procedencia y su grado de contaminación que puede provocar al ambiente, productos que se encuentran en los hogares y que, si no se les da un manejo correcto al momento de desecharlos, pueden ser nocivos o tóxicos para el humano.

A continuación, se describen algunos ejemplos de productos que se utilizan casi a diario y que son considerados residuos especiales, entre ellos se puede encontrar: aerosoles, pinturas, desinfectantes, combustibles, aceites de cocina y de automóviles, electrodomésticos, medicina vencida, baterías (pilas), entre otros.

### **2.3 Generalidades de los aceites comestibles**

Preciado (2017) indica que “las características generales de las grasas y aceites son importantes para determinar su calidad, funcionamiento y valor económico a la hora de su utilización” (p. 8).

Rodríguez, Maldonado, Muro y Miranda (2016) indican que “las grasas y aceites alimentarios son sustancias hidrofóbicas, insolubles en agua, distribuidas en el reino animal y vegetal; se constituyen de un mol de glicerol y tres moles de ácidos grasos, siendo denominadas comúnmente como triglicéridos” (p. 938).

Rodríguez *et. al.*, (2016) indican que:

Los ácidos grasos, pueden variar en tanto en el tamaño (longitud) de su

cadena, así como en el número de instauraciones, condicionando la naturaleza de la grasa, la cual sirve de base para su clasificación, llamándolas mantecas, cuando están en estado sólido a temperatura ambiente y aceites cuando están en estado líquido. (p. 938)

Según Castrillon y Rodríguez, 2012 (citados por Arias y Ibarra-Mojica, 2017):

Los aceites comestibles son un ingrediente básico en la preparación diaria de alimentos; sin embargo, en pocas ocasiones se cuenta con sistemas adecuados para su manejo y disposición. Frecuentemente los aceites usados son arrojados a los desagües y cañerías, lo cual genera impactos ambientales negativos, al ser este un residuo altamente contaminante y de difícil degradación. (párr. 1)

### **2.3.1 Tipo de aceites**

Existen diferentes tipos de aceites de cocina que se comercializan en el mercado guatemalteco, los cuales en su mayoría son de origen vegetal, y a temperatura ambiente suelen encontrarse en estado líquido.

Tabio, 2017 (citado por Morocho, 2019) explica que “el aceite vegetal es un compuesto orgánico, que se obtiene por medio de semillas u otras plantas, en sus tejidos se almacena como fuente de energía, siendo algunos no aptos para el consumo humano” (p. 15).

Montes, 2016 (citado por Morocho, 2019) indica que:

Existe una gran variedad de aceites que son utilizados para la preparación

de los alimentos, los cuales se clasifican de acuerdo con su origen y procedencia. Entre los más importantes están los aceites de palma, soya, canola, oliva, maíz y girasol. (p. 15)

### **2.3.2 Propiedades físicas del aceite de cocina**

A continuación, se describen las características físicas más relevantes del aceite, según Yagüe (2003):

- Punto de fusión: esta determinación tiene interés en las grasas animales y transformadas, pero no tanto en los aceites vegetales, la mayoría de los cuales son líquidos a temperatura ambiente. El punto de fusión de la grasa o aceite es menor cuando hay más ácidos grasos (AG) de cadena corta y a medida que aumenta el grado de insaturación, además los hidrógenos (H) cercanos a los dobles enlaces tienen más tendencia a reaccionar químicamente que los H de enlaces saturados, por tanto, los insaturados se alteran más fácilmente.
- Calor específico: puede aumentar en función de la insaturación de los AG, los valores son el doble en las líquidas que en las sólidas.
- Viscosidad: está en función de las dimensiones de la molécula y su orientación. Crece con el incremento de la longitud de la cadena de los AG y disminuye al aumentar la insaturación.
- Densidad: (densidad relativa) de 0.914 a 0.919 para los aceites de oliva y orujo. Para el resto no está especificada en la normativa.
- Título: es la dureza de la grasa, inferior a 40: es la temperatura al cual hay una cristalización después de saponificar y enfriar lentamente, si es mayor, se considera cebo. (p. 6)

Asimismo, Elías (2012) indica que:

El aceite vegetal se caracteriza por su composición de ácidos grasos; las diferencias entre los diversos tipos de aceite son debido a la distinta composición de estos. Según su composición los aceites vegetales pueden clasificarse en:

- Aceites ricos en ácidos grasos saturados y ácido oleico (aceite de oliva).
- Aceites ricos en ácidos grasos poliinsaturados (aceite de girasol). (p. 221)

### **2.3.3 Usos del aceite comestible reciclado**

El aceite de cocina usado ha sido utilizado en su mayoría de veces para la generación de biodiesel. Al respecto, Díaz (2014) indica que:

El aceite de cocina usado (ACU), es el residuo del aceite empleado en la preparación de alimentos y que ya no es recomendado para consumo humano. La descarga de ACU en el drenaje o rellenos sanitarios provoca impactos ambientales y de operación de estos sistemas. (p. 21)

Por ello, es necesario generar proyectos de recolección de aceite de cocina, para minimizar los impactos que provoca al ambiente.

Asimismo, Díaz (2014) manifiesta que “en algunos países, el aceite de cocina usado o reciclado se utiliza como materia prima para alimento de animales, como en México, pero éste ha sido prohibido, en Europa debido a los impactos en la salud de los animales” (p. 21).

## **2.4 Contaminación del agua por aceites comestibles**

Según Restrepo (2012):

El aceite vegetal usado se considera un residuo líquido que tiene su origen en un compuesto orgánico que se obtiene de las plantas generadoras de los comúnmente conocidos como aceites domésticos. Este residuo contamina el agua y afecta la salud humana. Lo primero se presenta cuando es vertido por el alcantarillado doméstico o industrial porque contamina el recurso hídrico (1 litro de aceite contamina 10.000 litros de agua) y lo segundo ocurre cuando el aceite, después de ser reutilizado tres o más veces, se torna potencialmente cancerígeno. (p. 117)

Según Chato, Tipantuña, Galarza y Lindao (2019):

El aceite usado altera el sabor del agua potable, y por ello debe evitarse la presencia de este en las aguas de superficie y en las subterráneas, además, los aceites usados vertidos en el agua originan una fina película que produce separación entre las fases aire-agua. Con ello se impide que el oxígeno contenido en el aire se disuelva en el agua, perturbando seriamente el desarrollo de la vida acuática. (p. 9)

### **2.4.1 Afecciones al ambiente**

Díaz (2014) indica que:

El aceite de cocina usado es un residuo catalogado como de manejo especial [...] que puede generar problemas ambientales cuando su disposición final es inadecuada. Al disponerse en coladeras puede provocar

graves taponamientos de los sistemas de drenaje, además que contamina el agua.

En caso de disponerlo junto con los residuos sólidos urbanos para su posterior depósito en rellenos sanitarios, los contenedores en donde se almacena pueden romperse o tener fugas que pueden provocar un alto contenido de grasas en lixiviados y posible contaminación de cuerpos de agua. (p. 8)

## **2.5 Reciclado del aceite usado de cocina**

El reciclaje del aceite es de suma importancia para el cuidado de ambiente, Muerza (2010) indica que:

El aceite doméstico usado, se puede reciclar y es una acción sencilla que favorece al medio ambiente por partida doble. Además de evitar que contamine ríos, suelos o perjudique las tuberías, se aprovecha para crear diversos productos ecológicos, como biodiesel o jabones. (párr. 1)

## **2.6 Cambios y alteraciones en el aceite usado de cocina**

Yagüe (2003) indica que:

Al aumentar la temperatura se aceleran todos los procesos químicos y enzimáticos, por tanto, una grasa o aceite calentado, se degrada con bastante rapidez, sobre todo si hay residuos que potencien las reacciones de alteración actuando como catalizadores. Los principales cambios y alteraciones químicas de los aceites son: hidrólisis, oxidación, y polimerización. (p. 14)

### **2.6.1 Hidrólisis**

El investigador Yagüe (2003) indica que:

La hidrólisis se produce en presencia de agua o humedad y calor que provoca la ruptura del enlace éster de los triglicéridos, los cuales se descomponen en monoglicéridos y diglicéridos y a aparecen ácidos grasos libres y en menor cantidad, se pueden formar metilcetonas y lactonas.

Este proceso es más frecuente en los aceites que tienen ácidos grasos de cadena corta o media, especialmente los de coco y palma, ricos en ácido láurico y cuando se fríen alimentos congelados o ricos en agua (p. 14).

### **2.6.2 Oxidación**

La autooxidación es la alteración más frecuente en la fritura: consiste en la acción del oxígeno sobre los ácidos grasos, especialmente los poliinsaturados, formándose compuestos inestables llamados hidroperóxidos o peróxidos y radicales libres de los que depende la velocidad de reacción y la naturaleza de los productos originados. La luz actúa como catalizador. Yagüe (2003) indica que la hidrólisis consta de tres fases:

- Fase de iniciación o inducción: esta fase es, en la que se forman dos radicales libres a partir de un hidroperóxido o de un ácido graso con un hidrógeno lábil.
- Fase de propagación o continuación: los radicales libres reaccionan con el oxígeno u otras cadenas de ácidos grasos y se genera un

mecanismo de reacción en cadena (el grado de oxidación aumenta a medida que progresa la reacción).

- Fase de finalización o terminación: al reaccionar dos radicales libres entre sí, se forman compuestos no radicales, en general aldehídos y cetonas. Cuando no existen más radicales libres para reaccionar con el oxígeno, es necesario una nueva fase de iniciación para que continúe la oxidación. (p. 14)

De acuerdo con Rincón (2018), las características que presentan los aceites oxidados son:

Compuestos volátiles generados por oxidación son los causantes del sabor típico del aceite durante la fritura, y entre estos se pueden mencionar: 2,4-decadienal, 2,4-nonadienal, 2,4-octenal o 2-heptenal.

Sin embargo, otros compuestos son responsables del mal sabor como los aldehídos saturados e insaturados (e. g. heptanal, octanal, nonanal y 2-decenal). Por su parte, los compuestos responsables del olor son en su mayoría productos volátiles de oxidación (triacilglicéridos monoméricos oxidados), que, al estar en bajas proporciones, no influyen en el color del aceite. (p. 17)

### **2.6.3 Polimerización**

Yagüe (2003) indica que la presencia de radicales libres que se combinan entre sí o con los ácidos grasos forman polímeros lineales (con diferente grado de longitud y ramificación) o cíclicos (sobre todo en presencia de dobles enlaces).

Estos compuestos tienen mayor tamaño y peso molecular por lo que

tienden a: aumentar la viscosidad del aceite y la formación de espuma y forma una capa de consistencia plástica en la superficie del aceite y en el recipiente, que es muy difícil de eliminar. (p. 15)

## **2.7 Recolección del Aceite de Cocina Usado (ACU)**

La importancia de llevar a cabo una recolección y manejo adecuado de los aceites de cocina usado (ACU) radica en que es un residuo que contiene un alto grado de contaminantes, que representan un riesgo para la salud humana y al ambiente, por lo cual, es necesario poder generar estrategias que sean prácticas para los usuarios o generadores de aceites.

Llevar a cabo una recolección de aceite usado desde el lugar en que se origina, permitirá disminuir la contaminación, principalmente el del agua y evitar que se deseche al alcantarillado municipal de forma descontrolada.

Al llevar a cabo la recolección de los ACU, en los restaurantes, cafeterías, puesto de comida rápida y hogares de manera adecuada y con las herramientas necesarias, permitirá que se le dé, un manejo, tratamiento y reúso adecuado. Y lograr que puedan ser introducidos nuevamente, como materia prima en la generación de biodiesel, jabones o como una última alternativa, para alimento de animales, el cual no es muy recomendable.

**Figura 3. Reciclado de aceite de forma adecuada**



Fuente: [Fotografía de Víctor Barreno]. (Panajachel, Sololá. 2020). Colección particular.  
Guatemala



### **3. MARCO METODOLÓGICO**

En este capítulo, se explica los diferentes procesos que se llevarán a cabo para la recopilación de la información de campo y la generación de los resultados.

#### **3.1 Universo**

En los restaurantes que se ubican en el municipio de Panajachel, se utiliza en sus actividades diarias en la preparación de alimentos el aceite vegetal. Para obtener información para el estudio se entrevistó a un representante del comercio, lo que permitió conocer el uso actual y el manejo de los aceites de cocina usados.

La población de estudio se estimó en un inicio que eran 96 encargados de restaurantes (los cuales se ubican restaurantes de hoteles, restaurantes, comedores y cafeterías). Pero por la situación de la COVID-19, varios de ellos cerraron sus operaciones y otros aún no han iniciado a operar (septiembre, 2020). Gabaldón (citado en Balestrini, 2006) expresa que “desde el punto de vista estadístico, por población se entiende un conjunto finito o infinito de personas, casos o elementos que presentan características comunes” (p. 137).

#### **3.2 Variables**

Las variables que se estudiaron en el proceso de la elaboración de la investigación fueron los restaurantes que dentro de sus actividades utilizan aceite vegetal para la preparación de alimentos; la cantidad que adquieren y desechan actualmente.

Tabla I. **Operacionalización de la macrovariable de investigación:  
restaurantes que funcionan en Panajachel**

<b>Microvariable: funcionamiento</b>					
<b>Definición conceptual</b>	<b>Definición operacional</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Escala</b>	<b>Tipo</b>	<b>Preguntas del test</b>
Proceso que se lleva a cabo o pone en práctica en algo.	Que brindan el servicio de alimentación.	Están abiertos al público.	Discreta.	Cuantitativo.	Apéndice 2 Pregunta 1 Pregunta 2 Pregunta 3
<b>Microvariable: utilizar</b>					
<b>Definición conceptual</b>	<b>Definición operacional</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Escala</b>	<b>Tipo</b>	<b>Preguntas del test</b>
Hacer servir una cosa para un fin determinado. Hacer servir una cosa para un fin determinado.	Que dentro de sus actividades, utilicen aceite.	Uso de aceite para la preparación de alimentos.	Discreta.	Cuantitativo.	Apéndice 2 Pregunta 5
<b>Microvariable: utilizar</b>					
<b>Definición conceptual</b>	<b>Definición operacional</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Escala</b>	<b>Tipo</b>	<b>Preguntas del test</b>
Sustancia grasa de origen mineral, vegetal o	Sustancia con un grado de viscosidad, que se	Cantidad que adquiere.	Discreta.	Cuantitativo.	Apéndice 2 Pregunta 5 Pregunta 6 Pregunta 7

Continuación tabla I.

<b>Microvariable: aceite</b>					
<b>Definición conceptual</b>	<b>Definición operacional</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Escala</b>	<b>Tipo</b>	<b>Preguntas del test</b>
animal, líquida, insoluble en agua, combustible y generalmente menos densa que el agua.	utiliza para preparar alimentos.				

Fuente: elaboración propia.

Tabla II. **Operacionalización de la macrovariable de investigación: cantidad de aceite ya usado**

<b>Microvariable: desecho</b>					
<b>Definición conceptual</b>	<b>Definición operacional</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Escala</b>	<b>Tipo</b>	<b>Preguntas del test</b>
Residuo del que se prescinde por no tener utilidad.	Material que ya no tienen valor para las personas.	Cantidad que desecha.	Discreta.	Cuantitativo.	Apéndice 2

Continuación de la tabla II.

<b>Microvariable: volumen</b>					
<b>Definición conceptual</b>	<b>Definición operacional</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Escala</b>	<b>Tipo</b>	<b>Preguntas del test</b>
Medidas del	Cantidad de un	Galones que	Discreta.	Cuantitativo.	Apéndice 2

<b>Microvariable: volumen</b>					
<b>Definición conceptual</b>	<b>Definición operacional</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Escala</b>	<b>Tipo</b>	<b>Preguntas del test</b>
espacio de tres dimensiones ocupado por un cuerpo.	producto, que se mide en galones, litros, m <sup>3</sup> .	desecha al mes.			

<b>Microvariable: tiempo (días)</b>					
<b>Definición conceptual</b>	<b>Definición operacional</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Escala</b>	<b>Tipo</b>	<b>Preguntas del test</b>
Período determinado durante el que se realiza una acción o se desarrolla un acontecimiento.	Los días o semanas que le da uso al aceite, antes de desecharlo.	Días o semanas que le dan uso al aceite.	Discreta.	Cuantitativo.	Apéndice 2 Pregunta 10

Continuación tabla II.

