



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

**MODELO DE SANEAMIENTO DE CARACTERIZACIÓN AUTÓCTONA EN  
CONSTRUCCIONES CON TIERRA PARA VIVIENDA LIMPIA, SANA Y SEGURA EN SAN  
JUAN COMALAPA, CHIMALTENANGO Y SAN AGUSTÍN ACASAGUASTLÁN, EL  
PROGRESO**

**Juan Carlos Tuctuc Simón**

Asesorado por el Dr. Ing. Edgar Virgilio Ayala Zapata

Guatemala, noviembre de 2018

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**MODELO DE SANEAMIENTO DE CARACTERIZACIÓN AUTÓCTONA EN  
CONSTRUCCIONES CON TIERRA PARA VIVIENDA LIMPIA, SANA Y  
SEGURA EN SAN JUAN COMALAPA, CHIMALTENANGO Y SAN AGUSTÍN**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**JUAN CARLOS TUCTUC SIMÓN**

ASESORADO POR EL DR. ING. EDGAR VIRGILIO AYALA ZAPATA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO CIVIL**

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2018

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL I	Ing. Angel Roberto Sic García
VOCAL II	Ing. Pablo Christian de León Rodríguez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Oscar Humberto Galicia Nuñez
VOCAL V	Br. Carlos Enrique Gómez Donis
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

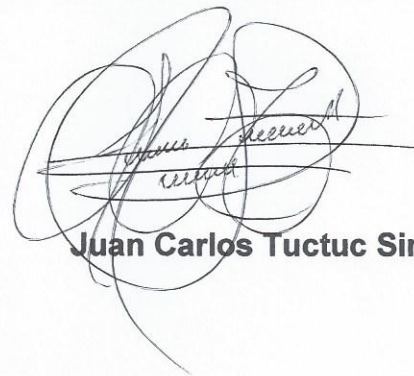
DECANO	Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADOR	Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco
EXAMINADOR	Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta
EXAMINADORA	Inga. Christa del Rosario Classon de Pinto
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

## HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

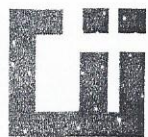
En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**MODELO DE SANEAMIENTO DE CARACTERIZACIÓN AUTÓCTONA EN  
CONSTRUCCIONES CON TIERRA PARA VIVIENDA LIMPIA, SANA Y  
SEGURA EN SAN JUAN COMALAPA, CHIMALTENANGO Y SAN AGUSTÍN  
ACASAGUASTLÁN, EL PROGRESO**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil,  
con fecha 22 de agosto de 2018.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Juan Carlos Tuctuc Simón', is written over a circular stamp or seal that is mostly obscured by the ink.

**Juan Carlos Tuctuc Simón**



Guatemala, 23 de agosto de 2018

Ingeniero Civil

José Gabriel Ordóñez Morales

Coordinador del Área de Construcción y Obras Civiles

Facultad de Ingeniería

Estimado Ingeniero Ordóñez:

Tengo el agrado de dirigirme a usted para informarle que he revisado el trabajo de graduación **“MODELO DE SANEAMIENTO DE CARACTERIZACIÓN AUTÓCTONA EN CONSTRUCCIONES CON TIERRA PARA VIVIENDA LIMPIA, SANA Y SEGURA EN SAN JUAN COMALAPA, CHIMALTENANGO Y SAN AGUSTÍN ACASAGUASTLÁN, EL PROGRESO”**, desarrollado por el estudiante universitario Juan Carlos Tuctuc Simón, quien contó con mi asesoría.

Considero que el trabajo realizado por el estudiante **Juan Carlos Tuctuc Simón**, satisface los objetivos para los que fue planteado, por lo que recomiendo su aprobación.

Atentamente,

Dr. Ing. Edgar Virgilio Ayala Zapata  
Ingeniero Civil. Colegiado No. 1524

Jefe de la Sección de Tecnología de los Materiales  
Centro de Investigaciones de Ingeniería  
Asesor

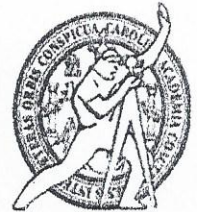
**EDGAR VIRGILIO AYALA ZAPATA**  
INGENIERO CIVIL  
Colegiado No. 1524



**USAC**  
TRICENTENARIA  
Universidad de San Carlos de Guatemala  
FACULTAD DE INGENIERÍA

<http://civil.ingenieria.usac.edu.gt>

**ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL**



Guatemala,  
19 de septiembre de 2018

Ingeniero  
Hugo Leonel Montenegro Franco  
Director Escuela Ingeniería Civil  
Facultad de Ingeniería  
Universidad de San Carlos

Estimado Ingeniero Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **MODELO DE SANEAMIENTO DE CARACTERIZACIÓN AUTÓCTONA EN CONSTRUCCIONES CON TIERRA PARA VIVIENDA LIMPIA, SANA Y SEGURA EN SAN JUAN COMALAPA, CHIMALTENANGO Y SAN AGUSTÍN ACASAGUASTLÁN, EL PROGRESO** desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Juan Carlos Tuctuc Simón quien contó con la asesoría del Ing. Edgar Virgilio Ayala Zapata.

Considero este trabajo bien desarrollado y representa un aporte para la comunidad del área y habiendo cumplido con los objetivos del referido trabajo doy mi aprobación al mismo solicitando darle el trámite respectivo.

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Ing. Civil José Gabriel Ordóñez Morales  
Coordinador del Área de Materiales y  
Construcciones Civiles



FACULTAD DE INGENIERIA  
AREA DE MATERIALES Y  
CONSTRUCCIONES CIVILES  
**USAC**

/mrrm.



*Más de 138 años de Trabajo y Mejora Continua*



**USAC**  
TRICENTENARIA  
Universidad de San Carlos de Guatemala  
FACULTAD DE INGENIERÍA

<http://civil.ingenieria.usac.edu.gt>

**ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL**



El director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Edgar Virgilio Ayala Zapata y Coordinador del Departamento de Materiales y Construcciones Civiles Ing. José Gabriel Ordóñez Morales, al trabajo de graduación del estudiante Juan Carlos Tuctuc Simón MODELO DE SANEAMIENTO DE CARACTERIZACIÓN AUTÓCTONA EN CONSTRUCCIONES CON TIERRA PARA VIVIENDA LIMPIA, SANA Y SEGURA EN SAN JUAN COMALAPA, CHIMALTENANGO Y SAN AGUSTÍN ACASAGUASTLÁN, EL PROGRESO da por este medio su aprobación a dicho trabajo.

Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco



Guatemala, noviembre 2018

/mrrm.

*Más de 138 años de Trabajo y Mejora Continua*

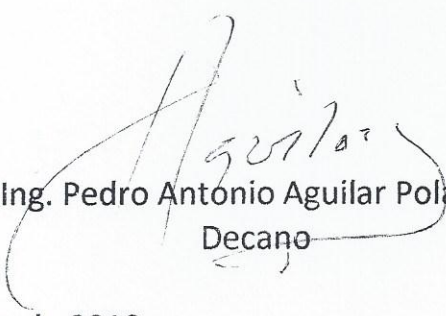




DTG. 471.2018

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil al Trabajo de Graduación titulado: **“MODELO DE SANEAMIENTO DE CARACTERIZACIÓN AUTÓTONA EN CONSTRUCCIONES CON TIERRA PARA VIVIENDA LIMPIA, SANA Y SEGURA EN SAN JUAN COMALAPA, CHIMALTENANGO Y SAN AGUSTÍN ACASAGUASTLÁN, EL PROGRESO**, presentado por el estudiante universitario: **Juan Carlos Tuctuc Simón** y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

  
Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco  
Decano



Guatemala noviembre de 2018.

/echm



## **ACTO QUE DEDICO A:**

- Dios** Por concederme la salud y la fortaleza e iluminarme el camino, y darme la voluntad en los momentos difíciles de mi carrera, y permitirme cumplir con éxito mi sueño anhelado.
- Mis padres** Juan W. Tuctuc Perén (q. e. p. d.) y Elena Simón Roquel. Por el esfuerzo y la dedicación a formarme durante mi vida de estudiante y profesional.
- Mi esposa** Roxana Curruchich Estepan, por demostrarme que con amor, esfuerzo y dedicación todo es posible.
- Mis hijos** Isaac y Guadalupe Tuctuc Curruchich, por ser dos ángeles en mi vida, quienes son mi inspiración a continuar sin marcha atrás.
- Mis tíos** Carlos Virgilio y Byron Rafael Tuctuc Perén, por su ayuda a mi formación académica y como persona de bien.

**Mis suegros**

Enrique y Margarita, por ser una importante influencia en mi carrera, y la confianza que depositaron en mi persona.

**Mi asesor**

El Dr. Edgar Virgilio Ayala Zapata, por la orientación, el apoyo y la amistad.

## **AGRADECIMIENTOS A:**

**Universidad de San  
Carlos de Guatemala**

Por brindarme un espacio en su abundante universo de enseñanza.

**Facultad de Ingeniería**

Por ser el medio que me ayudó a mi formación como profesional de la ingeniería.