<b>Microvariable: manejo</b>					
<b>Definición conceptual</b>	<b>Definición operacional</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Escala</b>	<b>Tipo</b>	<b>Preguntas del test</b>
Empleo de una cosa con un fin determinado.	Qué se hacen con los aceites.	Le dan algún manejo antes de desecharlo.	Discreta.	Cuantitativo.	Apéndice 2 Pregunta 13 Pregunta 14 Pregunta 16
<b>Microvariable: reutilizar</b>					
<b>Definición conceptual</b>	<b>Definición operacional</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Escala</b>	<b>Tipo</b>	<b>Preguntas del test</b>
Darle a un material la máxima vida útil.	De qué forma utilizan los aceites ya usados.	Le da algún uso, al aceite de cocina usado.	Discreta.	Cuantitativo.	Apéndice 2 Pregunta 14 Pregunta 15
<b>Microvariable: reciclar</b>					
<b>Definición conceptual</b>	<b>Definición operacional</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Escala</b>	<b>Tipo</b>	<b>Preguntas del test</b>
Someter materiales usados o desperdicios a un proceso de transformación o aprovechamiento para que puedan ser nuevamente utilizados.	Forma que en lo aguardan, con la finalidad de no contaminar el ambiente.	Recipiente que utilizan.	Discreta.	Cuantitativo.	Apéndice 2 Pregunta 12

Fuente: elaboración propia.

### **3.3 Muestreo**

“Una muestra es una parte representativa de una población, cuyas características deben reproducirse en ella, lo más exactamente posible”. (Balestrini, 2006, p. 142). Entonces, una muestra debe de ser una copia, lo más exacta a toda la población, con la finalidad de que los parámetros evaluados sean lo más representativo de la población.

Para llevar a cabo el levantamiento de la información se realizó una encuesta con preguntas de opción múltiple, a las personas que aceptaron a participar de forma voluntaria y que tuvieran una relación directa con restaurantes, comedores u otro tipo de comercio, que utilizaran aceite de cocina para la preparación de alimentos. El muestreo realizado es no probabilístico. Esto debido a que algunos restaurantes, no utilicen aceite de cocina dentro de sus procesos de preparación de alimentos, por lo que no se tomaron en cuenta.

En las muestras no probabilísticas:

La elección de los elementos no depende de la probabilidad, sino de causas relacionadas con las características de la investigación o de quien hace la muestra. Aquí el procedimiento no es mecánico ni con base en fórmulas de probabilidad, sino que depende del proceso de toma de decisiones de un investigador o de un grupo de investigadores y, desde luego, las muestras seleccionadas obedecen a otros criterios de investigación. (Hernández, Fernández y Baptista, 2010, p. 176)

Para llevar a cabo el muestreo se tomará un error de 4.5 % y una confianza del 95.5 %, con la finalidad de que el muestreo sea lo más representativo a la totalidad de los restaurantes que componen la población total.

Fórmula de muestreo:

$$n = \frac{k^2 pqN}{e^2 (N - 1) + k^2 pq}$$

En donde:

n: Tamaño muestra a determinar

p: variabilidad positiva = (0.90)

q: variabilidad negativa = (0.10)

N: Tamaño de la población = (96)

e: Es el error muestral que se considera = (0.045)

k: Constante de nivel de confianza que indica la probabilidad de que los resultados del estudio sean ciertos o no. Los valores de k que más se utilizan y sus respectivos niveles de confianza son:

Tabla III. **Valores de k y niveles de confianza**

Descripción	Porcentajes de niveles de confianza							
	85 %	90 %	95 %	95.5 %	96 %	97 %	98 %	99 %
Nivel de confianza								
Valores de k	1.44	1.65	1.96	2.005	2.05	2.17	2.33	2.58

Fuente: elaboración propia.

$$n = \frac{(2.005)^2 (0.90) (0.10) (96)}{(0.045^2) (96 - 1) + \{(2.005^2) (0.10) (0.90)\}} = \frac{34.73}{0.55} = 62$$

La muestra fue la siguiente:

- Población de restaurantes: 96
- Muestra de restaurantes: 62

- Mínimo de personal 1 aceptado para la investigación

De acuerdo con la población por muestrear, por la COVID-19, varios restaurantes en el municipio de Panajachel aún están cerrados, por un tiempo no definido, unos más han cerrado de forma permanente y otros indicaron que no utilizaban aceite vegetal en la preparación de alimentos. Por lo cual no se pudo completar la muestra inicial de 69 restaurantes, se logró encuestar a 62 encargados de restaurantes, con los cuales se inició la tabulación y análisis de los resultados.

### **3.4 Tipo y diseño de investigación**

El objetivo del estudio fue el de determinar la situación actual del municipio de Panajachel, con relación al manejo o tratamiento que le da a los aceites de cocina usados en los restaurantes. El diseño que se utilizó fue el no experimental, con un nivel de alcance descriptivo, ya que era el que mejor se adaptó a la situación propia del estudio y que cumplía con los objetivos planteados. Se estableció la cantidad de aceite de cocina que se desecha, si este recibe algún tratamiento o si le da algún tipo de reutilización.

Balestrini (2006) indica que “el diseño no experimental, permite establecer una interacción entre los objetivos y la realidad de la situación de campo; observar y recolectar los datos directamente de la realidad, en su situación natural” (p. 132). Esto quiere decir, que no se puede manipular o hacer variar los parámetros, que permitió, poder tener datos reales y confiables.

Los estudios descriptivos, según Hernández *et. al.* (2010), “buscan especificar las propiedades, las características y los perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un

análisis” (p. 80). Lo que indica es que su objetivo es de obtener información, sin evaluar las variables de la investigación.

### **3.5 Enfoque de la investigación**

El presente trabajo fue diseñado bajo el planteamiento metodológico del enfoque cuantitativo, ya que es el que más se adapta a las características de la investigación, para la obtención de la información.

El enfoque cuantitativo utiliza la recolección de datos de forma sistemática y confiable los datos permitieron conocer y contestar las preguntas de investigación planteadas, asimismo, Hernández *et. al.* (2010) indican que “el enfoque cuantitativo es secuencial y probatorio. Cada etapa precede a la siguiente y no podemos brincar o eludir pasos, el orden es riguroso, aunque, desde luego, podemos redefinir alguna fase” (p. 12).

Se llevó a cabo la investigación y recolección de datos, por medio de una encuesta, la que permitió obtener información clave: la cantidad de aceite de cocina que desechan en los restaurantes del municipio de Panajachel; así como conocer, si le dan un manejo adecuado, su disponibilidad a participar en capacitaciones y que cual es la importancia de la recolección de los aceites de forma adecuada y continua.

### **3.6 Unidad de análisis**

Las respuestas que se obtuvieron por medio del documento de recolección de información (DRI), el cual es un documento de recolección de información tipo encuesta, permitió dar respuesta a los objetivos planteados en la investigación.

Las preguntas con que contaba el DRI fueron elaboradas para dar respuesta a los objetivos planteados, determinar el uso y manejo que les dan a los aceites de cocina, la cantidad de aceite de cocina usado que desechan en los diferentes restaurantes del municipio de Panajachel.

### **3.6.1 Unidad de análisis de muestreo**

Se analizaron las respuestas brindadas por los encargados de los 62 restaurantes que respondieron el instrumento de recolección de datos.

### **3.7 Formulación de hipótesis**

A continuación, se presenta la hipótesis nula ( $H_0$ ) y la hipótesis alternativa ( $H_1$ ), en la cual se da a conocer cuáles pueden ser los casos hipotéticos de la disposición que los restaurantes realizan con los aceites.

$H_0$  = Los restaurantes del municipio de Panajachel, que utilizan aceite para la preparación de los alimentos, conocen cuál es el manejo adecuado al momento de desechar los aceites.

$H_1$  = Los restaurantes del municipio de Panajachel, que utilizan aceite para la preparación de los alimentos, no conocen cuál es el manejo adecuado al momento de desechar los aceites.

### **3.8 Selección de los sujetos de estudio**

A continuación, se presentan los criterios que se evaluaron para la selección de los restaurantes, a cuyos encargados se invitó a participar y quiénes no fueron tomados en cuenta.

### **3.8.1 Criterios de inclusión**

- Propietarios de los restaurantes y personal que labora en los restaurantes que de forma voluntaria aceptaron participar en el llenado del documento de recolección de información.
- Restaurantes que dentro de sus labores diarias de preparación de alimentos si utilizan aceite vegetal.

### **3.8.2 Criterios de exclusión**

- Propietarios de los restaurantes y personal que labora en los restaurantes que no aceptaron participar en el llenado del documento de recolección de información.
- Restaurantes que dentro de sus labores diarias de preparación de alimentos no utilizan aceite vegetal.

## **3.9 Técnicas, procesos e instrumentos de recolección de datos**

De acuerdo con Falcon y Herrera (2005), la técnica de recolección de dato es “el procedimiento o forma particular de obtener datos o información. La aplicación de una técnica conduce a la obtención de información, la cual debe ser resguardada mediante un instrumento de recolección de datos” (p. 12).

La técnica de recolección de datos que se utilizó en la investigación fue la encuesta; las preguntas planteadas contaban con respuestas de opción múltiple, pero solo podían elegir una de ellas. El total de preguntas con que contaba el DRI fue de 21, como se puede ver en el apéndice 2, las preguntas 5, 13 y 21, tenían la opción de elegir entre dos opciones, en la pregunta 6, el DRI presentaba 7 opciones, en promedio las preguntas contaban con 5 opciones.

Para llevar a cabo el proceso de recolección de información se realizaron los siguientes pasos:

- Se realizaron varias visitas, en la primera, se dio un recorrido en las diferentes calles y avenidas del municipio de Panajachel, con el objetivo de conocer la ubicación y el nombre de los restaurantes del municipio de Panajachel.
- En las siguientes visitas, se invitó a participar a las personas de los restaurantes, en la cual se presentó el investigador para comentarles sobre el objetivo de la investigación, el fin por el cual se realizó la investigación.
- La encuesta se realizó de forma digital, es decir, se generó un enlace, el cual permitió acceder de forma directa al cuestionario. Las preguntas fueron realizadas por el encuestador y las respuestas eran recibidas de forma inmediata. Para llevar a cabo la encuesta se requirió un teléfono móvil con acceso a internet.
- El tiempo aproximado para realizar la encuesta fue de 15 minutos, pero en algunas ocasiones se necesitó más, debido a que los participantes explicaban parte de su experiencia en relación con el tema de los aceites de cocina usados.
- Las preguntas fueron con respuestas de opción múltiple, pero solo podían elegir una respuesta.
- La tabulación de la información era de forma inmediata, ya que la encuesta fue creada en formularios de Google.
- Para el análisis de la información, se descargó de Google Drive las respuestas de los participantes, se tabuló y ordenó en el software Microsoft Excel.
- Se generaron cuadros y gráficas, lo que permitió la interpretación de los resultados y al mismo tiempo pueden ser visualizados de una mejor manera.

- Es importante recalcar que a pesar de que se contaba con el formulario de forma digital y de un enlace para este, se realizaron pruebas, es decir, se envió el enlace a tres participantes, los cuales respondieron, al analizar las respuestas se determinó que existía confusión en algunas de sus respuestas, por lo cual se determinó que la encuesta debía de ser realizada de forma personal.

La encuesta se realizó a través de un cuestionario auto administrado, el cual como su nombre lo indica, siempre es respondido de forma escrita por el encuestado. Falcon y Herrera (2005) definen la encuesta como “una técnica que pretende obtener información que suministra un grupo, muestra o población de sujetos acerca de sí mismo, o en relación con un tema en particular” (p. 13).

### **3.10 Técnicas de procesamiento de datos**

La técnica que se utilizó en el procesamiento de los datos fue la estadística descriptiva. Los datos numéricos se procesarán agrupándolos en intervalos y se tabularán, para la generación de cuadros y graficas que permitieron una mejor visualización y fácil interpretación.

La primera información que se generó fue la del número total de restaurantes y hoteles que cuenten con área de cocina y restaurante, para lo cual se realizó un levantamiento de información de campo, donde se recolectaran los siguientes datos: nombre del restaurante, ubicación del restaurante (dirección: calle o avenida, sector donde se localiza), si utiliza aceites en la preparación de los alimentos y si está dispuesto a apoyar en la investigación.

Luego de conocer el número real de restaurantes que brindan el servicio de alimentación y dentro de sus actividades utilicen aceite, así como los

restaurantes, que estén dispuestos a apoyar en la investigación, se procedió a realizar un análisis estadístico, para determinar el número de restaurantes que serán representativos como muestra. Con un nivel de confianza del 95 %, así como la elección del método de recolección o generación de información.

Para la generación de información se realizó una encuesta con preguntas cerradas, a los restaurantes que fueron parte de la muestra, en donde se obtuvo la siguiente información: si utilizan aceites de cocina, cantidad mensual que compra actualmente, cantidad que compraba antes de la COVID-19, cantidad que desecha actualmente, que hacen con el aceite al momento de ya no utilizarlo, realizan algún tipo de tratamiento, alguna empresa u organización les presta el servicio de recolección de aceite, conocen del daño que produce el aceite al ambiente, estarían dispuestos a participar en algún proyecto de recolección.

Al finalizar las encuestas de la muestra seleccionada se procedió a ordenar la información, así como su tabulación, la cual nos permitió generar cuadros y gráficas.

Dichos cuadros y gráficas permitieron conocer de forma numérica y estadísticamente, el número de restaurantes que le dan o no, un manejo o tratamiento a los aceites, tipo de tratamiento o manejo, y si no le dan ningún manejo, que es lo hacen con el aceite que desecha.

Se analizó, la cantidad de aceite que desechan los restaurantes de forma mensual y anual (en galón, es la presentación que ellos describieron).

La información generada ha permitido generar acciones para el manejo de aceites cocina, y establecer si es factible la implementación de una ruta de recolección, así como la venta o reúso.

En cuanto al volumen que los participantes desecharon, se aplicó un factor de corrección, debido a que la presentación comercial del aceite de cocina es de 3,000 ml, como se puede visualizar en el apéndice 24.

Tabla IV. **Factor de corrección de volumen del galón**

<b>Factor de corrección</b>	
1 galón	= 3,785 ml
¿?	3,000 ml
Factor de corrección	0.792602378

Fuente: elaboración propia.

### **3.11 Herramientas para el análisis de datos**

Para llevar a cabo la tabulación de los datos, que se obtuvieron por medio del documento de recolección de información, para conocer si utilizaban aceite de cocina en la preparación de alimentos, se utilizó el programa Microsoft Office Excel, el cual permitió generar cuadros y gráficas para una mejor interpretación de las respuestas obtenidas. La información estadística generada en los programas anteriores fue transcrita en este documento por medio de Microsoft Word.

### **3.12 Límites de la investigación**

A continuación, se dan a conocer algunas de las limitantes que se tuvieron al momento de realizar la recolección de la información por medio de la encuesta.

### **3.12.1 Obstáculos**

No se cuenta con un registro real, en las instituciones que velan por el ambiente, como la municipalidad de Panajachel y el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, sobre recolección de aceites de cocina usados. Las únicas instituciones que cuentan con dicha información, ya que ellos han dado en algún momento la recolección de aceites en el municipio de Panajachel, son: la AMSCLAE y más recientemente Amigos de Lago.

La desconfianza de brindar información ambiental por parte de los encargados de los comercios es alta, esto debido a que, en los últimos años, el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales les ha solicitado estudios de impacto ambiental he impuesto multas a los que no lo han realizado. La situación que afecta a nivel mundial, la COVID-19, ha provocado que no se dé la continuidad del funcionamiento de muchos restaurantes, algunos han cerrado de forma permanente y otros por un tiempo aún no definido; los que han iniciado su funcionamiento, por la baja sustancial de turismo en el lugar, su consumo y desecho de aceites de cocina, es menor al que se tenía antes de la COVID-19.

## **4. ESTUDIO TÉCNICO**

En el presente capítulo, se ofrece una descripción sobre cómo está compuesto el área de estudio, en la cual se da a conocer el equipo con que cuentan, el organigrama organizacional dentro de los restaurantes, entre otras, las cuales son de importancia para la investigación.