**Mis hermanos**

Marvin y Manolo Tuctuc Simón.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VII
LISTA DE SÍMBOLOS .....	XI
GLOSARIO .....	XIII
RESUMEN.....	XV
OBJETIVOS.....	XVII
INTRODUCCIÓN .....	XIX
1. MARCO TEÓRICO.....	1
1.1. Objetivos para el desarrollo sostenible de la agenda 2030 utilizados para referencia del estudio .....	1
1.1.1. Objetivo 3: Garantizar una vida sana y promover el bienestar de todos a todas las edades. ....	2
1.1.2. Objetivo 6: Garantizar la disponibilidad y la gestión sostenible del agua y el saneamiento para todos.....	2
1.1.3. Objetivo 9: Construir infraestructuras resilientes, promover la industrialización inclusiva y sostenible y fomentar la innovación.....	4
1.1.4. Objetivo 11: Lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles. ....	4
1.1.5. Objetivo 13: Adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos.....	5

1.1.6.	Objetivo 14: Conservar y utilizar sosteniblemente los océanos, los mares y los recursos marinos para el desarrollo sostenible.....	5
1.1.7.	Objetivo 15: Proteger, restablecer y promover el uso sostenible de los ecosistemas terrestres, gestionar sosteniblemente los bosques, luchar contra la desertificación, detener e invertir la degradación de las tierras y detener la pérdida de biodiversidad. ....	6
1.2.	Metas para el trabajo de graduación .....	7
1.3.	Referencias consultadas .....	7
1.3.1.	Situación de la Región Fronteriza 2016 Reporte Intermedio de Indicadores .....	7
1.3.2.	Manual del Arquitecto Descalzo .....	8
1.3.3.	Análisis, evaluación y propuesta de norma para construcción con adobe .....	9
1.3.4.	Alternativa de refuerzo contra efectos de sismo, para viviendas de adobe existentes .....	9
1.3.5.	Monografía de San Agustín Acasaguastlán .....	10
1.3.5.1.	Límites de San Agustín Acasaguastlán.....	10
1.3.5.2.	Aldeas .....	10
1.3.5.3.	Caseríos.....	11
1.3.5.4.	Datos históricos.....	11
1.3.5.5.	Costumbres y tradiciones .....	12
1.3.5.6.	Idioma.....	12
1.3.5.7.	Economía .....	12
1.3.5.8.	Sitios turísticos y arqueológicos .....	13
1.3.5.9.	Hidrografía.....	13

	1.3.5.10. Orografía.....	13
	1.3.5.11. Áreas protegidas.....	13
	1.3.5.12. Vías de comunicación.....	14
2.	METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN.....	15
2.1.	Saneamiento en la vivienda.....	15
2.2.	Descripción del modelo de saneamiento .....	16
2.3.	Experimentación de campo .....	18
2.3.1.	Permisos.....	18
2.3.2.	Reuniones.....	18
2.3.3.	Viajes.....	19
3.	PROPUESTA DEL MODELO DE SANEAMIENTO.....	21
3.1.	Técnicas para recopilación de información.....	21
3.2.	Información recopilada en los municipios y departamentos de Guatemala .....	23
3.3.	Muestra de la recopilación de datos, con indicadores interdepartamentales para la propuesta del modelo de saneamiento .....	26
3.4.	Modelo de indicadores interdepartamentales .....	27
3.5.	Clasificación de indicadores para el modelo de saneamiento en construcciones con tierra .....	35
3.6.	Gráficas y análisis de resultados de la encuesta realizada en los departamentos y municipios de Guatemala .....	39
3.7.	Análisis del estado actual de la vivienda en Guatemala .....	62
3.7.1.	Análisis de resultados de la vivienda actual de Guatemala .....	63
3.7.2.	Vivienda.....	64
3.7.3.	Saneamiento.....	65

3.7.4.	Tratamiento de desechos .....	65
3.7.5.	Caracterización de la vivienda.....	66
4.	MODELO DE SANEAMIENTO PARA SAN AGUSTIN ACASAGUASTLAN, EL PROGRESO.....	67
4.1.	Formulación de indicadores para San Agustín Acasaguastlán.....	67
4.2.	Modelo de saneamiento para San Agustín Acasaguastlán .....	67
4.3.	Conceptualización de los indicadores .....	69
4.3.1.	Categorías e indicadores para la vivienda limpia, sana y segura.....	69
4.3.2.	Categoría: Vivienda.....	70
4.3.3.	Categoría: Saneamiento.....	71
4.3.4.	Categoría: Caracterización de la vivienda .....	76
4.4.	Gráfica, tabla y análisis de resultados de la encuesta realizada en el municipio de San Agustín Acasaguastlán .....	78
4.4.1.	Análisis de resultados de la vivienda actual de San Agustín Acasaguastlán, El Progreso.....	79
4.4.1.1.	Vivienda.....	79
4.4.1.2.	Saneamiento .....	79
4.4.1.3.	Tratamiento de desechos .....	80
4.4.1.4.	Caracterización de la vivienda.....	80
5.	VALIDACIÓN DEL MODELO DE SANEAMIENTO PARA SAN JUAN COMALAPA.....	81
5.1.	Aprobación del modelo de saneamiento por el Ejercicio Profesional Supervisado (EPS) de la Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería.....	81

5.2.	Validación del Modelo de Saneamiento por la Dirección Municipal de Planificación (DMP) de San Juan Comalapa.....	83
5.3.	Tabla y figura grafica de resultados de la encuesta realizada en el municipio de San Juan Comalapa .....	87
5.3.1.	Vivienda.....	88
5.3.2.	Saneamiento.....	88
5.3.3.	Tratamiento de desechos .....	89
5.3.4.	Caracterización de la vivienda .....	89
6.	FORMACIÓN INTERNACIONAL .....	91
6.1.	Participación el 6° Congreso de Ciencias Ambientales COPIME Buenos Aires, Argentina del 4 al 6 de octubre de 2017.....	91
6.2.	Participación en el Seminario Iberoamericano de Arquitectura y Construcción con Tierra, realizado en La Paz, Bolivia del 9 al 12 de octubre de 2017.....	93
6.2.1.	Taller 1: Las chullpas o pucullos.....	94
6.2.1.1.	Preparación de Chulpas .....	95
6.2.2.	Taller 2: Reconocimiento de la materia tierra, Test Carazas .....	96
6.2.3.	Taller 3: Revestimiento con tierra .....	97
6.2.4.	Taller 4: Tapia.....	98
6.3.	Invitación al 18 SIACOT, La Antigua Guatemala en el Museo Nacional de Etnología y Folklore, La Paz, Bolivia.....	100
	CONCLUSIONES .....	103
	RECOMENDACIONES .....	107
	BIBLIOGRAFÍA.....	109
	APÉNDICES .....	111



ANEXOS..... 115

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Visualización de solares con estudiantes de primer ingreso de ingeniería .....	22
2.	Reconocimiento y ubicación de las viviendas .....	22
3.	Estudiantes del último año de ingeniería.....	23
4.	Ingreso de los estudiantes a las comunidades.....	24
5.	Ingreso a viviendas .....	25
6.	Vivienda de bajareque.....	25
7.	Descarga de aguas grises.....	26
8.	Distribución de agua domiciliaria.....	39
9.	Nacimientos de agua.....	39
10.	Inundaciones.....	40
11.	Almacenamiento de agua.....	40
12.	Proveedor de servicio.....	41
13.	Existencia de posos .....	41
14.	Pilas públicas .....	42
15.	Cercanía de ríos.....	42
16.	Descarga de aguas residuales.....	43
17.	Situación de descarga sin drenajes.....	43
18.	Obtención del recurso .....	44
19.	Tipo de servicio sanitario.....	44
20.	Enfermedades.....	45
21.	Prevalencia de enfermedades.....	45
22.	Sentido de satisfacción con servicios sanitarios .....	46

23.	Instalaciones hidro sanitarias.....	46
24.	Políticas de desarrollo.....	47
25.	Foros sobre salud y saneamiento .....	47
26.	Destino de residuos sólidos .....	48
27.	Existencia de plagas .....	48
28.	Letrinas y ubicación .....	49
29.	Distribución de ambientes.....	49
30.	Depósitos de agua .....	50
31.	Tubería PVC .....	50
32.	Unidad de cloración .....	51
33.	Ambiente limpio .....	51
34.	Fugas en la red de agua potable .....	52
35.	Servicio de reparación .....	52
36.	Pago de servicio .....	53
37.	Limpieza de la letrina .....	53
38.	Estado de la letrina .....	54
39.	Sanitario.....	54
40.	Planchas de cocina.....	55
41.	Leña para cocinar .....	55
42.	Sitio donde se cocina.....	56
43.	Humo de leña .....	56
44.	Chimenea para cocina .....	57
45.	Manejo de humo .....	57
46.	Incendios forestales.....	58
47.	Manejo de deshechos.....	58
48.	Manejo de deshechos.....	59
49.	Humedad en paredes .....	59
50.	Reforestación vegetal .....	60
51.	Bosques con vegetación.....	60