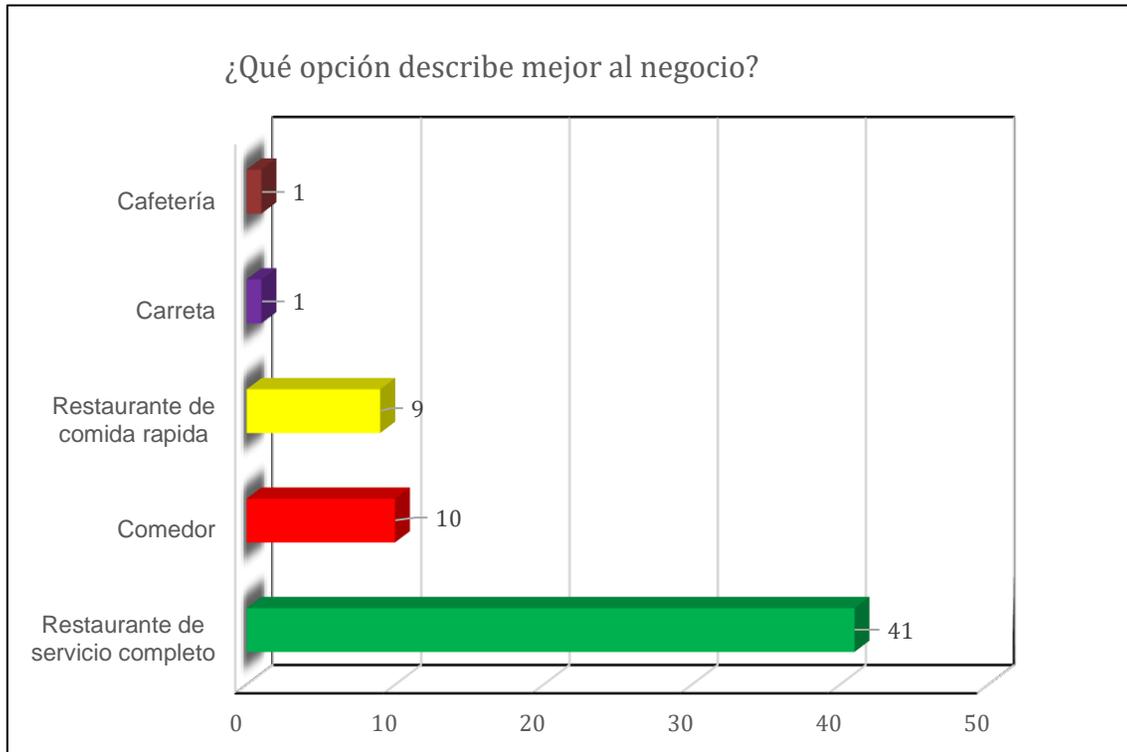
### **4.1 Descripción del área de estudio**

El área de estudio a nivel macro está enfocada en el municipio de Panajachel, departamento de Sololá.

A nivel investigativo, esta se basó en los restaurantes que utilizan aceite vegetal en la preparación de los alimentos, ya que los restaurantes son prestadores de servicios de alimentación, el cual está enfocado a toda la población y turistas que visitan al municipio, al lago de Atitlán y sus alrededores.

Los sujetos o restaurantes para estudiar se han dividido de acuerdo con el tipo de servicio que prestan, como restaurantes de servicio completo, servicios de comida rápida, comedores y cafeterías, como se muestra en el apéndice 6. El 66 % describieron que su servicio es de restaurante completo, un 16 % comedor y un 14.5 % como comida rápida.

Figura 4. **Categoría de restaurantes por servicio**

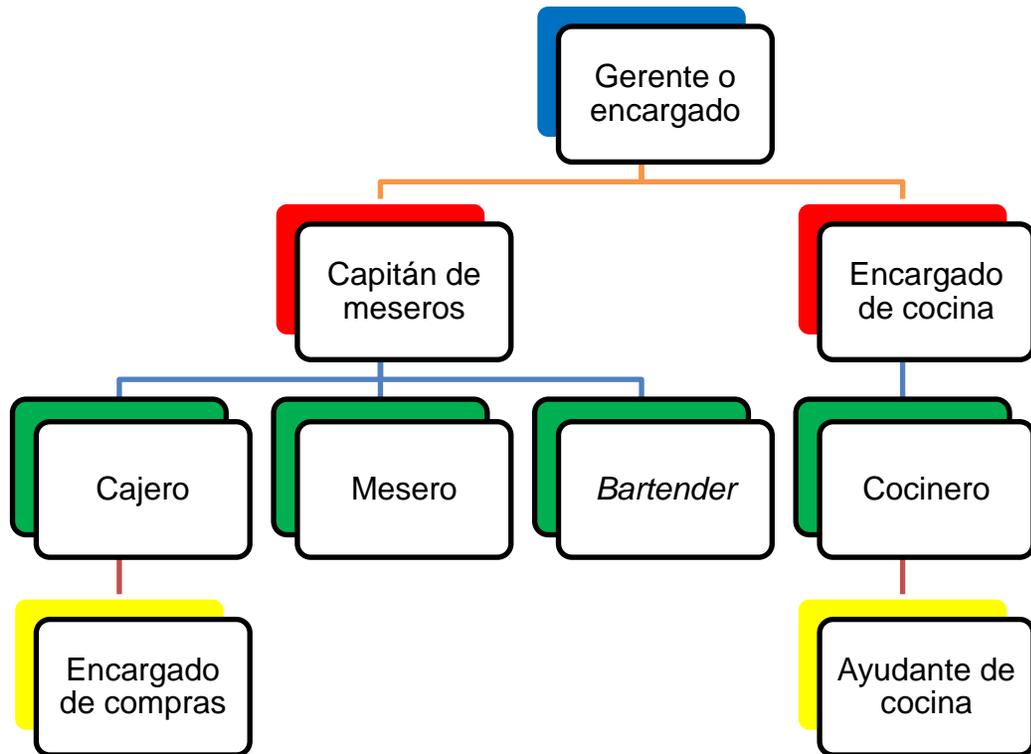


Fuente: elaboración propia.

#### 4.2 **Organización del talento humano del área de estudio**

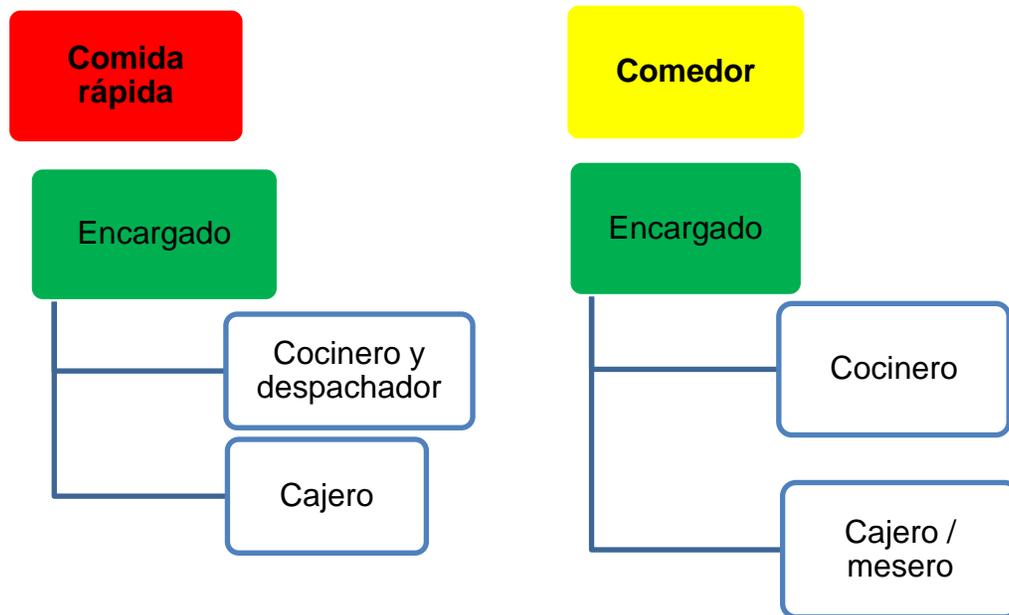
El recurso humano con que cuenta un restaurante está conformado por un gerente o encargado, capitán de meseros, meseros, *bartender*, cajero, encargado de cocina, cocinero, ayudante de cocina.

Figura 5. Organigrama de los restaurantes



Fuente: elaboración propia.

Figura 6. **Organigrama de comedores y de restaurantes de comida rápida**



Fuente: elaboración propia.

### 4.3 **Áreas de atención del área de estudio**

Los restaurantes, comedores, restaurantes de comida rápida, cafeterías, y todo comercio que brinda el servicio de alimentación en el municipio de Panajachel, el área de atención, están enfocados en tres grandes grupos: como primer grupo, la población local, es decir, los más de 18 mil habitantes del municipio de Panajachel.

Un segundo grupo es él turismo regional y nacional, los provenientes de otros municipios, del departamento de Sololá, como de los 21 departamentos restantes, que componen el territorio nacional, que día con día visita el municipio

y los alrededores del lago de Atitlán. El tercer grupo está compuesto por los turistas internacionales, los cuales visitan el lago de Atitlán y demandan diferentes servicios, como el de la alimentación.

#### **4.4 Recursos físicos y tecnológicos del área de estudio**

Los recursos físicos y tecnológicos permitieron conocer el espacio físico y el equipo con que cuentan los restaurantes, comedores, cafeterías, en la presente investigación solo se estimó un promedio de las áreas, así como del equipo, con que ellos cuentan.

##### **4.4.1 Recursos físicos del área de estudio**

Los restaurantes tienen una gran variabilidad de tamaños, esto depende de su ubicación, hay restaurantes con áreas de 50 m<sup>2</sup>, hasta más de 100 m<sup>2</sup>. Algunos cuentan con dos niveles para la atención, lo que duplica su área. Los restaurantes que se ubican en el área denominado playa pública, su infraestructura es de madera, con piso de cerámico en su primer nivel y en el segundo nivel, es de madera, sus techos son de lámina y las paredes de madera con espacios abiertos o ventanas.

Por su parte, los restaurantes que no se ubican en el área de la playa pública, las edificaciones en su gran mayoría son de *block*, paredes con cernido y repellado, techos de lámina y cielo falso, piso cerámico, son espacios más pequeños, comparados con los que se encuentran en la playa pública.

##### **4.4.2 Recursos tecnológicos del área de estudio**

En cuanto a los recursos tecnológicos se refiere, los restaurantes de comida

rápida cuentan con freidoras en donde colocan el aceite que utilizaran para la preparación de los alimentos. Estas freidoras pueden ser eléctricas o de gas, así como licuadoras, procesadores de alimentos, congeladores, entre otros.

En relación con los restaurantes, muy pocos de ellos contaban con freidoras, al igual que los comedores, estos últimos indicaban que al momento de utilizar aceite para la preparación de los alimentos utilizaban un sartén o una olla, donde colocaban el aceite y lo calentaban en una estufa. Con la finalidad de no desperdiciar mucho aceite al momento de freír los alimentos.

#### **4.5 Estudio de mercado del área de estudio**

La demanda de alimentos por parte de habitantes del municipio y de los visitantes es cada vez mayor; esto ha dado como origen a que también exista una gran variedad de opciones para comer, como comida china, carnes, mariscos, comida mexicana, pastas, pizzas, comida vegetariana, entre otros.

Para 2019, según el Instituto Guatemalteco de Turismo (INGUAT) se tuvo un registro de visitantes al lago de Atitlán de 233 mil 452, lo que equivale aproximadamente al 13 por ciento del total de turistas extranjeros que llegaron al país. Del total de visitantes al lago de Atitlán, un alto porcentaje tiende a tomar como punto de inicio el municipio de Panajachel.

Se puede decir que se cuenta con una demanda inicial aproximado de más de 18 mil habitantes, más los turistas nacionales, de los cuales no se cuenta con un registro, a esto se le suma el 13 por ciento de los turistas extranjeros que visitan el área, se puede decir que la demanda por los alimentos es alta.

#### **4.5.1 Capacidad**

En cuanto a la capacidad, acerca de los aceites de cocina usados, no se cuenta con infraestructura, ni rutas establecidas de forma permanente para darle su manejo adecuado a los aceites.

Actualmente, solo se cuentan con registros, proporcionados por la organización Amigos del Lago, pero no le brinda el servicio de recolección a todos los restaurantes del municipio de Panajachel y realiza dicha recolección una vez por mes.

De acuerdo con el Instituto Guatemalteco de Turismo, se prevé un crecimiento en cuanto al turismo, por lo cual se puede decir, que también se llegara a dar un incremento en el uso de aceites de cocina, así como su desecho.

#### **4.5.2 Demanda**

La demanda actual de aceites vegetales para la preparación de alimentos es baja debido a la pandemia que ha afectado a nivel nacional y mundial. Pero se estima que, a partir de las disposiciones tomadas por el gobierno central, a partir del 18 de septiembre del 2020, con la apertura del aeropuerto internacional la Aurora, así como de la mayoría de los comercios del país, dará como resultado, el aumento continuo del turismo.

Con el aumento del turismo, la demanda de los aceites vegetales, para la preparación de alimentos se incrementará, por lo cual, también los desechos de estos, lo que provocará, contaminación del suelo, manto freático, ríos y lagos, si no se cuenta con un manejo y tratamiento adecuado.

### **4.5.3 Infraestructura**

Los restaurantes cuentan con diferentes áreas, con la finalidad de poder brindar el servicio de alimento, a los comensales que los visitan, así como el espacio a los trabajadores, para que realicen sus actividades de mejor manera. Cuentan con un área de atención al visitante, el cual está dividido en dos áreas, el área de mesas y los servicios sanitarios, en los cuales el visitante puede moverse sin ningún problema. El área de preparación de bebidas y cobros, en la cual, se preparan las bebidas, así como se lleva el control de las cuentas de los comensales.

Una tercera área, la bodega, en la cual se almacenan además de los productos que se utilizan en el restaurante: estufas, refrigeradoras, congeladores, mesas de trabajo, freidoras, licuadoras y todo tipo de utensilios que sean necesarios para la preparación de los alimentos. En algunos casos, cuentan con un área para el lavado de los utensilios que se han utilizado y en este mismo lugar se ubican todos los desechos sólidos.

Los aceites de cocina utilizados, en la mayoría de los restaurantes de servicio completo, restaurante de comida rápida, son dispuestos en botes de plástico, los cuales se acopian en dos lugares, el lugar más común a encontrar los recipientes, con aceites de cocina usados es, en donde se ubican los recipientes con desechos sólidos y un segundo lugar es en las cocinas de los restaurantes.

## **5. MARCO LEGAL**

A nivel nacional se han publicado en el diario de Centro América, dos reglamentos sobre descargas de aguas residuales y los parámetros que deben de cumplir.

### **5.1 Reglamentos de descargas de aguas residuales**

Los reglamentos son una parte importante para el control y la verificación de las aguas residuales, principalmente, en el tratamiento que se les dan a las aguas contaminadas.

#### **5.1.1 A nivel nacional**

En Guatemala, se han creado dos acuerdos gubernativos, en los cuales dicta, los parámetros que deben de cumplir, al momento de realizar las descargas de aguas contaminadas, a los drenajes y/o alcantarillado, pozos de absorción, ríos, lagos o mares. Para dar cumplimiento a los reglamentos se han dividido en etapas, las cuales los generadores de aguas residuales deben de cumplir con las fechas establecidas.

Los parámetros de medición de las grasas y aceites, los valores que se utilizan es el de miligramos por litro (mg/L). Para lo cual se han creado dos reglamentos. Que a continuación son descritos.

El acuerdo gubernativo 236-2006 Reglamento de las Descargas y Reusó de Aguas Residuales y la Disposición de Lodos y el acuerdo gubernativo 12-2011

Reglamento de Descargas de Aguas Residuales en la Cuenca del Lago de Atitlán.

### **5.1.2 Acuerdo gubernativo 236-2006**

El acuerdo gubernativo 236-2006, Reglamento de las Descargas y Reusó de Aguas Residuales y la Disposición de Lodos:

Objeto: El objeto del presente reglamento es establecer los criterios y requisitos que deben cumplirse para la descarga y reusó de las aguas residuales, así como para la disposición de lodos. Lo anterior para que, a través del mejoramiento de las características de dichas aguas, se logre establecer un proceso continuo que permita:

- Proteger los cuerpos receptores de agua de los impactos provenientes de la actividad humana.
- Recuperar los cuerpos receptores de agua en proceso de eutroficación.
- Promover el desarrollo del recurso hídrico con visión de gestión integrada. (art. 2)

Solicita que se realice una caracterización del afluente y del efluente de aguas residuales, y dentro de los parámetros que se analizan son el de Grasas y aceites. En el reglamento se establecen plazos a cumplir, y la disminución de presencia de los aceites y grasas en las aguas que son descargadas a diferentes entes receptores. (Reglamento de las Descargas y Reusó de Aguas Residuales y la Disposición de Lodos, art. 13)

### **5.1.3 Acuerdo gubernativo 12-2011**

El acuerdo gubernativo 12-2011, Reglamento de Descargas de Aguas Residuales en la Cuenca del Lago de Atitlán indica que fue creado para ser implementado exclusivamente en la cuenca del lago de Atitlán, con la única finalidad de proteger y reglamentar las descargas de aguas residuales al lago de Atitlán.

Asimismo, en el acuerdo gubernativo 12-2011 se establece:

Artículo 1. Objeto: el presente reglamento tiene por objeto fijar los parámetros y límites máximos permisibles, para la descarga de aguas residuales a cuerpos receptores de la cuenca del lago de Atitlán ya sea de forma directa o indirecta, con el fin de rescatar, proteger y prevenir la contaminación del sistema hídrico.