52.	Convivencia con animales.....	61
53.	Tratamiento de excretas.....	61
54.	Siembra de origen .....	62
55.	Gráfica del estado actual de la vivienda en Guatemala .....	64
56.	Gráfica de la vivienda actual en San Agustín Acasaguastlán .....	78
57.	Transferencia de tecnología con autoridades en la Municipalidad de San Juan Comalapa.....	82
58.	Dictamen de la municipalidad de san Juan Comalapa.....	83
59.	Gráfica de la vivienda actual en San Juan Comalapa .....	87
60.	Diploma de participación COPIME 2017 en Buenos Aires, Argentina.....	93
61.	Taller de chullpas .....	95
62.	Preparación de chullpas.....	96
63.	Test Carazas.....	97
64.	Muro cubierto con revestimiento y color.....	98
65.	Armado del encofrado .....	99
66.	Vertimiento del material.....	99
67.	Invitación para el 18 SIACOT en La Paz, Bolivia .....	100
68.	Análisis de datos para el modelo de saneamiento .....	113
69.	Análisis de datos para el modelo de saneamiento .....	114

## **TABLAS**

I.	Cumplimiento de indicadores.....	26
II.	Modelo de indicadores para la primera encuesta.....	27
III.	Modelo de saneamiento .....	36
IV.	Respuestas y gráfica obtenida con los indicadores .....	63
V.	Categorización de indicadores para San Agustín Acasaguastlán .....	68

VI.	Respuestas al cumplimiento de los indicadores para San Agustín Acasaguastlán .....	78
VII.	Encuesta realizada con el modelo de Saneamiento en San Juan Comalapa .....	84
VIII.	Respuestas al cumplimiento de los indicadores para San Juan Comalapa .....	87

## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
<b>°C</b>	Grados Celsius
<b>km</b>	kilómetros
<b>Kw/h</b>	kilowatts /hora
<b>M</b>	Metros
<b>M<sup>2</sup></b>	Metros Cuadrados



## GLOSARIO

<b>Autóctono</b>	Que ha nacido en el mismo lugar en que reside.
<b>Diagnóstico</b>	Que sirve para reconocer.
<b>Hacinamiento</b>	Estado de cosas lamentable que se caracteriza por el amontonamiento o acumulación de individuos.
<b>Indicador</b>	Dato o información que sirve para conocer o valorar las características y la intensidad de un hecho o para determinar su evolución futura.
<b>Intervención</b>	Interceder o mediar por alguien.
<b>Resiliencia</b>	Capacidad que tiene una persona para superar circunstancias.
<b>Salud</b>	Estado en que un ser u organismo vivo no tiene ninguna lesión ni padece ninguna enfermedad y ejerce con normalidad todas sus funciones.
<b>Sanidad</b>	Cualidad de saludable.
<b>Sostenibilidad</b>	Cualidad de sostenible.
<b>Vernáculo</b>	Doméstico, nativo, de la casa o país propios.





## RESUMEN

El modelo de saneamiento se originó en San Agustín Acasaguastlán, donde las viviendas con tierra aún son abundantes y en auge; la canalización de la información se realizó directamente con las personas residentes, quienes demostraron su interés por mejorar sus condiciones habituales y prosperar hacia nuevos enfoques constructivos; el aporte de las personas fue transmitir sus experiencias constructivas y manifestar el estado de su vivienda actual, mediante el formulario que se fundamentó en indicadores categorizados y zonificados para el área en cuestión.

La información se obtuvo utilizando herramientas de investigación, trabajo de campo, trabajo de gabinete y la capacitación del personal que es fundamental para realización de la encuesta; los datos adquiridos fueron procesados y analizados con herramientas de Microsoft office, que generan tablas y gráficas que son necesarias para comprender la situación actual de la vivienda, la información así obtenida, fue utilizada para relacionar las distintas zonas climáticas, condiciones económicas, culturales, sociales, ideológicas y costumbres que se desarrollan dentro del medio.

La validación del modelo de saneamiento como guía de mejora en las construcciones con tierra, se efectúa al momento en que la máxima autoridad otorga la aceptación como un medio, modelo determinante a establecer en las construcciones existentes y futuras; el modelo así, es aplicable independientemente al tipo de construcción. Otra determinación a la validación es que los vecinos aborden las nuevas experiencias que contiene el estudio realizado para mejorar la habitabilidad mediante el modelo de saneamiento.



## **OBJETIVOS**

### **General**

Desarrollar y validar un modelo científico sobre saneamiento en edificaciones construidas con tierra.

### **Específicos**

1. Validar un modelo de saneamiento en construcciones de tierra antiguas y actuales en San Juan Comalapa, Chimaltenango, y San Agustín Acasaguastlán, El Progreso.
2. Fomentar el uso del modelo orientado a un íntegro desarrollo constructivo, proponiendo mejoras en viviendas autóctonas de tierra.
3. Promover mejores condiciones sanitarias a los moradores de viviendas de tierra, capacitándolos con el uso e interpretación de la evaluación de viviendas, utilizando el modelo.
4. Elaborar los indicadores del modelo científico basados en los objetivos de desarrollo sostenible propuestos por la Organización de Naciones Unidas para el año 2030.



## INTRODUCCIÓN

El saneamiento es parte vital de la vivienda y del ser humano. Por tal razón se proyecta un modelo de saneamiento para construcciones con tierra, para favorecer la habitabilidad y el proceso constructivo, obteniendo un hogar limpio, sano y seguro. El saneamiento dentro de la vivienda se manifiesta con el mantenimiento, preservación y conservación de los elementos utilizados para la construcción; el modelo se establece en comunidades donde las construcciones con tierra son predominantes y carentes de servicios sanitarios que provocan contaminación del suelo, agua, aire y el medio donde residen.

El modelo está constituido por una serie de indicadores provenientes del estudio previo al área donde se establecerá el proyecto. Los indicadores se establecen de acuerdo al clima, cultura, ideología y costumbres locales, de tal manera que sea aplicable a la zona en cuestión; el modelo se basa efectivamente sobre construcciones con tierra, las visitas de campo, la visualización de solares, gabinete, los programas de cómputo y la buena voluntad, que son las herramientas básicas para la realización del formulario. La elaboración del modelo de saneamiento surge de las necesidades prioritarias de las personas y de la vivienda. El saneamiento en la vivienda es de carácter prioritario, la salubridad de las personas es el bienestar de la vivienda desde sus paredes, revestimientos, techos, pisos, cimientos, distribución de sus ambientes, limpieza y mantenimiento de un espacio limpio, sano y seguro.



## **1. MARCO TEÓRICO**

El 25 de septiembre de 2015 fue aprobada por la Asamblea General la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, plan de acción en favor de las personas, el planeta y la prosperidad, plan que será implementado por todos los países y partes interesadas mediante una alianza de colaboración.

Al tomar las medidas audaces y transformativas que se necesitan urgentemente para reconducir al mundo por el camino de la sostenibilidad y la resiliencia, se estipularon 17 objetivos de desarrollo sostenible y 169 metas que demuestran la magnitud de la Agenda universal a favor de las personas y la naturaleza.

Los presentes objetivos y metas son universales y afectan al mundo entero, tanto a los países desarrollados como a los países en desarrollo; son de carácter integrado e indivisible y conjugan las tres dimensiones del desarrollo sostenible: económica, social y ambiental.

### **1.1. Objetivos para el desarrollo sostenible de la agenda 2030 utilizados para referencia del estudio**

A continuación se presentan los objetivos para el desarrollo sostenible de la agenda 2030.



**1.1.1. Objetivo 3: Garantizar una vida sana y promover el bienestar de todos a todas las edades.**

Metas:

- Lograr la cobertura sanitaria universal, incluida la protección contra los riesgos financieros, el acceso a servicios de salud esenciales de calidad y el acceso a medicamentos y vacunas inocuos, eficaces, asequibles y de calidad para todos
- De aquí a 2030, reducir considerablemente el número de muertes y enfermedades causadas por productos químicos peligrosos y por la polución y contaminación del aire, el agua y el suelo

**1.1.2. Objetivo 6: Garantizar la disponibilidad y la gestión sostenible del agua y el saneamiento para todos.**

Metas:

- De aquí a 2030, lograr el acceso universal y equitativo al agua potable a un precio asequible para todos.
- De aquí a 2030, lograr el acceso a servicios de saneamiento e higiene adecuados y equitativos para todos y poner fin a la defecación al aire libre, prestando especial atención a las necesidades de las mujeres y las niñas y las personas en situaciones de vulnerabilidad.
- De aquí a 2030, mejorar la calidad del agua reduciendo la contaminación, eliminando el vertimiento y minimizando la emisión de

productos químicos y materiales peligrosos, reduciendo a la mitad el porcentaje de aguas residuales sin tratar y aumentando considerablemente el reciclado y la reutilización sin riesgos a nivel mundial.

- De aquí a 2030, aumentar considerablemente el uso eficiente de los recursos hídricos en todos los sectores y asegurar la sostenibilidad de la extracción y el abastecimiento de agua dulce para hacer frente a la escasez de agua y reducir considerablemente el número de personas que sufren falta de agua.
- De aquí a 2030, implementar la gestión integrada de los recursos hídricos a todos los niveles, incluso mediante la cooperación transfronteriza, según proceda.
- De aquí a 2020, proteger y restablecer los ecosistemas relacionados con el agua, incluidos los bosques, las montañas, los humedales, los ríos, los acuíferos y los lagos.
- De aquí a 2030, ampliar la cooperación internacional y el apoyo prestado a los países en desarrollo para la creación de capacidad en actividades y programas relativos al agua y el saneamiento, como los de captación de agua, desalinización, uso eficiente de los recursos hídricos, tratamiento de aguas residuales, reciclado y tecnologías de reutilización.
- Apoyar y fortalecer la participación de las comunidades locales en la mejora de la gestión del agua y el saneamiento.

**1.1.3. Objetivo 9: Construir infraestructuras resilientes, promover la industrialización inclusiva y sostenible y fomentar la innovación.**

Metas:

- Desarrollar infraestructuras fiables, sostenibles, resilientes y de calidad, incluidas infraestructuras regionales y transfronterizas, para apoyar el desarrollo económico y el bienestar humano, haciendo hincapié en el acceso asequible y equitativo para todos.
- Apoyar el desarrollo de tecnologías, la investigación y la innovación nacionales en los países en desarrollo, incluso garantizando un entorno normativo propicio a la diversificación industrial y la adición de valor a los productos básicos, entre otras cosas.

**1.1.4. Objetivo 11: Lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles.**

Metas:

- De aquí a 2030, proporcionar acceso universal a zonas verdes y espacios públicos seguros, inclusivos y accesibles, en particular para las mujeres y los niños, las personas de edad y las personas con discapacidad.

- Apoyar los vínculos económicos, sociales y ambientales positivos entre las zonas urbanas, periurbanas y rurales fortaleciendo la planificación del desarrollo nacional y regional.

**1.1.5. Objetivo 13: Adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos.**

Metas:

- Fortalecer la resiliencia y la capacidad de adaptación a los riesgos relacionados con el clima y los desastres naturales en todos los países.
- Incorporar medidas relativas al cambio climático en las políticas, estrategias y planes nacionales.
- Mejorar la educación, la sensibilización y la capacidad humana e institucional respecto de la mitigación del cambio climático, la adaptación a él, la reducción de sus efectos y la alerta temprana.

**1.1.6. Objetivo 14: Conservar y utilizar sosteniblemente los océanos, los mares y los recursos marinos para el desarrollo sostenible.**

Metas:

- De aquí a 2025, prevenir y reducir significativamente la contaminación marina de todo tipo, en particular la producida por actividades realizadas en tierra, incluidos los detritos marinos y la polución por nutrientes.

- De aquí a 2020, gestionar y proteger sosteniblemente los ecosistemas marinos y costeros para evitar efectos adversos importantes, incluso fortaleciendo su resiliencia, y adoptar medidas para restaurarlos a fin de restablecer la salud y la productividad de los océanos.

**1.1.7. Objetivo 15: Proteger, restablecer y promover el uso sostenible de los ecosistemas terrestres, gestionar sosteniblemente los bosques, luchar contra la desertificación, detener e invertir la degradación de las tierras y detener la pérdida de biodiversidad.**

Metas:

- De aquí a 2030, asegurar la conservación de los ecosistemas montañosos, incluida su diversidad biológica, a fin de mejorar su capacidad de proporcionar beneficios esenciales para el desarrollo sostenible.
- Promover la participación justa y equitativa en los beneficios derivados de la utilización de los recursos genéticos y promover el acceso adecuado a esos recursos, según lo convenido internacionalmente.
- De aquí a 2020, integrar los valores de los ecosistemas y la biodiversidad en la planificación, los procesos de desarrollo, las estrategias de reducción de la pobreza y la contabilidad nacionales y locales.

## **1.2. Metas para el trabajo de graduación**

Las metas son relativas a los objetivos mencionados anteriormente, se completarán mediante la respuesta de los indicadores, las entrevistas, comentarios y peticiones que las personas manifiesten en la recopilación de datos que se asocia con el modelo de saneamiento para una vivienda limpia, sana, ordenada y segura.

El resultado, la validación del modelo de saneamiento y la aceptación de las personas que adquirieron el cambio para la mejora de la habitabilidad, son los entes quienes den respuesta al cumplimiento de las metas.

## **1.3. Referencias consultadas**

A continuación, se presenta la situación de la Región Fronteriza 2016.

### **1.3.1. Situación de la Región Fronteriza 2016 Reporte Intermedio de Indicadores**

Frontera 2020, es un programa de cooperación de ocho años entre los Estados Unidos y México. Fue iniciado en el 2013 como sucesor del Programa Frontera 2012. La Misión de Frontera 2020 es proteger la salud pública y ambiental en la región fronteriza México-Estados Unidos, en congruencia con los principios del desarrollo sustentable. A través del programa Frontera 2020, los organismos e instituciones federales, estatales, tribales y locales trabajan de manera conjunta para generar acciones prioritarias y sostenidas que consideran las necesidades de las comunidades fronterizas. Las acciones implementadas bajo el programa Frontera 2020 se rigen por una serie de objetivos y metas orientados a resultados. Los objetivos y metas del programa Frontera 2020

fueron actualizados al final del periodo del Programa 2012 para reflejar las nuevas necesidades y oportunidades en la región.

Este reporte ha construido con base en el reporte de la Situación de la Región Fronteriza 2005 y su edición 2010. En ella se actualizan los indicadores clave reportados en 2010 y se agregan nuevos indicadores que reflejan los nuevos enfoques y actividades del Programa 2020. Al igual que en los reportes previos, este se ha estructurado considerando los objetivos del Programa Frontera 2020, incluyendo capítulos sobre aire, agua, suelo, preparación y respuesta a emergencias ambientales y aplicación y cumplimiento de la ley.

### **1.3.2. Manual del Arquitecto Descalzo**

El manual del arquitecto mantiene una postura de cómo construir mediante ideas y planos; admite que en las construcciones en áreas rurales las viviendas sólo tienen dos áreas, una de cocina y la otra que utilizan para descanso.

El propósito de este manual es cómo proyectar la construcción de una vivienda, cómo construir una vivienda, qué espacios se necesitan y dónde ubicarlos, además de cómo darles uso a los espacios o áreas dentro de la vivienda.

El ambiente del hogar es un tema de bastante interés, la vivienda sirve para protegerse de las condiciones del clima como el calor, frío, lluvia o humedad; sugiere primero visualizar qué condiciones se presentan. Ejemplo de ello es que la gente que llega a nuevas regiones, construye sus viviendas con las mismas formas y técnicas de sus lugares de origen, el cual puede tener un clima muy diferente, quedando las viviendas demasiado calientes o frías.

### **1.3.3. Análisis, evaluación y propuesta de norma para construcción con adobe**

El adobe es uno de los materiales más utilizados en la construcción, tanto en el área rural, como el urbana de Guatemala, bloques elaborados a base de arcilla, limo, arena y con fibra vegetal en algunas ocasiones, moldeado en forma prismática y secado al aire libre, bajo sombra.

El objetivo principal del análisis y la evaluación, relacionado a normas nacionales e internacionales para adobe, es mejorar su calidad en las técnicas constructivas y su elaboración, para dar seguridad a las viviendas construidas con este material.

Se evaluaron las normas con los documentos: Adobe-disposiciones especiales para diseño sismo resistente, Lineamientos para la construcción en adobe, Manual de construcción para viviendas antisísmicas de la tierra, Reglamentos para construcciones sismo resistentes, Normas AASHTO, Propuestas de normas para adobe y Evaluación de la Construcción y el comportamiento de Muros de Adobe Sometido a Carga Lateral 17-00, del Consejo Nacional De Ciencia y Tecnología.

### **1.3.4. Alternativa de refuerzo contra efectos de sismo, para viviendas de adobe existentes**

La falla más común en viviendas de adobe se da por flexión en muros, momentos de volteo, el exceso de carga en el techo, la esbeltez de los muros y las fallas por corte. El adobe es un material frágil, no resiste sismos de magnitudes altas, lo que provoca fallas a la estructura. Para proporcionar una rigidez adecuada que sea capaz de resistir cargas laterales de considerable



magnitud, se pueden utilizar cañas de castilla colocadas en el interior del muro de adobe, colocadas horizontal y verticalmente las cuales van amarradas desde la cimentación.

El refuerzo existente para viviendas es la colocación de vigas corona o viga collar, elementos que sirven de amarre en la parte superior de la vivienda, que puede ser de madera o concreto. Para mayor eficiencia en el anclaje se utiliza una viga con nervadura, colocando un contrafuerte en las uniones de los muros longitudinales y transversales de la vivienda, para la adherencia con el adobe, logrando un amarre seguro.

### **1.3.5. Monografía de San Agustín Acasaguastlán**

San Agustín Acasaguastlán pertenece al departamento de El Progreso, cuenta con una extensión territorial de 358 km<sup>2</sup>. El municipio cuenta con altitudes variadas de 290 a los 1 790 msnm, se encuentra a una distancia de 92 Km. de la ciudad de Guatemala y a 21 Km. de la cabecera municipal.