Artículo 2. Ámbito de aplicación: el presente reglamento aplica a toda persona individual y jurídica e instituciones pública que generen o administren aguas residuales de tipo especial, ordinaria o mezcla de ambas dentro de la cuenca del Lago de Atitlán. (art. 1 y 2)

En el capítulo V, del acuerdo gubernativo 12-2011 se establecen los parámetros para aguas residuales y valores de descarga: los parámetros para determinar las características de las aguas residuales son los siguiente (art. 10).

- Temperatura (°C)
- Potencial de Hidrogeno (pH)
- Grasas y Aceites

- Material Flotante
- Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)
- Demanda Química de Oxígeno (DQO)
- Sólidos Suspendidos Totales (SST)
- Nitrógeno Total
- Fosforo Total
- Arsénico
- Cadmio
- Cianuros
- Cobre
- Cromo Hexavalente
- Mercurio
- Níquel
- Plomo
- Zinc
- Coliformes fecales
- Color aparente

Se puede observar que los análisis que se deben de realizar, es para 16 parámetros, asimismo, en el inciso c. Grasa y aceites, es un parámetro que se debe de analizar en las descargas de aguas residuales, para medir el grado de contaminante que estas contienen.

## **5.2 Características de los aceites en las aguas residuales**

Una de las mayores características de las grasas y aceites al juntarse con el agua residual es que las grasas tienden a tener una mayor tendencia a oxidarse. Según IAGUA (2020), las grasas al no ser eliminadas de forma

adecuada y llegar a “los reactores biológicos, fijan rápidamente el oxígeno disuelto disponible, pudiendo ocasionar situaciones de anoxia puntuales que podrían propiciar la proliferación de microorganismos filamentosos” (párr. 4).

Es importante recordar que la densidad del aceite se encuentra entre 0.940 a 0.960 Kg/L, de acuerdo con su procedencia (girasol, soja, oliva, coco, maíz, entre otros), por lo cual tienden a flotar en el agua, ya que su densidad es mucho menor a la densidad del agua (1 Kg/L), lo que provoca una falta o disminución de intercambio de oxígeno entre el ambiente y el agua, al formar una película muy fina sobre esta.

Según IAGUA (2020), por “cada kg de grasa supone entre 2 y 2,5kg de DQO, lo que implica que las grasas y aceites en su proceso oxidativo, consumen importantes cantidades del oxígeno disuelto en los reactores biológicos, pudiendo generar situaciones puntuales de deficiencia” (párr. 5). La presencia de grasas y aceites en el agua residual es algo irremediable, pero si es posible su disminución, en España IAGUA (2020) indica que “las concentraciones de grasas y aceites en el agua se encuentran entre 40 mg/l a 80 mg/l, y en algunos lugares superan los 100 mg/l” (párr. 1).

El poco control de los aceites que son desechados en los alcantarillados da como resultado aguas abajo, una mayor problemática, en la cual se tienen que hacer esfuerzos extras, tanto en recurso humano como económicos.

Figura 7. **Trampa de grasas de planta de tratamiento de aguas residuales**



Fuente: [Fotografía Julio de León]. (Panajachel, Sololá. 2020). Colección particular. Guatemala.

En la figura 7, se muestra la infraestructura del área de tratamiento o captación de las grasas y aceites de la planta de tratamiento de aguas residuales “Los Cebollales”, que está ubicada en el municipio de Panajachel.

## **6. PROPUESTA DE SOLUCIÓN**

El manejo que se le dan a los aceites de cocina usados, en los restaurantes del municipio de Panajachel, es muy poco conocido, esto debido a que no se ha generado información, al continuar, con nuevas investigaciones, relacionadas a los aceites de cocina usados, permitirá generar estrategias y alternativas, para su manejo de forma adecuada. Los 62 encargados de los restaurantes que participaron en la investigación están en la disponibilidad de poder apoyar en el cuidado del ambiente, por lo cual se propone lo siguiente:

### **6.1 Implementación de ruta de recolección de ACU**

En el Código Municipal (2002) se establece que los:

Servicios públicos municipales, el municipio debe regular y prestar los servicios públicos municipales de su circunscripción territorial y, por lo tanto, tiene competencia para establecerlos, mantenerlos, ampliarlos y mejorarlos [...] garantizando un funcionamiento eficaz, seguro y continuo y, en su caso, la determinación y cobro de tasas y contribuciones equitativas y justas. Las tasas y contribuciones deberán ser fijadas atendiendo los costos de operación, mantenimiento y mejoramiento de calidad y cobertura de servicios. (art. 72)

El artículo 72 del Código Municipal establece las herramientas y la base legal para poder implementar mejoras en la recolección de los residuos sólidos, en la cual están los residuos especiales, como los ACU. Al ser un residuo

especial, si no se le brinda un manejo y tratamiento adecuado, puede llegar a ocasionar un mayor daño al ambiente y sus recursos naturales.

Llevar a cabo la implementación de una ruta de recolección de residuos especiales, en el municipio de Panajachel, en la cual se establezcan días y horarios de recolección, permitirá que cada vez, se sumen más comercios y personas individuales al manejo adecuado de los aceites de cocina usados.

Es importante, como primer paso, capacitar al personal que realizará la actividad, que les permita conocer cuál es el manejo adecuado que se le da a los aceites, al momento de realizar la recolección, su traslado y acopio, antes de reutilizarlo o comercializarlo.

Para su acopio, se debe de definir el lugar y los recipientes donde se acopiará el aceite, se sugiere habilitar un espacio en el centro de acopio de reciclaje que se ubica en el municipio, ya que cuenta con piso de cemento y una galera que protegerá al aceite del polvo, lluvia y otros contaminantes que puedan degradar aún más su calidad. Trazar la ruta de recolección definir día y horario de recolección, visita a los comercios para dar a conocer el proyecto de recolección de ACU, para dar a conocer el programa de recolección, días y horarios en las cuales funcionara la ruta, así como una charla sobre el beneficio de darle un manejo adecuado a los aceites.

Al estar definido el personal, lugar de acopio, transporte y los restaurantes que participaran en el inicio de la recolección, se debe de contar con una bitácora de control para llevar un registro de los restaurantes participantes, la cantidad de aceites que desechan y entregan, el tipo de recipiente en que lo entregan, así como la integración de nuevos comercios en la entrega de sus aceites.

Es importante que cada vez que se realicen las recolecciones se puedan anotar los pros y contra al llevar la actividad.

La bitácora de campo permitirá poder tomar acciones que mejoren el servicio de recolección de los aceites de cocina usados. Es necesario, que la municipalidad, realice acercamientos con otras instituciones a nivel del municipio, departamental y nacional, con el objetivo de fortalecer el proceso del manejo y tratamiento adecuado de los aceites.

La alianza con otras instituciones permitirá mejorar, en aspectos administrativos, económicos y de gestión de insumos, como, toneles, guantes, gabacha, canecas o bidones (estos se les darán a los comercios para que acopien el aceite, si en caso no tuvieran).

El costo inicial de implementación de la ruta de recolección de los aceites de cocina usados tiene un aproximado a los 45,500 mil quetzales, de los cuales más del 76.7 %, es por la compra del vehículo, un 13.5 % costo por la contratación de dos personas, dicho costo, se mantendrá mes a mes, en cambio el del vehículo, será una sola inversión.

La Municipalidad de Panajachel actualmente cuenta con una ruta de recolección de material reciclable, como el plástico PET, vidrio, cartón papel. Por lo cual se sugiere que se utilice al mismo personal, el quipo, herramientas e instalaciones que ya se cuentan, con la salvedad de realizar las mejoras que sean necesarias para darle un manejo adecuado a los aceites de cocina usados. Para llevar a cabo la actividad es necesario que se cuente con un mínimo de dos personas, transporte, el cual puede ser un vehículo tipo *pick up*, recipientes de 5 galones o en su caso toneles de plástico.



## 7. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

A continuación, se presentan los resultados obtenidos, al realizar la encuesta a encargados de los restaurantes del municipio de Panajachel, en este se pretendía conocer la cantidad y el manejo que le dan a los aceites de cocina usados. En el apartado de apéndices, se puede visualizar la encuesta realizada, así como todos los resultados obtenidos, los cuales se encuentran tabulados en tablas y gráficas.

La investigación se llevó a cabo con la participación de 62 restaurantes, que se ubican en el municipio de Panajachel, que utilizan aceite vegetal. Asimismo, se logró estimar que más del 79 % de los comercios, tienen más de 5 años de funcionamiento y que el 66 % son de servicio completo, un 16 % son comedores y un 14 % indican que son de comida rápida, como se logra visualizar en las respuestas que se dieron para las preguntas 3 y 4, las cuales se pueden ver en los apéndices 5 y 6.

La marca y presentación comercial de aceite que adquieren los comercios dio como resultado que son la marca Ideal con ms del 40 %, Patrona con más del 20 % y variado con más del 22 %, esta última es debido a que la presentación en la que se compra es en caneca (presentación de 5 gal.), y es distribuida por empresas que no se ubican en el municipio. En cuanto al volumen, en que lo adquieren más del 87 % lo adquiere en presentaciones mayores a un galón, como lo describe los cuadros de los apéndices 8 y 9.

La cantidad de aceite que los restaurantes adquirieron para el mes de agosto del 2020 fue de 226 galones mensuales, en relación, a lo que indicaron

que compraban antes de la COVID-19, que fue de aproximadamente 282 galones/mes. Y desecharon un promedio de 181 galones mensuales. Los apéndices 10, 11 y 13 se encuentra las tablas a mayor detalle. Es de tomar en cuenta que el galón que los participantes describen, en realidad son 3 litros, como se aprecia en el apéndice 24. Por lo cual se aplicó un factor de corrección de 0.79260238, el cálculo de factor de corrección se describe en el apéndice 25.

Tabla V. **Aceite Usado de cocina antes y durante la COVID-19**

Año	Recolección de aceites antes de la COVID-19 y durante la COVID-19	Factor de corrección	Promedio galones		Total anual
			Campo	Corregido	
2019	Antes de la COVID-19	0.79260238	224	178	2,136
	Recolección por Amigos				1,609
	Pendiente de recolectar				527
2020	Volumen adquirido en agosto	0.79260238	226	179	
	Volumen desechado en agosto	0.79260238	181	143	
	Recolección por Amigos del Lago.		100	100	
	Agosto				
	Pendiente de recolectar		81	43	

Fuente: elaboración propia.

De acuerdo con el análisis de la Tabla III, la organización Amigos del Lago, que actualmente está recolectando los aceites de cocina usados, en algunos de

los restaurantes de Panajachel, como se puede ver en el anexo 1, para agosto del 2020, recolecto 100 de los 143 galones que en promedio desecharon los comercios.

El tiempo de uso que le dan al aceite en los restaurantes es de menos de una semana (67.74 %), y un 22.5 % indicaban que le daban un solo uso, antes de ser dispuestos o colocados en un recipiente de plástico, que, en la mayoría de los casos, eran los mismos recipientes en donde venía el aceite.

El 61.29 % de los comercios indicaron que, si le daban algún tipo de manejo o tratamiento a los aceites de cocina ya usados, como se puede ver en los apéndices 15, 16 y 17. Los ACU se los llegaban a recolectar, organizaciones como Amigos del Lago, la AMSCLAE y recolectores de aceites ambulantes, pero que no existía una continuidad en la recolección, lo que provoca, que no exista disciplina, en el acopio del aceite. De acuerdo con los resultados obtenidos, se acepta la hipótesis nula: los restaurantes del municipio de Panajachel, que utilizan aceite para la preparación de los alimentos, conocen cuál es el manejo adecuado al momento de desechar los aceites.

La investigación por ser de tipo descriptivo no requiere la validación estadística de las hipótesis planteadas, la información generada no permite validar. “Estas hipótesis se utilizan a veces en estudios descriptivos, para intentar predecir un dato o valor en una o más variables que se van a medir u observar” (Hernández *et al.*, 2010, p. 108).

El 31.78 % de los de los encargados restaurantes indicaron que no le dan ningún tipo de tratamiento o manejo adecuado a los aceites, pero que, al momento de terminar la vida útil del aceite, lo disponían en un recipiente plástico, pero que por la falta de conocimiento y de una entidad responsable en su

recolección, se han acercado a los recolectores de desechos sólidos municipales (camión recolector), para entregárselos, con los residuos inorgánicos. Un 25 % de los que no le dan ningún tratamiento, lo disponen de forma directa al alcantarillado público.

Muchos de los encuestados mostraron interés (más del 88.71 %) por asistir a capacitaciones sobre el manejo adecuado del aceite de cocina usados, un 8.06 % indicó que tal vez, asistirá, siempre y cuando no interrumpiera en su hora laboral, esto se puede ver reflejado en el apéndice 20.

Las instituciones que han brindado el servicio de recolección de aceites de cocina en la cuenca del lago de Atitlán y, por ende, en el municipio de Panajachel, son la AMSCLAE y Amigos por el Lago. En algunos restaurantes indicaron que estas instituciones les han brindado en algún momento el servicio de recolección de los ACU, pero a pesar de eso, más del 41 % de encargados de los restaurantes consideran que la institución que debe de ser la responsable de la recolección de los aceites de cocina usados es la Municipalidad de Panajachel, ya que es la encargada de velar por el bienestar de la población.

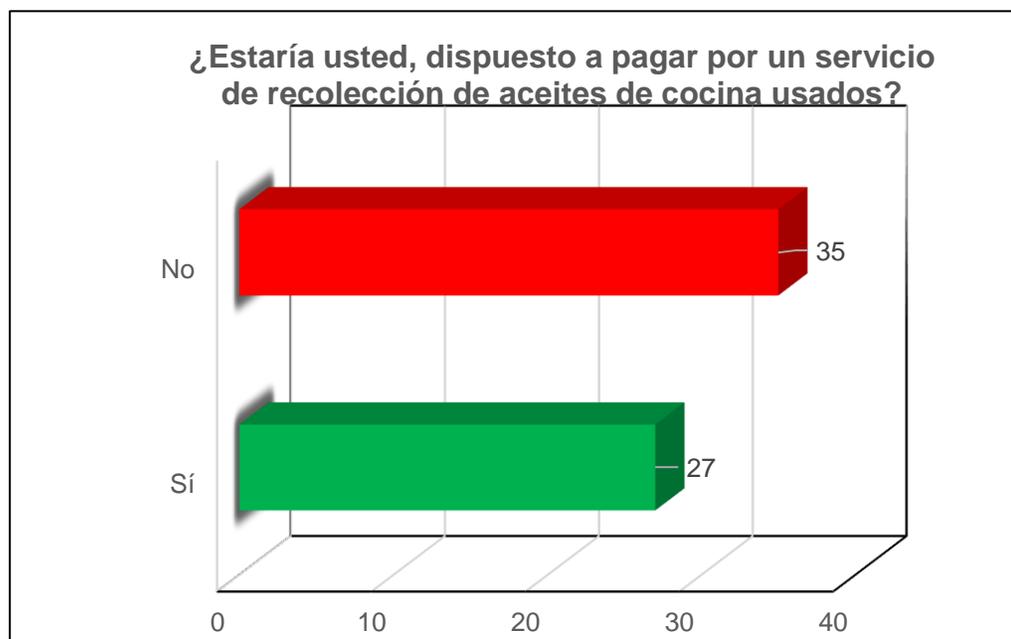
El Ministerio de Ambiente, con un 33.87 %, es la organización que le sigue y en un tercer puesto la AMSCLAE con un 19.97 %, como se describe en el apéndice 21.

Para lograr una mejor recolección y disminución de la contaminación del río San Francisco y el lago de Atitlán, los participantes consideraron que se debe de contar una ruta de recolección de forma permanente y continua: un 40.32 % cree que debe de ser cada 30 días, un 30.65 % cada semana y 24.19 % considera que debe de ser cada 15 días.

El 56.45 % de los participantes indicaron que, si se implementa una ruta de recolección de aceites de cocina usados, el servicio no debe tener ningún costo, como se indican en el apéndice 23.

Los participantes indicaron que no están dispuestos a pagar, ya que las organizaciones, que en su momento les han dado el servicio de recolección de los aceites, lo han realizado de forma gratuita y que hasta les han brindado recipientes, pero que han dejado de llegar; otros expresaban que dentro de las tasas municipales que pagan, está la de extracción de basura, por lo cual ya pagan por la recolección de los aceites. Un 43.55 % estaría dispuesto a pagar si se implementa una ruta que sea permanente y que cuente con personal capacitado. Indicaron que si es por el cuidado del ambiente y en especial del lago de Atitlán harían el esfuerzo.

Figura 8. **Pagarían por la recolección de ACU**



Fuente: elaboración propia.



## 8. COSTOS APROXIMADOS Y ANÁLISIS FINANCIERO

En este capítulo, se presenta el costo final del estudio, así como los costos aproximados para la implementación de la ruta de recolección de los aceites de cocina usados.

### 8.1 Costo del estudio

A continuación, se presenta el presupuesto de las diferentes actividades que se llevaron a cabo, para realizar la investigación, en la cual se tomaron en cuenta los recursos humanos y materiales que fueron utilizados.

Tabla VI. **Costos del estudio**

N.º	Descripción	Cantidad	Unidad	Costo
01	Computadora para elaboración de protocolo e investigación.	1		Q8,500.00
02	Equipo técnico (Investigador y asistente).	2	Personas	Q48,000.00
03	Asesor	1	Persona	Q2,500.00
04	Levantamiento de información de campo.	60	Días	Q12,000.00
05	Análisis de información.	15	Días	Q5,000.00
06	Impresora.			Q2,500.00
07	Resmas de papel.	6	Resmas	Q240.00
08	Lapiceros, engrapadora, folder, ganchos.		Unidades	Q250.00
09	Encuadernación.	10	Unidades	Q500.00
10	Gastos imprevistos.	10 %		Q7,950.00
	<b>TOTAL</b>			<b>Q87,440.00</b>

Fuente: elaboración propia.

## 8.2 Presupuesto financiero de ruta de recolección de ACU

Es importante determinar cuál es el costo aproximado de la implementación de la ruta de recolección de aceites de cocina usados, la cual se plantea como una alternativa de solución.

### 8.2.1 Presupuesto económico de propuesta de solución

A continuación, se presenta el costo inicial, para la implementación de la ruta de recolección de los aceites.

Tabla VII. **Equipo y costos de ruta de recolección de ACU**

N.º	Descripción	Cantidad	Unidad	Costo
01	Capacitación al personal	2		Q400.00
02	Personal para llevar a cabo la recolección.	2	Personas	Q6,150.20
03	Combustible para el vehículo	4	Galones	Q100.00
04	Bidones o canecas (bote plástico).	50	Unidades	Q1,000.00
05	Impresión de bitácora	2	impresiones	Q2.00
06	Compra de vehículo	1	Unidad	Q35,000.00
07	Gabachas para el personal	4	Unidad	Q140.00
08	Guantes de cuero	4	Pares	Q140.00
09	Lapiceros, engrapadora, folder, ganchos.	1	Unidades	Q50.00
10	Material didáctico para dar a conocer la ruta a los restaurantes.	96	Kits	Q450.00
11	Gastos imprevistos	5 %		Q2171.00
<b>TOTAL</b>				<b>Q45,603.81</b>

Fuente: elaboración propia.

De acuerdo con los datos de la tabla V, para la implementación de la ruta de recolección de los aceites de cocina desde cero, en el municipio de Panajachel, se debe de invertir un total de Q45,603.81, de los cuales el porcentaje más alto de inversión será en la compra del vehículo tipo *pick up*, que servirá para realizar el recorrido y recolección de los aceites de cocina en los diferentes comercios de Panajachel.

Asimismo, se debe de crear dos plazas de trabajo, con una inversión de Q6,150.20 mensual. Las personas que sean contratadas deben de ser capacitados, ya que ellos, serán los encargados de realizar las visitas e invitación a los encargados de los restaurantes, a integrarse a la ruta de recolección de los aceites de cocina usados. Se considera la compra de 50 canecas o botes plásticos (con capacidad de 5 galones), que se les entregarán en los restaurantes que no cuenten con un recipiente adecuado para acopiar los aceites.

Se tiene estipulada la entrega de un kit informativo en el que se incluirá días de recolección, horarios, beneficios del manejo adecuado de los aceites, entre otras, para lo cual se estima una inversión de Q450.00 para reproducir 96 kits informativos.

Se debe de tomar en cuenta que actualmente, Amigos del Lago realiza la recolección de aceites de cocina usados, pero no le da una cobertura, al total de restaurantes, por lo cual, la ruta que se implemente dará la cobertura al 100 % de los restaurantes del municipio.

### **8.2.2 Presupuesto mensual de propuesta de solución**

Se presenta la información del costo mensual aproximado que la municipalidad tendrá que efectuar para darle sostenibilidad a la ruta de

recolección de aceites de cocina usados en el municipio de Panajachel.

Tabla VIII. **Costo mensual de ruta de recolección de ACU**

<b>N.º</b>	<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>Costo</b>
01	Personal para llevar a cabo la recolección	2	Personas	Q6,150.20
02	Combustible para el vehículo	1	Galones	Q100.00
03	Impresión de bitácora	2	impresiones	Q2.00
04	Gabachas para el personal	2	Unidad	Q70.00
05	Guantes de cuero	2	Pares	Q70.00
06	Lapiceros, engrapadora, folder, ganchos	1	Unidades	Q50.00
07	Gastos imprevistos (servicio del vehículo)	2 %		Q125.00
<b>TOTAL (mes)</b>				<b>Q6,567.20</b>
<b>TOTAL (ANUAL)</b>				<b>Q78,806.40</b>

Fuente: elaboración propia.

Para la sostenibilidad de la ruta de recolección de los aceites de cocina usados, se estima que la municipalidad de Panajachel realizará una inversión de Q6,567.20 de forma mensual, de los cuales, el 93.65 % de la inversión mensual se enfocaría al pago del personal que llevará a cabo la recolección de los aceites de cocina usados, lo que equivale al salario mínimo establecido por el Ministerio de Trabajo.

Según el acuerdo gubernativo 320-2019, para actividades no agrícolas el salario mensual debe ser Q2,825.10, más una bonificación incentiva de Q250.00, lo que suma un total de Q3,075.10.

Un gasto de Q100.00 mensuales para el combustible del vehículo, para un

recorrido, aproximado de 15 km por día, (recorrido aproximado de los camiones recolectores de desechos sólidos es de 45 kilómetros).

Se programa la compra de gabachas y guantes para el personal con un costo de Q70.00, la impresión de la bitácora de control y monitoreo de los participantes por Q2.00, así como gastos imprevistos de Q125.00, el cual se enfoca, en el servicio regular que se le deba de realizar al vehículo, como cambio de aceite, revisión y cambio de frenos, otros imprevistos que tengan relación con el vehículo, al mismo tiempo, si es necesario realizar alguna compra para la mejora y ampliación de la ruta.

Es de tomar en cuenta que al inicio de la ruta se podría obviar la contratación de personal nuevo, ya que, al establecer la recolección, con un tiempo aproximado de 5 minutos, para llevar a cabo la actividad por cada restaurante, se contempla aproximadamente 5 horas con 10 minutos, los cuales se puede realizar en una mañana, ya que el horario laboral es de 8 de la mañana a 1 de la tarde y se reactiva de 2 de la tarde a 5 de la tarde. Asimismo, se plantea que la ruta, en un inicio, programe la recolección de los aceites de cocina usado de los restaurantes, una vez al mes.

### **8.3 Análisis financiero de propuesta de solución**

El análisis de la inversión que se debe realizar, enfocado en dos variables: el número de participantes y la cantidad de aceites que desechan permite determinar el costo real de la implementación de la ruta, por número de usuarios y cantidad de recolección de ACU.

Tabla IX. **Tabulación de información**

<b>N.º</b>	<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>Costo</b>
01	Restaurantes que participaron	62		
02	Restaurantes que no participaron	34		
03	Total de restaurantes	96		
04	Aceite desechado promedio (año)	1716	Galón	
05	Costo de inversión para implementación de ruta.	1		Q45, 603.81
06	Costo de inversión anual para sostenibilidad de ruta.	1		Q78,806.40

Fuente: elaboración propia.

En la tabla VII se visualiza la estimación de costo de implementación y de la sostenibilidad mensual del proyecto propuesto, así como el número de usuarios que se les puede dar el servicio, el cual tiene un mínimo de 62 participantes. Estos se pueden ubicar por su nombre y dirección (nombre de la calle o avenida), como se muestra en el apéndice 4.

Tabla X. **Desecho mensual y promedio de ACU por participante**

<b>N.º</b>	<b>Descripción</b>	<b>Desecho (gal)</b>	<b>Participantes</b>	<b>Promedio (gal/participante)</b>
01	Desecho de ACU agosto 2020	143.00	62	2.31
02	Desecho de ACU (aproximado para el total de restaurantes)	221.80	96	

Fuente: elaboración propia.

Tabla XI. **Relación de inversión versus participantes (Q./participantes)**

<b>N.º</b>	<b>Descripción</b>	<b>Inversión</b>	<b>Participantes</b>	<b>Relación</b>
01	Inversión/número de participantes	de Q45,603.81	62	Q735.55
02	Inversión/total restaurantes	de	96	Q475.04
03	Sostenibilidad (mensual) / participantes de ruta solo	Q6,567.20	62	Q105.92
04	Sostenibilidad (mensual) / restaurantes de ruta total de		96	Q68.41

Fuente: elaboración propia.

El costo inicial de la implementación de la ruta es mayor a los Q45 mil, por lo cual se calcula que por cada usuario se invertirá un mínimo de Q475.04 a un máximo de Q735.55, si se toma en cuenta el rango de participantes que puede variar entre los 62 a 96 restaurantes.

El costo de sostenibilidad mensual por usuario, si solo se toman en cuenta los 62 restaurantes participantes es de Q105.92, el cual, entre más usuarios o participantes se tomen en cuenta, este costo descenderá, por lo cual, se debe de tomar en cuenta a la mayor cantidad de restaurantes que deseen participar y que desejen aceite de cocina usado.

Tabla XII. **Desecho de ACU (año) versus inversión de implementación**

<b>N.º</b>	<b>Descripción</b>	<b>Inversión</b>	<b>Participantes</b>	<b>Desecho de ACU (gal/año)</b>	<b>Relación (Q./gal)</b>
01	Inversión / desecho de ACU por participantes	Q45,603.81	62	1,716.00	Q26.57
02	Inversión/desecho de ACU, total de restaurantes		96	2,661.60	Q17.13

Fuente: elaboración propia.

Con una inversión de Q45,603.81 y con una producción de desecho de aceites de 1,716 galones aproximadamente anual, por parte de los 62 restaurantes participantes (media mensual de 143), el costo por cada galón de aceite recolectado sería de Q26.57, pero si se tomara a toda la población de restaurantes (96) con una media de producción de 2.31 galones al mes por restaurante, como se ve en la tabla VIII, el costo de recolección bajaría a Q17.13 de inversión municipal por cada galón que se recolecte.

Tabla XIII. **Desecho de ACU versus costo mensual**

<b>N.º</b>	<b>Descripción</b>	<b>Inversión</b>	<b>Participantes</b>	<b>Desecho de ACU (gal/año)</b>	<b>Relación (Q./gal)</b>
01	Sostenibilidad de ruta (mensual) / desecho de ACU participantes	Q6,567.20	62	143.00	Q45.92
02	Sostenibilidad de ruta (mensual) / desecho de ACU total de restaurantes		96	221.80	Q29.61

Fuente: elaboración propia.

En la tabla XI se presenta una relación del costo de sostenibilidad de la ruta y la cantidad de galones de aceite que se recolectaría; en las tablas IX y XI se ejemplifica que tienen relación en cuanto al costo. Esto permitió, calcular una posible tasa de cobro por el servicio, es decir, que se puede cobrar por número de usuarios o por volumen de desecho. En la tabla XI se expone que el precio de recolección de cada galón de aceite, si solo se toma en cuenta a los 62 restaurantes, sería de Q45.92 por cada galón recolectado, esto se multiplica por 2.31 galones que, en promedio, desechan los restaurantes daría un total de Q 106.07 (varía por la aproximación que se realizó, en la tabla IX se muestra un valor de Q105.92).

Si se toman en cuenta los 96 restaurantes, el costo por cada galón recolectado en promedio será de Q29.61. Los valores están estimados al desecho de aceites del mes de agosto del 2020, por lo cual se puede decir que dichos valores disminuirán conforme la situación mejore y se adquiera mayor cantidad de aceite para la preparación de alimentos.

#### **8.4 Costo beneficio de la propuesta de solución**

El tratamiento de un litro de aceite en una planta de tratamiento de aguas residuales en España, según González y González J. (s.f.), es de 0.46 euros, al cambio del día (20 de octubre del 2020) que es de Q9.20 por 1 euro, da como resultado de Q4.23 por litro de aceite desechado. Anualmente se desechan más de 6,495 litros de aceite. Lo cual refleja una inversión en tratamiento de aproximadamente Q27,486.84.

Al costo de tratamiento de los aceites, se le puede sumar que, si no se le da un manejo y tratamiento adecuado, un litro de aceite contamina mil litros de agua, lo que equivale a una contaminación de 0.023 % del volumen de agua que

contiene el lago de Atitlán, el cual es de aproximadamente 28.6 millardos de litros de agua.

La contaminación y el deterioro del ambiente también ocasionaría disminución del número de visitantes a la región. Según el Instituto Guatemalteco de Turismo, en 2019, se tuvo un registro de visitantes de 233, 452. El turismo es la mayor fuente de ingresos y de generación de empleo, para el municipio de Panajachel y los municipios que se localizan dentro de la cuenca del lago de Atitlán.

Si la contaminación persistiera y se tuviera una disminución del 10 % de turistas, equivalentes a 23,345 personas, los cuales gastan un promedio de Q200.00 por día, reflejaría una pérdida económica de Q4,669,000.00 anual.

El 10 % de pérdida de turista se estimó de la siguiente manera, en la cuenca del lago Atitlán, los 5 municipios más visitados son: Panajachel, San Pedro La Laguna, Santiago Atitlán, San Juan La Laguna y San Marcos La Laguna.

Si se divide el total de visitantes registrados entre los 5 municipios, se obtiene un resultado de 46,690 visitantes por municipio. En esta investigación que se llevó a cabo en el municipio de Panajachel, se estimó una pérdida del 50 % de visitantes para el municipio de Panajachel, lo que da un valor de 23,345 turistas que dejarían de visitar el municipio. Estos datos son estimaciones.

Los mayores beneficios serán ambientales, es decir que se dejará de contaminar los recursos naturales no renovables: el suelo (destruye el humos y acaba con la fertilidad del suelo), el agua (el aceite por ser de una densidad menor a la del agua, crea una capa que no permite el intercambio de oxígeno) y el aire (olores fétidos y nauseabundos). Además, se favorece la estabilidad en cuanto al

número de visitantes, por lo cual no se perderán los más de 4.6 millones de quetzales anuales.

La inversión o costo inicial para la implementación de la ruta de recolección de aceites de cocina usados, en el municipio de Panajachel es de Q45,603.81, sostenibilidad anual de Q78,806.40 y el costo del tratamiento de grasas y aceites en la planta de tratamiento de aguas residuales de Q27,486.84, lo cual suma un total de Q151,896.84 para el primer año de funcionamiento.

Relación (B/C) = Q4,669,000 / Q151,896.84 = 30.74

Relación (B/C) = 30.74

El análisis realizado, de beneficio costo, indica que por cada quetzal que se invierta en la implementación de la ruta de recolección de aceites de cocina usados, en el municipio de Panajachel, se tendrá un ahorro de Q30.74.

Es importante recalcar que el mayor impacto que se tendrá será en pro del ambiente. La relación de beneficio costo es mayor a 1, lo cual indica que se recomienda llevar a cabo la propuesta planteada.

## **8.5 Propuesta económica de ruta de recolección ACU**

Al analizar el presupuesto de implementación y sostenibilidad de ruta de recolección de aceites de cocina usados, se propone tomar en cuenta los siguientes aspectos con la finalidad de tener una mejor viabilidad económica para su implementación.

- Que no se contraten a dos personas para llevar a cabo la recolección de aceite, esta actividad de recolección lo pueden hacer las personas que actualmente laboran en el área de recolección y separación de material

reciclable. Con lo cual disminuiría la sostenibilidad de la ruta a Q417.00 mensuales.

- Que dentro del equipo y herramientas que se proponen adquirir para la implementación de la ruta de recolección de ACU, no se adquiriera el vehículo tipo Pick Up, con un valor de Q35,000.00, y que se utilice la moto carga que está asignado a la recolección de material reciclable, se realizaran más viajes, pero permitirá iniciar la ruta con una inversión de Q10,603.81.
- Con la disminución de la compra del vehículo y del personal, la implementación de la ruta tendría un costo de Q4,453.61 y un costo mensual de Q417.00, el cual le da una mayor posibilidad para su implementación, pero se sugiere estimar dichas inversiones en un futuro próximo.
- Las visitas y capacitaciones a los encargados de los restaurantes del municipio de Panajachel sean realizadas por el personal administrativo de la Dirección de Gestión Ambiental de la municipalidad de Panajachel, en coordinación con instituciones presentes en el municipio, que dentro de sus objetivos de trabajo este lo ambiental.