#### **1.3.5.1. Límites de San Agustín Acasaguastlán**

Colinda al Norte con los municipios de San Jerónimo y Salamá, al Este con el municipio de Morazán, al Sur con los municipios de Guastatoya y el Júcaro, al Oeste con el municipio de San Cristóbal Acasaguastlán.

#### **1.3.5.2. Aldeas**

Aguahiel Arriba, Comaja, Chanrayo, El Cimiento, El Conacaste, El Conté, El Rancho, Escaleras, Ixcamal, Jute de la Cobana, La Piragua, Magdalena, Pasasagua, Puerta de Golpe, Tewis, Timiluya, Tulumaje y Tulumajillo.

### **1.3.5.3. Caseríos**

Las Vueltas, Río Lato, El Cajón, El Jute, El Poxté, Guapinol, Matasano, Pie de La Cuesta, Barranco, El Matochal, Murul, Conacaste, Maguey, Albores, El Aguacate, El Baúl, El Charco, Montaña de La Juana, Aguacate, El Limón, Los Apantes, Cuchilla de Paja, El Callejón, El Puente, San Francisco, Santa Gertrudis, Chantepe, El Estucal, El Terrero, Peña del Arco, El Durazno, El Moján, La Providencia, Las Sidras, El Chispal, El Morro, El Rincón, Pacheco, Las Pilas, El Carmen, El Ciprés, El Charcón, Guaytán, Los Chagüites; Pasasagua, Arrozal, El Nanzal, Jocotal, Los Achiotes, Tenexte, Vado Ancho, El Jute, Guarajaro, Las Vigas, Limoncito; Tishical, La Zapata, Los Chávez, Cuchilla de Agua, El Aguacate, El Chorro y Tulumajillo.

### **1.3.5.4. Datos históricos**

El nombre de Acasaguastlán se divide en dos partes, Acatzau que significa torditos, conforme a la etimología de las voces nahuatl, y Aztlán que significa lugar de garzas. Durante el período hispánico se conoció al poblado como San Agustín de la Real Corona.

El territorio de Chiquimula de la Sierra constituyó una de las provincias que componían el Reino de Guatemala, durante la época estaba dividido en Zacapa y Acasaguastlán, cuya capital era el pueblo de San Agustín de la Real Corona, su posición estratégica era importante porque fue residencia de los corregidores del partido y cabeza de Curato y lugar de descanso entre el puerto de Santo Tomas de Castilla y la Ciudad de Santiago de los Caballeros de Guatemala.

Cuando se creó el departamento de Zacapa por acuerdo No. 30 del 10 de noviembre de 1 871, este municipio pasó a formar parte del mismo como San Agustín Acasaguastlán. Más tarde pasó a integrar el departamento de El Progreso cuando este se creó al tenor del acuerdo gubernativo No. 683 del 13 de abril de 1 908.

#### **1.3.5.5. Costumbres y tradiciones**

Tienen por tradición celebrar su fiesta titular del 24 al 30 de agosto, siendo el 28 el día principal, en honor a San Agustín Obispo y Doctor.

#### **1.3.5.6. Idioma**

En este municipio únicamente se habla el español, Por haber sido concentrada y trasladada la población indígena al valle de San Jerónimo, San Agustín Acasaguastlán conserva pocas referencias culturales y de identidad, están basados en su pasado colonial de la cultura española, como la religión y el idioma.

#### **1.3.5.7. Economía**

La economía de San Agustín Acasaguastlán se basa en la producción agrícola de maíz, frijol, caña de azúcar, café, cacao, achiote y vainilla; así también, los habitantes de este lugar trabajan en la elaboración de productos artesanales como la cerámica, jarcia, instrumentos musicales y muebles de madera, productos de hierro y hojalata, ladrillos y tejas de barro.

#### **1.3.5.8. Sitios turísticos y arqueológicos**

Como un lugar de gran atractivo natural está el río Hato, así también, cuenta con los centros arqueológicos de El Manzanotal, San Agustín Acasaguastlán y Santa Gertrudis.

#### **1.3.5.9. Hidrografía**

Este municipio es irrigado por la vertiente de varios ríos, entre los cuales están: Aguahiel, Comajá, El Cimiento, El Flautal, Grande o Motagua, Hayvaso, Hato, San Miguel, San Vicente, Timiluya, Tulumaje y Tulumajillo; además está el riachuelo El Conté que cuenta con una gran cantidad de quebradas que en su totalidad hacen 26.

#### **1.3.5.10. Orografía**

En San Agustín Acasaguastlán se impone la presencia de la Sierra de las Minas, así mismo con sus ramales denominados montañas de El Jute y La Cobana. Este municipio por encontrarse en una área montañosa, en su territorio se encuentran varios cerros, entre los cuales están: Alfora, Comajá, Don Chico, de la Cruz, El Cimiento, El Fortín y otros.

#### **1.3.5.11. Áreas protegidas**

En parte del territorio de San Agustín Acasaguastlán, se encuentra el área protegida de la Reserva de la Biosfera de la Sierra de las Minas, que tiene una superficie de 96 000 Hectáreas, la cual es administrada por los Defensores de la Naturaleza.

#### **1.3.5.12. Vías de comunicación**

Cuenta con una carretera asfaltada que tiene su entronque con la carretera del Atlántico, así mismo, cuenta con caminos vecinales, roderas y veredas que lo comunican con otros municipios y poblados rurales. También cuenta con tres estaciones del ferrocarril que son: Calandria, El Rancho y Santa Rita.

## **2. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN**

El modelo inicial viene de una gama de indicadores provenientes de distintos municipios de Guatemala, utilizados para comprender la situación actual de las viviendas mediante la interacción con las personas de cada vivienda, trabajo realizado con estudiantes de la Facultad de Ingeniería, donde se les asignó un municipio por grupo y se les entregó un modelo con indicadores categorizados sobre las necesidades de la vivienda, respaldados con la resolución aprobada por la ONU el 25 de septiembre de 2015, que proporciona la Agenda 2 030 para el Desarrollo Sostenible.

### **2.1. Saneamiento en la vivienda**

La vivienda como derecho fundamental para la convivencia familiar, es un área donde reside cada integrante de la familia, donde se desarrolla en su crecimiento tanto físico como intelectual y emocional, vivienda digna que debería poseer los servicios necesarios como el agua, el drenaje y las conexiones eléctricas, para satisfacer las necesidades propias de los integrantes, el área donde puedan protegerse de los rayos del sol, los vientos, la lluvia y todas las demás inclemencias del clima del lugar o zona donde se encuentren. El saneamiento en la vivienda es de carácter prioritario, la salubridad de las personas es el bienestar de la vivienda desde sus paredes, revestimientos, techos, pisos, cimientos, distribución de sus ambientes, limpieza y mantenimiento de un espacio limpio, sano y ordenado.

## **2.2. Descripción del modelo de saneamiento**

El modelo está basado en la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, donde indica que es un plan de acción a favor de las personas, el planeta y la prosperidad. Los indicadores son formulados y analizados específicamente para viviendas construidas con tierra, categorizando los factores de una vivienda y sus componentes, el saneamiento, tratamiento de desechos y la caracterización de la vivienda.

El modelo de saneamiento es tabulado de tal manera que se categorizan los factores propios de la vivienda, formulando una serie de indicadores para medirlos en forma visual, física, audible y prescindible, de tal manera que sean comprensibles, tanto para los encuestados, como para las personas que recolecten la información.

El documento fue remitido a varios departamentos y municipios de Guatemala, donde los estudiantes de ingeniería de primer ingreso, debidamente capacitados y asesorados, encuestaron a las personas con los indicadores, esto con el fin de obtener una muestra amplia de la vivienda en Guatemala.

Se formula una tabla de datos por medio de un computador, utilizando el programa de Microsoft Excel, donde se tabula la información recopilada por los estudiantes enviados, el procedimiento es ordenar todos los municipios en su correspondiente departamento, para luego analizar cada uno de los indicadores, seguidamente se le da a cada indicador una respuesta o conclusión detallada donde manifieste su comportamiento, con los parámetros de medición cualitativos y cuantitativos establecidos.

Se estableció una zona árida de clima cálido como El Progreso, donde se recopiló la mayor información para la formulación del modelo de saneamiento, la tabulación de los resultados obtenidos en esta primera fase es la base para comprobar la semejanza en cuanto a habitabilidad se refiera con otros departamentos de Guatemala.

El resultado de la metáfora de ambos departamentos es la base para la nueva categorización de los indicadores, parámetro obtenido de una serie de estudios, comparación de zonas cálidas, frías y templadas que da como resultado un promedio que entrelaza dos o más departamentos con distintas características climáticas.

Nuevamente se hace un análisis de resultados, se le da una respuesta a cada indicador obtenido de las dos zonas con características climáticas distintas, para obtener resultados unificados.

El siguiente paso es la visita correspondiente al municipio de San Agustín Acasaguastlán para visualizar solares, en contacto con la municipalidad, y habilitado los permisos con las autoridades y líderes comunitarios para poder ingresar a las viviendas, formular una gama de indicadores zonificados y categorizados para el municipio en cuestión, siempre teniendo como base la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible.