## **9. EVALUACIÓN DE FACTIBILIDAD DE LA PROPUESTA**

En este capítulo del trabajo de graduación, se describe el análisis y la evaluación que demuestra que la propuesta de solución puede ponerse en marcha y mantenerse, ya que se ha realizado un planteamiento que se adecua a la situación del municipio, que contempla los retos que involucra y su sostenibilidad de funcionamiento.

### **9.1 Factibilidad de mercado de la propuesta**

Se priorizo realizar el estudio y la propuesta de mejora, por medio de la implementación de la ruta de recolección de aceites de cocina usados en el municipio de Panajachel, ya que es uno de los tres municipios más visitados por turistas nacionales e internacionales a nivel nacional. Esto ha dado lugar a que el servicio de alimentación que se presta sea de gran magnitud, que tienden a generar una alta cantidad de desechos y residuos sólidos. Se cuenta con información de los 62 restaurantes que participaron en la investigación, el cual reflejo que, durante agosto del 2020 desecharon en promedio 143 galones, pero la población total es de 96.

El desecho del aceite por parte de los restaurantes en el municipio es alto, se calcula más o menos que del 100 % de aceites que adquieren los comercios como aceite nuevo, aproximadamente desechan el 80 %, por lo cual, se prevé que existe una alta cantidad de aceite que aún no se conoce que es lo que hacen los comercios, a esto se le puede agregar a un futuro los más de 5 mil hogares.

## **9.2 Factibilidad ambiental de la propuesta**

En el municipio de Panajachel, no existe una propuesta concreta acerca de aceites vegetales. La mayoría de los estudios están enfocados en el manejo de residuos o desechos sólidos, enfocándose en tres áreas, orgánico, inorgánico y reciclables. Por ello, la investigación e implementación de la propuesta de solución será una herramienta clave para disminuir la contaminación del suelo, el río y el lago de Atitlán. Este estudio brindará las herramientas para dar inicio a nuevos proyectos, con base en una línea base de información del número, calidad y cantidad de aceite que se desecha en el municipio.

Se estima que por cada litro de aceite al que no se le dé un buen manejo y se deseché de forma no adecuada al drenaje y llegue al río o al lago, se puede contaminar 1,000 litros de agua. Asimismo, la interacción de los aceites, grasas, jabones y detergentes provocan el taponamiento de las tuberías de drenaje por la generación de cúmulos.

## **9.3 Factibilidad económica de la propuesta**

La implementación de la propuesta de solución, la ruta de recolección de aceites de cocina usados es factible económicamente, si se toma en cuenta, implementarla con los recursos que ya se cuentan, es decir, que, para iniciar la ruta, no se compre el vehículo ni se contrate a personal nuevo. Con estos ajustes, la inversión inicial de la implementación sería aproximadamente de Q4,453.61 y una inversión de sostenibilidad del proyecto de aproximadamente Q417.00.

## **9.4 Factibilidad social de la propuesta**

Al analizar el costo beneficio de la propuesta de implementación de la ruta

de recolección de los aceites de cocina usados, se logró determinar que la inversión puede ser alta, pero los beneficiados no solo serán los más de 18 mil habitantes del municipio de Panajachel, también los visitantes y la población que se encuentra alrededor de la cuenca del lago de Atitlán. Conforme se amplíe la ruta, tanto en usuarios como en volumen de recolección, el costo beneficio será menor; es decir, mayor beneficio a un menor costo.

Por las razones expuestas, se determinó que la factibilidad económica será enfocada en los ejes ambiental y social, debido a que se verá reflejado principalmente en la cantidad de agua que se dejará de contaminar por cada litro de aceite vegetal que se recolecte y se le dé un manejo adecuado. Asimismo, los ACU pueden ser transformados en nuevos productos: jabones, biodiesel, barniz, entre otros, los cuales pueden ser comercializados para generar nuevos ingresos.

## **9.5 Factibilidad legal**

Para la cuenca del lago de Atitlán, el Reglamento de Descargas de Aguas Residuales en la Cuenca del lago de Atitlán, acuerdo gubernativo 12-2011, en los artículos: Art. 11. Límites máximos permisibles para las descargas al Lago de Atitlán. En el parámetro de grasas y aceites, para el año 2013 solo está permitido 10 miligramos por litro Art. 12. Límites máximos permisibles para las descargas a ríos, riachuelos, quebradas y zanjones. En el parámetro de grasas y aceites, para el año 2013 solo está permitido 10 miligramos por litro.



## CONCLUSIONES

1. Mediante la investigación realizada se determinó que 62 de los 96 restaurantes del municipio de Panajachel, departamento de Sololá, desecharon 143 galones de aceite de un total de 179 galones de aceite adquirido, durante agosto del 2020, lo que equivale como mínimo a más 6,495 litros por año, (1,716 gal/año), dicho dato tiende a variar de manera creciente en las épocas de mayor afluencia de turismo.
2. Se comprobó que el 100 % de los restaurantes que funcionan en el municipio de Panajachel, Sololá, Guatemala, utilizan aceite de cocina dentro de sus labores diarias.
3. Se estableció que el 80 % del total de los aceites de cocina usados son desechados en los restaurantes del municipio de Panajachel, lo que equivale a 1,716 galones por año.
4. Se determinó que los restaurantes del municipio de Panajachel que utilizan aceite para la preparación de los alimentos conocen cuál es el manejo adecuado al momento de desechar los aceites. El 82.26 % indicó que lo almacenan en un recipiente de plástico (bote), que, en la mayoría de los casos, era en el mismo recipiente en el que venía el aceite nuevo. Del total de participantes, el 61.29 % si le dan algún tipo de manejo, tratamiento y reutilización, a la mayoría de los restaurantes les recolectaban el aceite de cocina usado.

5. La propuesta de implementar una ruta de recolección de los aceites de cocina usados, en los 96 restaurantes, permitirá realizar una recolección de los aceites de cocina usados en el municipio de Panajachel, de forma eficiente y eficaz, lo cual ayudaría a mitigar el impacto de los aceites de cocina usados de los restaurantes del municipio de Panajachel, Sololá, Guatemala.
6. La propuesta de acción reflejó que se requiere invertir Q124,410.21, dividido en dos fases: el costo de la implementación Q45,603.81 y la sostenibilidad anual por Q78,806.40.
7. Los beneficios que se obtendrán al implementar la propuesta de acción serán el ahorro en el tratamiento de los aceites en una planta de tratamiento de aguas residuales, el cual equivale aproximadamente a Q27,486.84 anual y que los aceites de cocina usados no lleguen a contaminar las aguas del lago de Atitlán.

## RECOMENDACIONES

1. Aprovechar el liderazgo de la Municipalidad de Panajachel en el manejo de los residuos sólidos, ya que es una de las atribuciones municipales, según lo establece el Código Municipal.
2. Capacitar al personal técnico y administrativo en el manejo adecuado de los residuos especiales, como el aceite, electrónicos, baterías; además, proveer los insumos necesarios para realizar un manejo adecuado a los residuos especiales.
3. Capacitar a los entes generadores para que se capacite al personal de los restaurantes, comedores, ventas ambulantes, entre otros, acerca del manejo de residuos como el aceite.
4. Realizar alianzas interinstitucionales para fortalecer y mejorar la implementación y de ayuda continua en necesidades ambientales.
5. Sumar a la Municipalidad de Panajachel a los esfuerzos actuales de la ONG Amigos del Lago y de la AMSCLAE, que recolectan aceites en la cuenca del lago de Atitlán.
6. Realizar acercamientos y alianzas con el sector privado, especialmente con las empresas que se ubican en el municipio de Panajachel, con el objetivo de generar proyectos de inversión en pro del ambiente.

7. Conseguir el apoyo las empresas que elaborar los productos de las marcas de aceite Ideal y Patrona, ya que esto generaría una nueva alternativa de reutilización de los aceites.

## REFERENCIAS

1. Acuerdo gubernativo 12-2011. Reglamento de Descargas de Aguas Residuales de la Cuenca del Lago de Atitlán. *Diario de Centro América*. Guatemala. 16 de enero de 2011.
2. Acuerdo gubernativo 236-2006. Reglamento de las Descargas y Reusó de Aguas Residuales y de la Disposición de Lodos. *Diario de Centro América*. Guatemala. 4 de mayo de 2006.
3. AQUAE Fundación. (2020). *¿Cómo se recicla el aceite usado?* Recuperado de <https://www.fundacionaquae.org/como-se-recicla-el-aceite-usado/>
4. Arias, M. y Ibarra-Mojica, D. (2017). *Saponificación artesanal de aceites de cocina usados, provenientes del municipio de Charalá*. Documentos de trabajo ECAPMA. Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Ingeniería Ambiental. Bucaramanga, Colombia. Recuperado de <https://doi.org/10.22490/ECAPMA.2778>
5. Aula Fácil (2020). *Desechos especiales*. Recuperado de <https://www.aulafacil.com/cursos/medio-ambiente/gestion-de-residuos/residuos-especiales-l19810>
6. Autoridad para el Manejo Sustentable del Lago de Atitlán y su Entorno. (2018). *Memoria de labores 2018*. Guatemala. Autor.

7. Balestrini, M. (2006). *Como se elabora un proyecto de Investigación*. BL Consultores. Recuperado de [https://issuu.com/sonia\\_duarte/docs/como-se-elabora-el-proyecto-de-inve](https://issuu.com/sonia_duarte/docs/como-se-elabora-el-proyecto-de-inve)
8. Chato, E. Tipantuña, M. Galarza, C. y Lindao, A. (2019). *Elaboración de jabón Sakura realizado a base de aceite reciclado, provincia de Pastaza, año 2019*. Pastaza, Ecuador: Universidad Estatal Amazónica.
9. Decreto 12-2002. Código Municipal. *Diario de Centro América*. Guatemala. 13 de mayo de 2002.
10. Díaz, O. (2014). *Sistema de recolección de aceite usado para conversión de biodiesel* (tesis de licenciatura). Universidad Nacional Autónoma de México, México. Recuperado de <http://132.248.9.195/ptd2015/febrero/0725171/Index.html>
11. Elías, X. (2012). *Reciclaje de residuos industriales* (2.<sup>a</sup> ed.). Madrid, España: Díaz de Santos. Recuperado de [https://books.google.com.gt/books?id=8yWSZEBQsXgC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs\\_ge\\_summary\\_r&cad=0#v=onepage&q=aceites%20ricos&f=false](https://books.google.com.gt/books?id=8yWSZEBQsXgC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q=aceites%20ricos&f=false)
12. Energías Biodegradables. (2019). *Energías biodegradables de Costa Rica*. Recuperado de <https://www.energiasbiodegradables.com>
13. Falcon, J. y Herrera, R. (2005). *Análisis del dato estadístico. Guía didáctica*. Universidad Bolivariana de Venezuela. Recuperado de <http://files.pnfa-iuty->

yaracuy.webnode.com.ve/200000046c8762c96c2/Analisis%20del  
%20Dato%20Estadistico.pdf

14. González, I. y González, J. (s.f.). *Aceites usados de cocina. Problemática ambiental, incidencias en redes de saneamiento y coste del tratamiento en depuradoras*. Recuperado de [https://sostenibilidadresiduos.es/media/files/Bibliografia/Codigo\\_17/problematika\\_ambiental\\_aceite.pdf](https://sostenibilidadresiduos.es/media/files/Bibliografia/Codigo_17/problematika_ambiental_aceite.pdf)
15. Hernández, F. (2016). Proyecto guatemalteco que convierte el aceite de cocina en biodiesel. En *Soy502*. Recuperado de <https://www.soy502.com/articulo/reciclanceite-proyecto-innovador-ambientalista-ciudad-24039>
16. Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2010). *Metodología de la Investigación* (5.<sup>a</sup> ed.). Recuperado de [https://www.esup.edu.pe/descargas/dep\\_investigacion/Metodologia%20de%20la%20investigaci%C3%B3n%205ta%20Edici%C3%B3n.pdf](https://www.esup.edu.pe/descargas/dep_investigacion/Metodologia%20de%20la%20investigaci%C3%B3n%205ta%20Edici%C3%B3n.pdf)
17. IAGUA. (2020). *La importancia de la separación de aceites y grasas en el tratamiento del agua residual urbana*. Recuperado de <https://www.iagua.es/noticias/teqma/importancia-separacion-aceites-y-grasas-tratamiento-agua-residual-urbana>
18. Liu, A. y Schrader-King, K. (2018). *Informe del Banco Mundial: Los desechos a nivel mundial crecerán un 70 % para 2050, a menos que se adopten medidas urgentes*. Recuperado de <https://www.bancomundial.org/es/news/press->

release/2018/09/20/global-waste-to-grow-by-70-percent-by-2050-unless-urgent-action-is-taken-world-bank-report

19. Maciá, H. (2019). *La razón por la que nunca deberías tirar el aceite usado por el fregadero*. Recuperado de <https://www.lavanguardia.com/comer/tendencias/20190920/47143365828/aceite-usado-cocina-contaminacion-sarten-fregadero.html>
20. Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. (2015). *Política Nacional para la Gestión Integral de Residuos y Desechos Sólidos*. Guatemala. Autor.
21. Morocho, E. (2019). *Diagnóstico de la generación y disposición final del aceite vegetal residual en restaurantes y locales de comida rápida en la ciudad de Azogues provincia del Cañar* (tesis de licenciatura). Universidad de Cuenca, Ecuador. Recuperado de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/31833/1/Trabajo%20de%20titulaci%c3%b3n.pdf>
22. Muerza, A. (2010). *Medio ambiente y sostenibilidad. Reciclar aceite usado: para qué y cómo*. Recuperado de <https://www.consumer.es/medio-ambiente/reciclar-aceite-usado-para-que-y-como.html>
23. Pablo de León, J. E. (s.f.).
24. Páez, L. (2019). *Red de desarrollo sostenible*. Recuperado de <https://rds.org.co/es/novedades/sistema-de-recoleccion-de-aceite-vegetal-usado-para-la-produccion-de-biodiesel>

25. Preciado, A. (2017). *Evaluación del aceite reciclado de cocina para su reutilización* (tesis de licenciatura). Universidad de Guayaquil, Ecuador. Recuperado de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/30240/1/TESIS%20%20ANA%20GABRIELA%20PRECIADO.pdf>
26. Restrepo, J. E. (2012). El desarrollo sostenible y el reciclaje del aceite usado de cocina a la luz de la jurisprudencia y el ordenamiento jurídico colombiano. *Producción+ limpia*, 7(1), 109-122. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4333909>
27. Rincón Vija, L. (2018). *Reutilización de aceites de cocina usados en la producción de aceites epoxidados*. Recuperado de <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/68873>
28. Rodríguez, J. A. Maldonado, J. M. Muro, M. A. y Miranda, L. G. (2016). *Índice de saponificación de cinco mantecas determinado mediante un micrométodo*. Recuperado de <http://www.fcb.uanl.mx/IDCyTA/files/volume1/1/10/161.pdf>
29. Romero, J. (s.f.). Asociación Amigos del Lago de Atitlán.
30. Yagüe, A. (2003). *Estudio de utilización de aceites para fritura en establecimientos alimentarios de comidas preparadas*. Observatorio de la Seguridad Alimentaria. Recuperado de <https://avdiaz.files.wordpress.com/2008/08/mangeles-aylon-blog.pdf>



## APÉNDICES

Apéndice 1. **Matriz de consistencia de la investigación**

Problemas	Objetivos	Preguntas de investigación	Metodología	Fase final	
<b>Principal</b>	<b>General</b>	<b>Principal</b>	1. Tipo de investigación: aplicada. 2. Nivel de investigación: descriptiva. 3. Metodología de investigación: cuantitativa. 4. Diseño de investigación: no experimental.	<b>Conclusiones</b>	<b>Recomendaciones</b>
No se cuenta con información sobre el manejo que se les da a los aceites cocina en los restaurantes del municipio de Panajachel, Sololá, Guatemala.	Determinar la situación actual y manejo de los aceites de cocina en los restaurantes del municipio de Panajachel, Sololá, Guatemala.	¿Cuál es la situación actual y cuál es el manejo que le dan a los aceites de cocina en los restaurantes del municipio de Panajachel, Sololá?	5. Población: restaurantes que dentro de sus labores diarias utilicen aceite de cocina.	1. Me diante la investigación realizada determinó que la situación actual y el manejo que se le da a los aceites de cocina usados, por parte de los 62 de los 96	1. Fortalecimiento Institucional, la Municipalidad de Panajachel, es la que debe de mostrar liderazgo al frente del manejo de los residuos sólidos. Ya que dentro de sus competencias que dicta el Código Municipal, decreto 12-2002, en su artículo 68,
<b>Secundarios</b>					
Se desconoce el número de restaurantes que dentro de sus labores diarias utilicen aceite para preparar					

Continuación apéndice 1.

<b>Problemas</b>	<b>Objetivos</b>	<b>Preguntas de investigación</b>	<b>Metodología</b>	<b>Fase final</b>
alimentos en el municipio de Panajachel, Sololá, Guatemala.	<b>Específicos</b> Identificar a los restaurantes que funcionan y que dentro de sus labores diarias utilicen aceites para preparar alimentos en el municipio de Panajachel, Sololá, Guatemala.	<b>Complementarias</b> ¿Cuántos restaurantes que funcionan y que dentro de sus labores diarias utilicen aceites para preparar alimentos en el municipio de Panajachel, Sololá, Guatemala?	6. Muestra: 62 encargados de restaurantes fueron encuestados. 7. Técnica: encuesta. 8. Instrumento: encuesta escrita o digital.	Restaurantes antes del municipio de Panajachel, departamento de Sololá desecharon durante agosto: 143 galones de aceite de un total de 179 galones de aceite adquirido, lo que equivale como mínimo a más 6,495 litros por año, (1,716
No se cuenta con un registro de la cantidad de aceite ya usado y que son desechados en los restaurantes del municipio de Panajachel, Sololá, Guatemala.	Identificar a los restaurantes que funcionan y que dentro de sus labores diarias utilicen aceites para preparar alimentos en el municipio de Panajachel, Sololá, Guatemala.	¿Cuántos restaurantes que funcionan y que dentro de sus labores diarias utilicen aceites para preparar alimentos en el municipio de Panajachel, Sololá, Guatemala?	a) Hipótesis H0 = los restaurantes del municipio de Panajachel, que utilizan aceite para la preparación de los alimentos, conocen cuál es el manejo adecuado al momento de desear los aceites.	inciso a). Asimismo, capacitar al personal técnico y administrativo, en aspectos del manejo adecuado de los residuos especiales, como el aceite, electrónicos, baterías, así como el de proveer los insumos necesarios para realizar un manejo adecuado de los residuos especiales.
Se desconoce cuál es el manejo que le dan a los aceites de cocina en los restaurantes en el municipio de Panajachel, Sololá, Guatemala.	Estimar la cantidad de los aceites ya usados y que	¿Cuánto es la cantidad de los aceites ya usados,		El Código de Salud, decreto 90-97, en la sección IV, Desechos

Continuación apéndice 1.

<b>Problemas</b>	<b>Objetivos</b>	<b>Preguntas de investigación</b>	<b>Metodología</b>	<b>Fase final</b>
No existe una propuesta de acción que permita mitigar el impacto de los aceites de cocina de los restaurantes del municipio de Panajachel, Sololá, Guatemala.	son desechos en los restaurantes del municipio de Panajachel, Sololá, Guatemala.  Determinar cuál es el manejo que le dan a los aceites de cocina en los restaurantes en el municipio de Panajachel, Sololá, Guatemala.	que son desechos en los restaurantes del municipio de Panajachel, Sololá, Guatemala?  ¿Cuál es el manejo que le dan a los aceites de cocina en los restaurantes en el municipio de Panajachel, Sololá, Guatemala?	HI = los restaurantes del municipio de Panajachel, que utilizan aceite para la preparación de los alimentos, no conocen cuál es el manejo adecuado al momento de desechar los aceites.	gal/año) , dicho dato tiende a variar de manera creciente, de acuerdo con las épocas de mayor afluencia de turismo.  2. Se identificó que el 100 % de los restaurantes que funcionan en el municipio de Panajachel, Sololá, Guatemala,  sólidos, en su artículo 102. Responsabilidades de las Municipalidades, indica que le corresponde a la municipalidad la prestación del servicio de recolección, tratamiento y disposición de los desechos sólidos.  2. Capacitaciones a agentes generadores; realizar capacitaciones al personal de los restau-

Continuación apéndice 1.

Problemas	Objetivos	Preguntas de investigación	Metodología	Fase final
	Realizar la propuesta de acción que permita mitigar el impacto de los aceites de cocina de los restaurantes del municipio de Panajachel, Sololá, Guatemala.	¿Existe alguna propuesta de acción que permita mitigar el impacto de los aceites de cocina de los restaurantes del municipio de Panajachel, Sololá, Guatemala?		<p>utilizan aceite de cocina dentro de sus labores diarias.</p> <p>3. Se estima que el 80 % del total de los aceites de cocina usados, son desechados en los restaurantes del municipio de Panajachel, lo que equivale a 1,716 galones por año.</p> <p>rantes, comedores, ventas ambulantes, entre otros, que utilicen y generen residuos como el aceite, con el objetivo de mantenerlos informados en sobre la separación de desechos sólidos, agua potable, situación del lago de Atitlán, higiene personal, higiene del hogar, higiene en el área de trabajo.</p>

Continuación apéndice 1.

Problemas	Objetivos	Preguntas de investigación	Metodología	Fase final
				<p data-bbox="1070 590 1208 1793">4. Se determinó que los restaurantes del municipio de Panajachel, que utilizan aceite para la preparación de los alimentos, conocen cuál es el manejo adecuado al momento de desechar los aceites.</p> <p data-bbox="1248 590 1409 1129">3. Realizar alianza interinstitucional, para el fortalecimiento, mejorar la implementación y de ayuda continua en asuntos ambientales.</p> <p data-bbox="1248 1192 1414 1843">Actualmente la organización no gubernamental, Amigos del Lago, realiza la recolección de aceites en la cuenca del lago de Atitlán, asimismo, la AMSCLAE,</p>

Continuación apéndice 1.

Problemas	Objetivos	Preguntas de investigación	Metodología	Fase final
				<p>El 82.26 % indicó que lo almacenan en un recipiente de plástico (bote), en la mayoría de los casos, era en el mismo recipiente, en el que venía el aceite nuevo.</p> <p>Del total de participantes, el 61.29 % si le dan</p> <p>cuenta con el departamento de saneamiento ambiental y el área de desechos especiales, por lo cual la Municipalidad de Panajachel, podría adherirse a ellos y fortalecer el trabajo que ya se realiza.</p> <p>4. Alianza Público-Privado, realizar acercamientos y alianzas con el sector privado</p>

Continuación apéndice 1.

Problemas	Objetivos	Preguntas de investigación	Metodología	Fase final
				<p>algún tipo de manejo, tratamiento y reutilización, a la mayoría de restaurantes recolectaban el aceite de cocina usado.</p> <p>especialmente con las empresas que se ubican en el municipio de Panajachel, con el objetivo de generar proyectos de inversión en pro del ambiente.</p> <p>La investigación ha reflejado que marcas de aceite como Ideal y Patrona, son las de mayor preferencia por parte de los restaurantes, por</p>
				<p>5. La propuesta de acción planteada en el presente estudio de investigación, permiti</p>

Continuación apéndice 1.

Problemas	Objetivos	Preguntas de investigación	Metodología	Fase final
				<p>rá mitigar el impacto de los aceites de cocina usados de los restaurantes del municipio de Panajachel, Sololá, Guatemala. La propuesta consiste en la implementación de una ruta de recolección de los aceites de cocina usados, en los</p> <p>lo cual lograr un consenso de apoyo por parte de dichas empresas, en cuanto a la responsabilidad social en el manejo de los aceites de cocina usados, ayudaría en el fortalecimiento y en el de generar una nueva alternativa de reutilización de los aceites.</p>

Continuación apéndice 1.

Problemas	Objetivos	Preguntas de investigación	Metodología	Fase final
				<p>96 restaurantes, que permitir á realizar una reco- lección de los aceites de cocina usados en el muni- pio de Panaja- chel de forma eficien- te y eficaz.</p>
				<p>6. La pro- puesta de acción refleja los siguien- tes datos de</p>

Continuación apéndice 1.

Problemas	Objetivos	Preguntas de investigación	Metodología	Fase final
				inversión económica, con una inversión de Q124,4 10.21, el cual está dividido en dos fases, el costo de la implementación Q45,60 3.81 y la sostenibilidad anual de Q78,80 6.40.
				7. Los beneficios que se obtendrán

Continuación apéndice 1.

Problemas	Objetivos	Preguntas de investigación	Metodología	Fase final
				al implementar la propuesta de acción, serán el ahorro en el tratamiento de los aceites en una planta de tratamiento de aguas residuales, el cual equivale aproximadamente a Q27,48 6.84 anual y que los aceites de cocina

Continuación apéndice 1.

<b>Problemas</b>	<b>Objetivos</b>	<b>Preguntas de investigación</b>	<b>Metodología</b>	<b>Fase final</b>
				usados no lleguen a contaminar las aguas del lago de Atitlán.

Fuente: elaboración propia.

## Apéndice 2. Encuesta para la recolección de información



ESCUELA DE ESTUDIOS DE  
**POSTGRADO**  
FACULTAD DE INGENIERÍA

Documento de recolección de información (DRI).

Situación actual y manejo de los aceites de cocina en los restaurantes del municipio de Panajachel, Sololá, Guatemala.

Ing. Agr. Victor Policarpo Barreno Rosales.

Maestría en Ingeniería para el desarrollo Municipal.

Obligatorio \*

1. ¿Puesto dentro del comercio? \*

*Marque solo una opción.*

- Dueño
- Encargado
- Cocinero
- Otros

2. ¿Nombre del establecimiento? \*

---

---

3. ¿Cuánto tiempo ha estado en el mercado, el establecimiento? \*

*Marque solo una opción.*

- Menos de 1 año
- De 1 a 5 años
- Más de 5 años

4. ¿Qué opción describe mejor al negocio? \*

*Marque solo una opción.*

- Restaurante de servicio completo
- Restaurante de comida rápida

Continuación apéndice 2.

- Comedor
- Cafetería
- Otros: \_\_\_\_\_

5. ¿Utiliza aceite de cocina (vegetal) para la preparación de los alimentos?

\*

*Marque solo una opción.*

- Sí. . . . . Continuar con la encuesta
- No. . . . . Finaliza la encuesta

6. ¿Marca de aceite de cocina, que utiliza actualmente? \*

*Marque solo una opción.*

- Olmeca
- Patrona
- Ideal
- Capullo
- Sulí
- Mazola
- Otros \_\_\_\_\_

7. ¿Cuál es la presentación comercial (tamaño) en la que compra el aceite de cocina?

*Marque solo una opción.*

- Botella
- Litro
- Galón
- Caneca
- Otros \_\_\_\_\_

8. ¿Cantidad de aceite que utiliza actualmente, en un mes? \*

*Marque solo una opción.*

Continuación apéndice 2.

- De 1 a 2 galones
- De 2.1 a 4 galones
- De 4.1 a 6 galones
- Más de 6 galones
- Otros \_\_\_\_\_

9. ¿Cantidad de aceite que utilizaba antes del COVID 19 en un mes? \*

*Marque solo una opción.*

- De 1 a 2 galones
- De 2.1 a 4 galones
- De 4.1 a 6 galones
- Más de 6 galones
- Otros \_\_\_\_\_

10. ¿Tiempo que le da uso, a los aceites de cocina? \*

*Marque solo una opción.*

- Un solo uso
- Menos de una semana
- 2 semanas
- 3 semanas
- 1 mes o más
- Otros \_\_\_\_\_

11. ¿Cuánto de aceite de cocina en promedio desecha al mes? \*

*Marque solo una opción.*

- De 1 a 2 galones
- De 2.1 a 4 galones
- De 4.1 a 6 galones
- Más de 6 galones
- Otros \_\_\_\_\_

12. ¿Al momento de finalizar el tiempo de vida del aceite de cocina, en qué tipo de recipiente lo dispone? (Acopio o guarda) \*

*Marque solo una opción.*

Continuación apéndice 2.

- Bote de plástico
- Botella de vidrio
- Cubeta
- Bolsa de plástico
- Otros \_\_\_\_\_

13. ¿Le dan algún tipo de manejo y/o tratamiento al aceite de cocina, después de ser utilizado? (lo hace jabón, biodiésel, alimento de animales) \*

*Marque solo una opción.*

- Sí                    Ir a la pregunta 14l
- No                    Ir a la pregunta 16

Sí le da un manejo o tratamiento.

14. ¿Qué tipo de tratamiento le da al aceite de cocina? \*

*Marque solo una opción.*

- Lo reutiliza
- Lo traslada a un centro de acopio
- Se lo vienen a recolectar
- Lo vende
- Otros \_\_\_\_\_

15. ¿De qué forma reutilizan el aceite de cocina? \*

*Marque solo una opción.*

- Para hacer jabón
- Transformarlo en Biocombustible
- Alimento de animales
- Desconoce su reutilización
- Otros \_\_\_\_\_

No le da un manejo o tratamiento

Continuación apéndice 2.

16. Si su respuesta es No ¿Qué hace con el aceite de cocina? \*

*Marque solo una opción.*

- Lo tira a la basura
- Lo tira al drenaje
- Lo tira al suelo
- Otros \_\_\_\_\_

17. ¿Por qué NO le da un tratamiento y/o manejo a los aceites de cocina? \*

*Marque solo una opción.*

- Falta de conocimiento
- No cuenta con espacio suficiente para su acopio
- Falta de entidad responsable de su recolección
- Otros \_\_\_\_\_

18. ¿Estaría dispuesto a asistir a una capacitación sobre el manejo adecuado de los aceites de cocina? \*

*Marque solo una opción.*

- Sí
- No
- Tal vez

19. ¿Quién cree que es el responsable de recolectar los aceites de cocina? \*

*Marque solo una opción.*

- Municipalidad de Panajachel
- La AMSCLAE
- EL Ministerio de Ambiente
- Ministerio de Agricultura
- Otros \_\_\_\_\_

20. ¿Cada cuándo, considera que es necesario realizar una recolección de los aceites de cocina? \*

*Marque solo una opción.*

Continuación apéndice 2.

- Diaria
- Cada semana
- Cada 15 días
- Cada mes

21. ¿Estaría usted dispuesto a pagar por un servicio de recolección de aceite de cocina? \*

*Marque solo una opción.*

- Sí
- No

Fuente: elaboración propia.

### Apéndice 3. **Pregunta 1 de la encuesta realizada**

<b>¿Puesto dentro del comercio?</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Porcentaje</b>
Encargado	38	61.29 %
Dueño	12	19.35 %
Mesero	6	9.68 %
Cocinero	5	8.06 %
Barista	1	1.61 %
<b>Suma total</b>	<b>62</b>	<b>100.00 %</b>

Fuente: elaboración propia.

### Apéndice 4. **Listado de establecimiento que participaron en la encuesta**

<b>N.º</b>	<b>¿Nombre del establecimiento?</b>	<b>Ubicación</b>
<b>1</b>	Rincón del Chef	Calle a Santa Catarina
<b>2</b>	Coffe Art	Calle del Estadio
<b>3</b>	América	Frente a Iglesia ELIM

Continuación apéndice 4.

<b>4</b>	Café Te Quiero	Centro Comercial Jardín de América
<b>5</b>	Pollo Granjero	Centro Comercial Jardín de América
<b>6</b>	Taquería Orale	Centro Comercial Plaza Atitlán
<b>7</b>	La Posada del Pintor	Calle Los Arboles
<b>8</b>	Restaurante el Típico	Calle Santander
<b>9</b>	Restaurante el Bambú	Playa pública
<b>10</b>	Ranchón Grill	Calle Santander
<b>11</b>	Pollo express	Calle Santander
<b>12</b>	Ricassolli	Calle Santander
<b>13</b>	Parrillada Atitlán	Calle Santander
<b>14</b>	Lazaroniz pizza	Calle Santander
<b>15</b>	Parrillada Santander	Calle Santander
<b>16</b>	Restaurante Guagimbos	Calle Santander
<b>17</b>	Carreta Orale	Calle Santander
<b>18</b>	Pizzería Florencia	Calle Santander
<b>19</b>	Restaurante las Palmeras	Calle Santander
<b>20</b>	Restaurante Los Cayucos	Calle Santander
<b>21</b>	Pti crepe	Calle Santander
<b>22</b>	No quiso dar su nombre	Calle Santander
<b>23</b>	Comedor Los amigos	Playa pública
<b>24</b>	Flor del Lago	Playa pública
<b>25</b>	Comedor Marisol	Playa pública
<b>26</b>	Comedor Adelita	Playa pública
<b>27</b>	Comedor Rony	Playa pública
<b>28</b>	Restaurante Lago Atitlán	Playa pública
<b>29</b>	Comedor Ríos de Agua Viva	Playa pública
<b>30</b>	Comedor Mahanain	Playa pública
<b>31</b>	Restaurante Los Pumpus	Playa pública
<b>32</b>	Restaurante El Pescador	Playa pública
<b>33</b>	Restaurante Xocomil	Playa pública
<b>34</b>	Restaurante Lago Azul	Playa pública
<b>35</b>	Restaurante Atitlán	Playa pública
<b>36</b>	Restaurante Catamarán	Playa pública
<b>37</b>	Restaurante Atitlán	Playa pública

Continuación apéndice 4.