La descripción de los indicadores es fundamental para la capacitación del personal de la municipalidad y las demás personas que contribuyan a facilitar los datos que se necesiten para llenar el formulario, y obtener resultados contundentes para darle validez al modelo de saneamiento.



## **2.3. Experimentación de campo**

A continuación, se presentan los pasos para llevar a cabo la experimentación de campo.

### **2.3.1. Permisos**

Como parte primordial en cuanto a la toma de datos, se le da parte a las autoridades municipales, eclesiásticas y líderes comunicatorios, para el ingreso a las distintas comunidades donde se llevó a cabo el estudio. El permiso incluyó un representante, que guió al grupo a las viviendas donde se recopilaron los datos mediante una encuesta que se promueve con el nombre de *Modelo de saneamiento para una vivienda limpia*, donde los indicadores se encuentran categorizados para el área en cuestión.

### **2.3.2. Reuniones**

Con un plan de acción en conjunto con la municipalidad de la localidad, se consolidaron reuniones en las que participaron funcionarios de la municipalidad de San Agustín Acasaguastlán, miembros del Consejo Comunitario de Desarrollo (COCODE) y representantes del Centro de Investigaciones de Ingeniería, donde se planteó la problemática de las deficiencias ingenieriles y arquitectónicas, relacionadas con las viviendas construidas con tierra.

En referida ocasión el alcalde Mario Augusto Castro Telles, se dirigió a la audiencia solicitando su colaboración para la agilización del estudio, debido a que se trataba de la Universidad de San Carlos de Guatemala. En su comunicado mencionó, que necesita de un ente que les proporcione mejoras en

la vivienda, porque actualmente no cuentan con un reglamento de construcción que garantice una vivienda sana y segura.

### **2.3.3. Viajes**

San Agustín Acasaguastlán se encuentra a una distancia de 92 kilómetros de la Ciudad de Guatemala, dirigiéndose por la CA-9N Carretera Jacobo Árbenz Guzmán, con tiempo aproximado de 2 horas y 30 minutos.

Previo a comenzar la travesía, se logró establecer contacto con la Dirección Municipal de Planificación (DMP), de la municipalidad de San Agustín Acasaguastlán, a quienes se les manifestó el motivo de la visita, promoviéndoles el Modelo de Saneamiento para una Vivienda Limpia, y su aplicación al municipio y sus comunidades.

Se sumaron a la investigación estudiantes de primer ingreso de la Facultad de Ingeniería, del curso Técnicas de Investigación, quienes se dirigieron a los distintos departamentos de Guatemala donde recopilaron información, con el Modelo de Saneamiento para una Vivienda Limpia, que incluye sana y segura.

Con la firme convicción de propiciar una perspectiva más amplia sobre el tema de saneamiento, se obtuvo una invitación a distintos seminarios relacionados a las construcciones con tierra, asistiendo al 6to. Congreso de Ciencias Ambientales COPIME 2017 en la Ciudad de Buenos Aires, Argentina, del 4 al 6 de octubre. También se tuvo participación en el Seminario Iberoamericano de Arquitectura y Construcción con Tierra (SIACOT), en la Ciudad de La Paz, Bolivia, del 9 al 12 de octubre de 2017 donde se le dio

hincapié a la Madre Tierra como material de construcción y sus distintos métodos de aplicación.

### **3. PROPUESTA DEL MODELO DE SANEAMIENTO**

La propuesta del modelo de saneamiento se formula con la intención de mejorar la calidad de vida de las personas dentro de la vivienda, ya que por medio de los indicadores que se utilizaron para la recopilación de datos, se percató que las personas permanecen más de ocho horas dentro de la vivienda, lo cual indica que las mejoras deben ser dentro de ellas.

#### **3.1. Técnicas para recopilación de información**

Para el procedimiento de investigación se utilizaron las técnicas de investigación, como trabajo de campo y de gabinete. La recopilación de información sobre la población del lugar se hizo mediante indicadores, categorizados y zonificados para San Agustín Acasaguastlán; se informó del tema, Modelo de Saneamiento para una Vivienda Limpia, Sana y Segura a las autoridades municipales y a los miembros del consejo comunitario de desarrollo, para su colaboración en la recopilación de datos correspondientes al modelo, obteniendo así, la tipología constructiva de viviendas, materiales vernáculos, métodos constructivos, entre otros, mediante visitas oculares, mediciones, fotos, encuestas y entrevistas con los pobladores.

El reconocimiento y la ubicación de las viviendas construidas con adobe es uno de los primeros pasos a seguir, inmediatamente se gestiona el día y la hora con el dueño de la vivienda a manera de generar una cita para interactuar, escuchar sus relatos, entrevistarlo y difundirle el propósito de la visita, haciéndolo participe del estudio para que manifieste su interés y que proponga sus peticiones.

Figura 1. **Visualización de solares con estudiantes de primer ingreso de ingeniería**



Fuente: aldea Chan Rayo, departamento El Progreso.

Figura 2. **Reconocimiento y ubicación de las viviendas**



Fuente: aldea Chan Rayo, departamento El Progreso.

### 3.2. Información recopilada en los municipios y departamentos de Guatemala

La información recopilada en los distintos municipios y departamentos son evidenciados con planos, que contienen una serie de indicadores que representan una radiografía actual de la vivienda en Guatemala, ordenados y categorizados para el análisis de resultados, mediante un parámetro de medición que describe significativamente la situación de cada vivienda sometida al estudio de saneamiento, para mejorar la habitabilidad en las construcciones con tierra.

Figura 3. **Estudiantes del último año de ingeniería**



Fuente: aldea Chan Rayo, departamento El Progreso.

La información fue extraída con un formulario elaborado con indicadores que describen a la vivienda, el cual fue emitido a los estudiantes de primer ingreso y de último año de ingeniería y la ayuda del personal del Centro de Investigaciones de Ingeniería, para que se distribuyeran los formularios y recabaran información mediante una encuesta a los residentes de las distintas viviendas, obteniendo la primera muestra de los indicadores interdepartamentales.

**Figura 4. Ingreso de los estudiantes a las comunidades**



Fuente: aldea Chan Rayo, departamento El Progreso.

Figura 5. **Ingreso a viviendas**



Fuente: aldea Chan Rayo, departamento El Progreso.

Figura 6. **Vivienda de bajareque**



Fuente: Aldea Chan Rayo, departamento de El Progreso



Figura 7. **Descarga de aguas grises**



Fuente: aldea Chan Rayo, departamento El Progreso.

### 3.3. **Muestra de la recopilación de datos, con indicadores interdepartamentales para la propuesta del modelo de saneamiento**

Tabla I. **Cumplimiento de indicadores**

<b>Cumplimiento de los indicadores</b>		
<b>Categoría</b>	<b>SÍ</b>	<b>NO</b>
Caracterización de la vivienda	665	885
Saneamiento	1 894	2 434
Tratamiento de desechos	410	239
Vivienda	17	476
Total de respuestas obtenidas	2 986	4 034

Fuente: elaboración propia.

### 3.4. Modelo de indicadores interdepartamentales

La siguiente propuesta se formuló con base fundamentada por la Agenda 2030 para el desarrollo sostenible y con el documento de la Situación de la Región Fronteriza 2 016, Reporte Intermedio de Indicadores que poseen los países de México y Estados Unidos de Norte América.

Tabla II. **Modelo de indicadores para la primera encuesta**

Indicadores categorizados según las necesidades de la vivienda		
No.	Ubicación y localización de la vivienda	Parámetros de Medición
1	Existencia de Reglamento Municipal de Construcción	Sí / No
2	Cantidad de ventanas y número de habitantes del hogar	Ventanas / Habitantes
3	Cantidad de ambientes sin luz natural, forzado a utilizar luz eléctrica	H/ Día
4	Vías accesibles de entrada y salida	Ancho de calle
5	Espacio destinado a circulación peatonal	Sí / No
6	Circulación de vehículos	Sí / No
7	Mantenimiento periódico municipal para calles	Bueno / Regular / Malo
8	Existencia de muros de contención o taludes colindantes	Sí / No
9	El terreno de la construcción está conforme al del sitio	Si / No
10	Cercanía con fallas	Km.

Continuación de la tabla II.

11	Tendencia de deslizamiento de tierra	No. De deslizamientos previos / años
12	Escorrentía y afección a las viviendas	Tipo de efecto estructural: Parcial o Total
13	Tipo de construcción con tierra	Adobe / Bajareque
14	Intervención a la estructura original	Sí / No
15	Debilitamiento de la estructura original / presentación de fallas	Sí / No
16	Tipo de sanitario	Letrina / inodoro
17	Tipo de drenaje de aguas negras	Municipal / propio
18	Vertedero de aguas negras (sanitarios)	Red municipal / otro
19	Drenaje de aguas grises (duchas, lavaplatos, lavado de ropa, etc.)	Municipal / propio
20	Drenajes de aguas residuales de lluvia	Existente / inexistente
21	Duración promedio de las interrupciones eléctricas	H
22	Consumo residencial promedio	kW/h
23	Distribución de red eléctrica	Buena/regular/mala
24	Existencia, monitoreo y cumplimiento de las normas sobre eficiencia energética	Sí / No
25	Existencia de otras formas de generación eléctrica	Sí / No
26	Existencia, monitoreo y cumplimiento de las normas sobre la calidad del aire	Sí / No

Continuación de la tabla II.

27	Presencia de humo de leña quemada	Sí / No
28	Cantidad de contaminación del aire por humo de leña quemada	Total / Parcial / Poca
29	Presencia de humo de vehículo	Sí / No
30	Cantidad de contaminación por humo de vehículo	Total / Parcial / Poca
31	Existencia, monitoreo y cumplimiento de las normas sobre contaminación acústica	Sí / No
32	Existencia de contaminación acústica	Sí / No
33	Tiempo en que se desarrolla	H/ Día
34	Horas de desconexión de servicios de agua potable, si es red municipal	H/ Día
35	Tipo de obtención	Tuberías / Pipas/ pozos
36	Existe reserva de agua en la vivienda	Sí / No
37	Tipo de almacenamiento	Depósito / Pila/ Otro
38	Presencia de plagas o suciedad en agua almacenada	Sí / No
39	Recolección de aguas residuales para uso doméstico	Sí / No
40	Existencia de fallas presentadas en la estructura de la vivienda	Sí / No
41	Vivienda post terremoto	Sí / No
42	Área de continua actividad sísmica	Sí / No
43	Tipo de falla existente en la vivienda	Sí / No
44	Recubrimiento de las paredes	Total / Parcial / Nulo
45	Piso recubierto	Total / Parcial / Nulo

Continuación de la tabla II.

46	Área de cuarto	M2
47	Área de baño	M2
48	Área de cocina	M2
49	Área de comedor	M2
50	Área de sala	M2
51	Área de comedor	M2
52	Área de pasillo	M2
53	Distancia sanitario cocina	Buena /aceptable /mala
54	Distancia sanitario a comedor	Buena /aceptable /mala
55	Cantidad de entradas a la vivienda	No. Entradas
56	Cumplimiento de la función del ambiente	Buena /aceptable /mala
57	Material componente del techo	Descripción
58	Eficiente distribución de agua precipitada (techo)	Sí / No
59	Fugas de agua (techo)	Sí / No
60	Entrada de polvo o cualquier otro material	Sí / No
61	Existencia de plagas	Sí / No
62	Tipo de plagas	Descripción
63	Mantenimiento del techo	Eficiente /casual /nulo
64	Distancia del techo al suelo	M
65	Calidad constructiva (techo)	Buena/ regular/ mala
66	Deterioro actual (techo)	Imperceptible/ moderado/ considerable

Continuación de la tabla II.

67	Material de las puertas	Descripción
68	Material de las ventanas	Descripción
69	Fugas de agua (puertas y ventanas)	Si/no
70	Entrada de polvo o cualquier otro material	Si/no
71	Mantenimiento	Eficiente/ casual/ nulo
72	Deterioro de puertas	Imperceptible/ moderado/ considerable
73	Deterioro de ventanas	Imperceptible/ moderado/ considerable
74	Temperatura máxima de día	°C
75	Temperatura mínima de día	°C
76	Temperatura máxima de noche	°C
77	Temperatura mínima de noche	°C
78	Ventilación no natural	Sí / No
79	Calentador	Sí / No
80	Tipo de calentador	Descripción
81	Existencia de malos olores	Sí / No
82	Impactos de olores	Imperceptibles/ considerables/ críticos
83	Fuente de malos olores	Descripción
84	Contaminación del aire	Imperceptible/ considerable/ crítico
85	Fuente de contaminación	Descripción

Continuación de la tabla II.

86	Predominancia de insectos	Imperceptible/ Considerable/ crítico
87	Tipo de plagas	Descripción
88	Existe convivencia con animales	Sí / No
89	Tipo de convivencia	Crianza/ doméstico
90	Tratamiento de excretas	Bueno/ regular/ mala
91	Existencia de garrapatas	Sí / No
92	Control de plagas	Bueno/ malo/ nulo
93	Existencia de recubrimiento de pisos	Sí / No
94	Material utilizado	Descripción
95	Se realiza mantenimiento	Eficiente/ casual/ nulo
96	Calidad constructiva	Buena/ regular/ mala
97	Deterioro actual	Imperceptible/ moderado/ considerable
98	Existencia de enfermedades infectocontagiosas	Sí / No
99	Enfermedades comunes	Descripción
100	Afección a menores de 7 años	Imperceptible/ considerable/ crítico
101	Defunciones	Sí / No
102	Tipo de transporte	Individual/ colectivo
103	Transporte seguro	Bueno/ regular/ malo
104	Disponibilidad de horarios	Bueno/ regular/ malo/
105	Paradas definidas	Sí / No
106	Calidad de servicio	Bueno/ regular/ malo
107	Existe distribución de agua domiciliaria	Sí / No

Continuación de la tabla II.

108	Existen nacimientos/manantiales de agua	Sí / No
109	Inundaciones en la vivienda por épocas de lluvia	Sí / No
110	Tipos de almacenamiento de agua	Toneles/deposito/pila/ no posee
111	Existen proveedores de agua	Sí / No
112	Poseen pozos de agua	Sí / No
113	Existen pilas públicas	Sí / No
114	Existen ríos cercanos	Sí / No
115	Existen drenajes para descarga de aguas residuales	Sí / No
116	Descargas de agua residual en caso de no poseer drenaje	calle/patio/pozo ciego/otros
117	Tipos de obtención de agua	Río/pozo/agua de tubería.
118	Medios sanitarios para defecación	Letrina/pozo ciego/sanitario
119	Prevalencia de enfermedades diarreicas en la población	Siempre/a veces/nunca
120	Prevalencia de cólera, dengue o fiebre	Siempre/a veces/ nunca
121	Población satisfecha con los servicios sanitarios	Malo/bueno/excelente
122	Existen instalaciones hidro-sanitarias en las viviendas	Sí / No
123	Existen políticas de desarrollo urbano, saneamiento y habitación	Sí / No
124	Existencia de foros sobre salud y saneamiento	Sí / No



Continuación de la tabla II.

125	Destino de los residuos sólidos domésticos	Barranco clandestino/recolector de solidos
126	Existencia de plagas en el ambiente	Sí / No
127	Existen letrinas a menos de 10 metros de su habitación	Sí / No
128	Existe buena distribución de ambientes en la vivienda	Sí / No
129	Existe depósito de agua residual cerca del pozo	Sí / No
130	Existe tubería PVC expuesta a la intemperie	Sí / No
131	Existe unidad de cloración	Sí / No
132	Existe defecación en un radio de 50 metros	Sí / No
133	Existen fugas en red de drenaje o agua potable	Sí / No
134	Existe fontanero	Sí / No
135	Se cobra tarifa por servicio de agua/drenaje	Sí / No
136	Existe defecación alrededor de la letrina	Sí / No
137	Estado de letrina	Con techo/con puerta
138	Existe sanitario con descarga de agua y drenaje	Sí / No
139	Existen planchas de cocina	Sí / No
140	Existen estufas a gas	Sí / No
141	Utiliza leña para cocinar	Sí / No
142	Cocina en el piso	Sí / No
143	El humo de leña se estanca en la cocina	Sí / No
144	Existe chimenea para sacar el humo	No Hay
145	Se contamina el ambiente cuando todos los vecinos utilizan leña a determinada hora del día	Sí / No

Continuación de la tabla II.

146	Existen incendios forestales	Sí / No
147	El papel sanitario es quemado a la intemperie	Sí / No
148	La basura es quemada a la intemperie	Sí / No
149	Existen basureros clandestinos	Si/no
150	Existe moho por humedad en las paredes	Sí / No
151	Existe algún tipo de reforestación vegetal	Sí / No
152	Existen bosques con mucha vegetación	Sí / No
153	Convive con animales domésticos	Sí / No
154	Existe algún reciclaje de excretas de animales	Sí / No
155	Utilizan como abono las excretas de animales	Siempre/a veces/ nunca
156	Existe algún tipo de siembra de origen	Sí / No

Fuente: elaboración propia.

### **3.5. Clasificación de indicadores para el modelo de saneamiento en construcciones con tierra**

La elaboración del modelo de saneamiento para vivienda limpia, sana y segura, se realizó mediante la gama de respuesta a los indicadores de la tabla I, los departamentos y municipios en donde se materializó la encuesta con los indicadores que corresponden a la vivienda limpia son los siguientes: Palencia, Sanarate, Río hondo, Atescatempa, Tecpan, Chimaltenango, Chiquimula, Olopa, Concepción, Jocotán, Camotán, San Agustín Acasaguastlán y San Juan Comalapa.