38	Restaurante Pato Poc	Playa pública
39	Restaurante Las Palmas	Playa pública
40	Restaurante Coffea Art	Calle Rancho Grande
41	Restaurante Las Gaviotas	Calle Rancho Grande
42	Restaurante Kaqchiquel	Calle Rancho Grande
43	Pollo Pinulito	Calle Los Arboles
44	Restaurante la Michoacana	Calle Los Arboles
45	Restaurante Hanna	Calle Santander
46	Míster Jon	Calle Santander
47	Posada De don rodrigo	Calle Santander
48	Restaurante El Último Refugio	Calle 14 de febrero
49	Hotel Jardines del Lago	Calle Monterrey
50	Súper rapidito pollo frito	Calle Principal, Calle la Navidad
51	El Bistró	Calle Santander
52	La Preferida	Interior mercado Municipal
53	Porta Hotel Lago	Calle Rancho Grande
54	Cevichería Jireh	Calle del Embarcadero
55	Restaurante Wan Tan	Calle Principal, parada de buses
56	Pollo campero	Calle Principal, parada de buses
57	Restaurante chinitos tonito	Calle Principal, Barrio Norte
58	Restaurante Valentinos Steak House	Calle Santander
59	Restaurante el Chaparral	Calle del Embarcadero
60	Restaurante Delicias del Lago	Calle del Embarcadero
61	Muralla China	Calle Santander
62	Restaurante El Cayuco	Playa pública

Fuente: elaboración propia.

#### Apéndice 5. Pregunta 3 de la encuesta realizada

¿Cuánto tiempo ha estado en el mercado, el establecimiento?	Cantidad	Porcentaje
Menos de 1 año	0	0.00 %

Continuación apéndice 5.

De 1 a 5 años	49	79.03 %
Más de 5 años	13	20.97 %
<b>Suma total</b>	<b>62</b>	<b>100 %</b>

Fuente: elaboración propia.

#### Apéndice 6. **Pregunta 4 de la encuesta realizada**

<b>¿Qué opción describe mejor al negocio?</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Porcentaje</b>
Restaurante de servicio completo	41	66.13 %
Comedor	10	16.13 %
Restaurante de comida rápida	9	14.52 %
Carreta	1	1.61 %
Cafetería	1	1.61 %
<b>Suma total</b>	<b>62</b>	<b>100 %</b>

Fuente: elaboración propia.

#### Apéndice 7. **Pregunta 5 de la encuesta realizada**

<b>¿Utiliza aceite de cocina (vegetal) para la preparación de los alimentos?</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Porcentaje</b>
Si	62	100.00 %
No	0	0.00 %
<b>Suma total</b>	<b>62</b>	<b>100 %</b>

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 8. **Pregunta 6 de la encuesta realizada**

<b>¿Marca de aceite de cocina, que utiliza actualmente?</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Porcentaje</b>
Ideal	25	40.32 %
Variado	14	22.58 %
Patrona	13	20.97 %
Sulí, Olmeca	4	6.45 %
Molino, Capullo	4	6.45 %
Girasol, Canola	2	3.23 %
<b>Suma total</b>	<b>62</b>	<b>100 %</b>

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 9. **Pregunta 7 de la encuesta realizada**

<b>¿Cuál es la presentación comercial (tamaño) en la que compra el aceite de cocina?</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Porcentaje</b>
Galón	30	48.39 %
Caneca	24	38.71 %
Litro	5	8.06 %
Botella	2	3.23 %
27 libras la caja	1	1.61 %
<b>Suma total</b>	<b>62</b>	<b>100 %</b>

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 10. **Pregunta 08 de la encuesta realizada**

<b>¿Cantidad de aceite que utiliza actualmente, en un mes?</b>	<b>N.º de Comercios</b>	<b>Porcentaje</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>Promedio</b>
De 1 a 2 gal	24	38.71 %	24	48	36

Continuación apéndice 10.

De 2.1 a 4 gal	8	12.90 %	17	32	24
De 4.1 a 6 gal	9	14.52 %	37	54	45
Más de 6 gal	20	32.26 %	120	120	120
2 cajas al mes	1	1.61 %	0	0	0
<b>Suma total</b>	<b>62</b>	<b>100 %</b>	<b>198</b>	<b>254</b>	<b>226</b>
<b>Corregido</b>	<b>61</b>	<b>98 %</b>	<b>157</b>	<b>201</b>	<b>179</b>

Fuente: elaboración propia.

#### Apéndice 11. Pregunta 09 de la encuesta realizada

<b>¿Cantidad de aceite que utilizaba antes del COVID 19, en un mes?</b>	<b>N.º de Comercios</b>	<b>Porcentaje</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>Promedio</b>
De 1 a 2 gal	13	20.97 %	13	26	20
De 2.1 a 4 gal	6	9.68 %	13	24	18
De 4.1 a 6 gal	8	12.90 %	33	48	40
Más de 6 gal	34	54.84 %	204	204	204
12 cajas al mes	1	1.61 %	0	0	0
<b>Suma total</b>	<b>62</b>	<b>100 %</b>	<b>262</b>	<b>302</b>	<b>282</b>
<b>Corregido</b>	<b>61</b>	<b>98.39 %</b>	<b>208</b>	<b>239</b>	<b>224</b>

Fuente: elaboración propia.

#### Apéndice 12. Pregunta 10 de la encuesta realizada

<b>¿Tiempo que le da uso a los aceites de cocina?</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Porcentaje</b>
Menos de 1 semana	42	67.74 %
Un solo uso	14	22.58 %
2 semanas	4	6.45 %

Continuación apéndice 12.

Es reutilizable	1	1.61 %
3 semanas	1	1.61 %
<b>Suma total</b>	<b>62</b>	<b>100 %</b>

Fuente: elaboración propia.

### Apéndice 13. Pregunta 11 de la encuesta realizada

¿Cuánto de aceite de cocina en promedio desecha al mes?	N.º de Comercios	Porcentaje	Mínimo	Máximo	Promedio
De 1 a 2 gal	27	43.55 %	27	54	41
De 2.1 a 4 gal	8	12.90 %	17	32	24
De 4.1 a 6 gal	10	16.13 %	41	60	51
Más de 6 gal	11	17.74 %	66	66	66
No desecha nada	5	8.06 %	0	0	0
Aceite y manteca 4 canecas	1	1.61 %	0	0	0
<b>Suma total</b>	<b>62</b>	<b>100 %</b>	<b>151</b>	<b>212</b>	<b>181</b>
<b>Corregido</b>	<b>61</b>	<b>98 %</b>	<b>120</b>	<b>168</b>	<b>143</b>

Fuente: elaboración propia.

### Apéndice 14. Pregunta 12 de la encuesta realizada

¿Al momento de finalizar el tiempo de vida del aceite de cocina, en qué tipo de recipiente lo dispone?	Cantidad	Porcentaje
Bote de plástico	51	82.26 %
No desecha	7	11.29 %
No lo aguarda	1	1.61 %
Cubeta	1	1.61 %
Botella de vidrio	1	1.61 %

Continuación apéndice 14.

Bolsa plástica	1	1.61 %
<b>Suma total</b>	<b>62</b>	<b>100 %</b>

Fuente: elaboración propia.

#### Apéndice 15. Pregunta 13 de la encuesta realizada

<b>¿Le dan algún tipo de manejo y/o tratamiento al aceite de cocina después de ser utilizado?</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Porcentaje</b>
Sí	38	61.29 %
No	24	38.71 %
<b>Suma total</b>	<b>62</b>	<b>100 %</b>

Fuente: elaboración propia.

#### Apéndice 16. Pregunta 14 de la encuesta realizada

<b>¿Qué tipo de manejo o tratamiento le dan al aceite de cocina?</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Porcentaje</b>
Se lo vienen a recolectar	31	81.58 %
Lo reutiliza	6	15.79 %
Aun lo tiene guardado	1	2.63 %
<b>Suma total</b>	<b>38</b>	<b>100 %</b>

Fuente: elaboración propia.

#### Apéndice 17. Pregunta 15 de la encuesta realizada

<b>¿De qué forma reutilizan el aceite de cocina?</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Porcentaje</b>
Desconoce su reutilización	26	68.42 %
Transformarlo en Biocombustible	5	13.16 %

Continuación apéndice 17.

Para usarlo nuevamente, en la preparación de alimentos	4	10.53 %
Para quitar oxido	1	2.63 %
Para hacer jabón	1	2.63 %
Alimento de animales	1	2.63 %
<b>Suma total</b>	<b>38</b>	<b>100 %</b>

Fuente: elaboración propia.

#### Apéndice 18. **Pregunta 16 de la encuesta realizada**

<b>Si su respuesta es No ¿Qué hace con el aceite de cocina?</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Porcentaje</b>
Lo tira a la basura	13	54.17 %
Lo tira al drenaje	6	25.00 %
No queda mucho desecho	3	12.50 %
Lo tira al suelo	2	8.33 %
<b>Suma total</b>	<b>24</b>	<b>100 %</b>

Fuente: elaboración propia.

#### Apéndice 19. **Apéndice 1. Pregunta 17 de la encuesta realizada**

<b>¿Por qué NO le da un tratamiento y/o manejo a los aceites de cocina?</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Porcentaje</b>
Falta de entidad responsables de su recolección	13	54.17 %
No queda mayor cantidad	5	20.83 %
Falta de conocimiento	4	16.67 %
No cuenta con espacio suficiente para su acopio	2	8.33 %
<b>Suma total</b>	<b>24</b>	<b>100 %</b>

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 20. **Pregunta 18 de la encuesta realizada**

<b>¿Estaría dispuesto a asistir a una capacitación sobre el manejo adecuado de los aceites de cocina?</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Porcentaje</b>
Sí	55	88.71 %
Tal vez	5	8.06 %
No	2	3.23 %
<b>Suma total</b>	<b>62</b>	<b>100 %</b>

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 21. **Pregunta 19 de la encuesta realizada**

<b>¿Quién cree, que debe de ser el responsable de recolectar los aceites de cocina?</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Porcentaje</b>
Municipalidad de Panajachel	26	41.94 %
Ministerio de Ambiente	21	33.87 %
AMSCLAE	13	20.97 %
Todas	1	1.61 %
La misma empresa que comercializa el aceite	1	1.61 %
<b>Suma total</b>	<b>62</b>	<b>100 %</b>

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 22. **Pregunta 20 de la encuesta realizada**

<b>¿Cada cuándo, considera que es necesario realizar una recolección de los aceites de cocina?</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Porcentaje</b>
Cada mes	25	40.32 %
Cada semana	19	30.65 %
Cada 15 días	15	24.19 %
Diaria	3	4.84 %
<b>Suma total</b>	<b>62</b>	<b>100 %</b>

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 23. **Pregunta 22 de la encuesta realizada**

<b>¿Estaría usted, dispuesto a pagar por un servicio de recolección de aceites de cocina usados?</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Porcentaje</b>
Sí	27	43.55 %
No	35	56.45 %
<b>Suma total</b>	<b>62</b>	<b>100 %</b>

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 24. **Presentación comercial y volumen real en mililitros del aceite vegetal**



Fuente: elaboración propia.

Apéndice 25. **Factor de corrección de volumen del galón**

---

<b>Factor de corrección</b>		
1 galón	=	3,785 ml
¿?		3,000 ml
<b>Factor de corrección</b>		<b>0.792602378</b>

---

Fuente: elaboración propia.



## ANEXOS

### Anexo 1. Listado de restaurantes y cantidad de aceite desechado

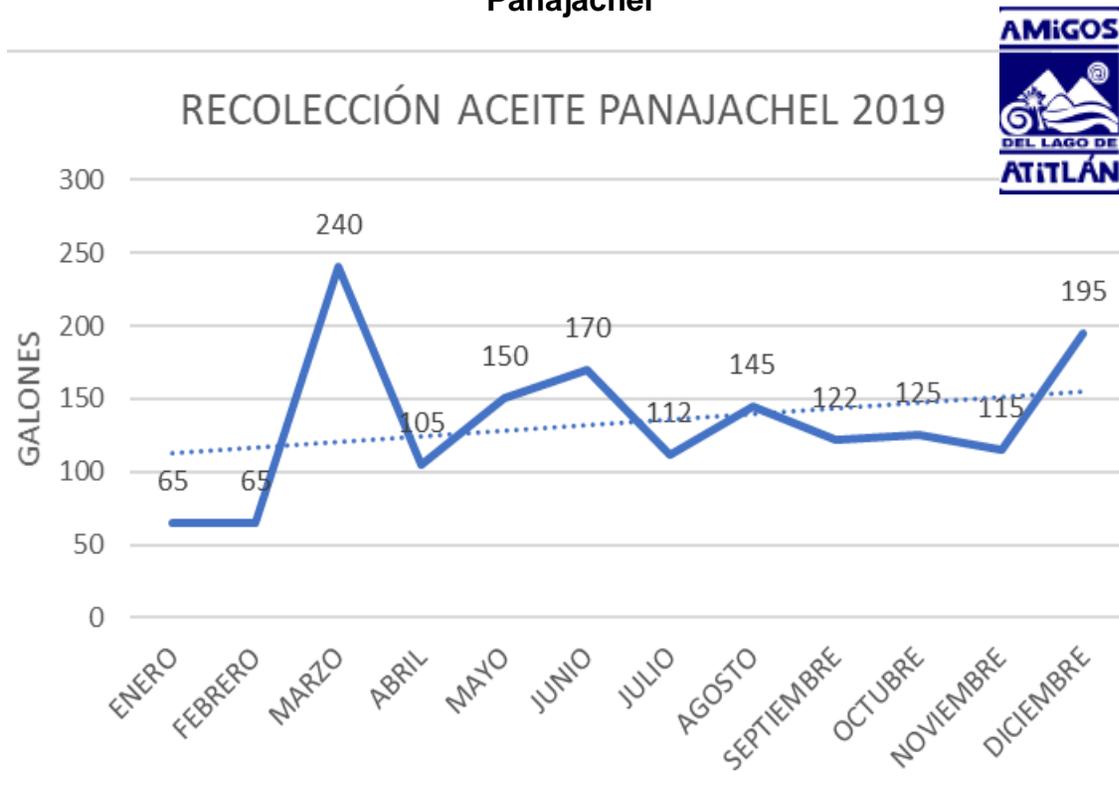
## RECOLECCIÓN EN INMUEBLES DE PANAJACHEL EN AGOSTO DE 2020



No.	Nombre del Inmueble	Dirección	Cant. Rec. (Gal)	No.	Nombre del Inmueble	Dirección	Cant. Rec. (Gal)
01	Mister Jon's	Calle Santander	30	12	Café Asawa-ko	Calle Santander	0
02	Ranchon Grill	Calle Santander	0	13	Restaurante El Típico	Calle Santander	0
03	Pollo Express	Calle Santander	0	14	Muralla China	Calle Santander	0
04	Ricassoli Pizza Steak House	Calle Santander	10	15	El Bistro Restaurante	Calle Santander	0
05	Parrillada Atitlán	Calle Santander	0	16	Deli Restaurante Jazmín	Calle Santander	0
06	Restaurante Hanna	Calle Santander	10	17	Restaurante Pato Poc	Playa Pública	0
07	Lazzaronis Pizza	Calle Santander	5	18	Los Pumpos	Playa Pública	15
08	Parrillada Santander	Calle Santander	0	19	Restaurante Xocomil	Playa Pública	0
09	Guajimbos Parrillada Uruguaya	Calle Santander	0	20	Restaurante Catamarán	Playa Pública	0
10	Restaurante Las Palmeras	Calle Santander	0	21	Atitlán Restaurante	Playa Pública	25
11	Pizzería Florencia	Calle Santander	0	22	Casa Texel	Playa Pública	5
				23	Angelina's Restaurante	Calle 14 de febrero	0
				24	Circus Bar	Calle de los árboles	0
				25	Salomons Porch	Calle Principal	0

Fuente: Romero, J. (s.f.). *Asociación Amigos del Lago de Atitlán.*

Anexo 2. **Gráfica de recolección de aceite en el municipio de Panajachel**



Fuente: Romero, J. (s.f.). *Asociación Amigos del Lago de Atitlán*.

Anexo 3. **Recolección de aceite en 6 municipios alrededor de la cuenca del lago de Atitlán**

## REACTIVACIÓN DE LA RED DE RECOLECCIÓN EN AGOSTO 2020 (6 MUNICIPIOS)



Fuente: Romero, J. (s.f.). *Asociación Amigos del Lago de Atitlán.*