Tabla III. **Modelo de saneamiento**

Departamento:		
Municipio:		
Indicadores: vivienda limpia, sana y segura		
No.	Categoría: Vivienda Limpia	Parámetros de medición
1	Existe distribución de Agua domiciliaria	Sí / No
2	Existen nacimientos/manantiales de agua	Sí / No
3	Inundaciones en la vivienda por épocas de lluvia	Sí / No
4	Tipos de almacenamiento de agua	Toneles/deposito/pila
5	Existen proveedores de agua	Sí / No
6	Poseen pozos de agua	Sí / No
7	Existen pilas públicas	Sí / No
8	Existen ríos cercanos	Sí / No
9	Existen drenajes para descarga de aguas residuales	Sí / No
10	Descargas de agua residual en caso de no poseer drenaje	Calle/patio/pozo ciego/otros
11	Tipos de obtención de agua	Rio/pozo/agua de tubería.
12	Medios sanitarios para defecación	Letrina/pozo ciego/sanitario
13	Prevalencia de enfermedades diarreicas en la población	Sí / No
14	Prevalencia de cólera, dengue o fiebre	Sí / No
15	Población satisfecha con los servicios sanitarios	Sí / No

Continuación de la tabla III.

16	Existen instalaciones hidro-sanitarias en las viviendas	Sí / No
17	Existen políticas de desarrollo urbano, saneamiento y habitación	Sí / No
18	Existencia de foros sobre salud y saneamiento	Si/no
19	Destino de los residuos sólidos domésticos	Barranco/ recolector
20	Existencia de plagas en el ambiente	Sí / No
21	Existen letrinas a menos de 10 metros de su habitación	Sí / No
22	Existe buena distribución de ambientes en la vivienda	Sí / No
23	Existe depósito de agua residual cerca del pozo	Sí / No
24	Existe tubería PVC expuesta a la intemperie	Sí / No
25	Existe unidad de cloración	Sí / No
26	Existe defecación en un radios de 50 metros	Sí / No
27	Existen fugas en red de drenaje o agua potable	Sí / No
28	Existe fontanero	Sí / No
29	Se cobra tarifa por servicio de agua/drenaje	Sí / No
30	Existe defecación alrededor de la letrina	Sí / No
31	Estado de letrina	Bueno/malo
32	Existe sanitario con descarga de agua y drenaje	Sí / No
33	Existen planchas de cocina	Sí / No
34	Utiliza leña para cocinar	Sí / No
35	Cocina en el piso	Sí / No
36	El humo de leña se estanca en la cocina	Sí / No
37	Existe chimenea para sacar el humo	Sí / No

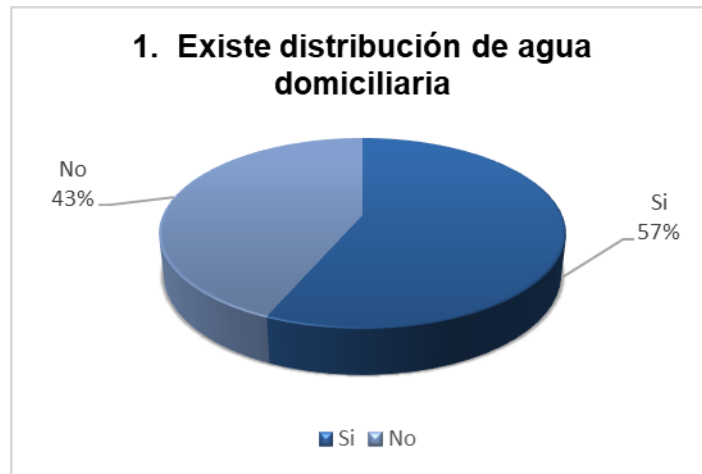
Continuación de la tabla III.

38	Se contamina el ambiente al utilizar leña	Sí / No
39	Existen incendios forestales	Sí / No
40	El papel sanitario es quemado a la intemperie	Sí / No
41	La basura es quemada a la intemperie	Sí / No
42	Existen basureros clandestinos	Sí / No
43	Existe moho por humedad en las paredes	Sí / No
44	Existe algún tipo de reforestación vegetal	Sí / No
45	Existen bosques con mucha vegetación	Sí / No
46	Convive con animales domésticos	Sí / No
47	Existe algún reciclaje de excretas de animales	Sí / No
48	Utilizan como abono las excretas de animales	Sí / No
49	Existe algún tipo de siembra De origen del lugar	Sí / No

Fuente: elaboración propia.

### 3.6. Gráficas y análisis de resultados de la encuesta realizada en los departamentos y municipios de Guatemala

Figura 8. Distribución de agua domiciliaria



Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Excel 2016.

Figura 9. Nacimientos de agua



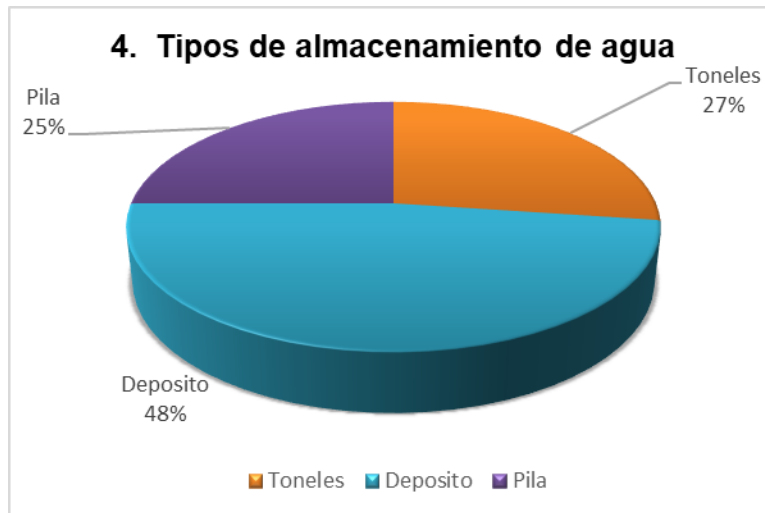
Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Excel 2016.

Figura 10. **Inundaciones**



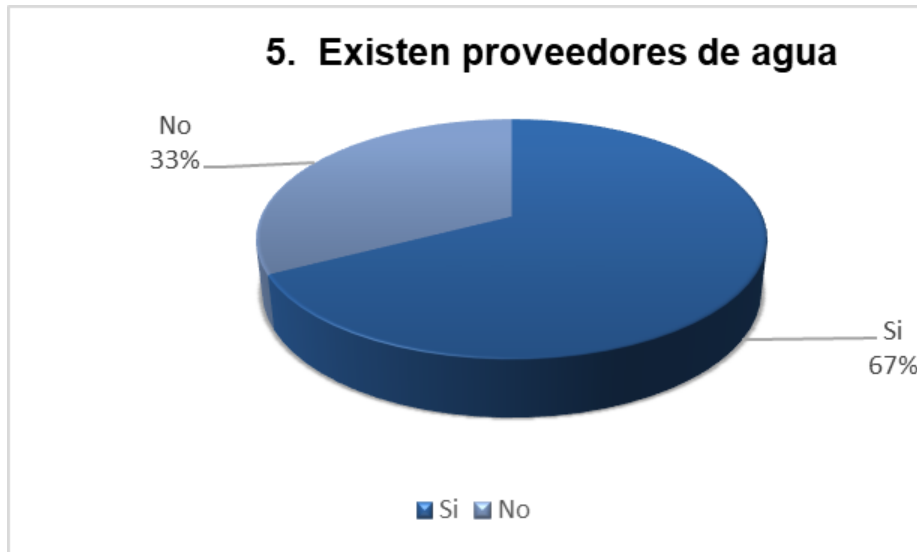
Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Excel 2016.

Figura 11. **Almacenamiento de agua**



Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Excel 2016.

Figura 12. Proveedor de servicio



Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Excel 2016.

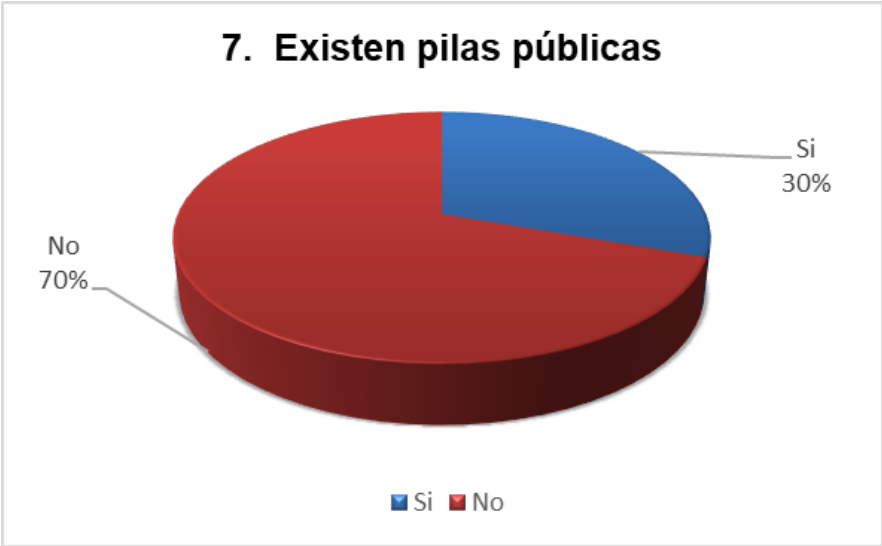
Figura 13. Existencia de pozos



Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Excel 2016.

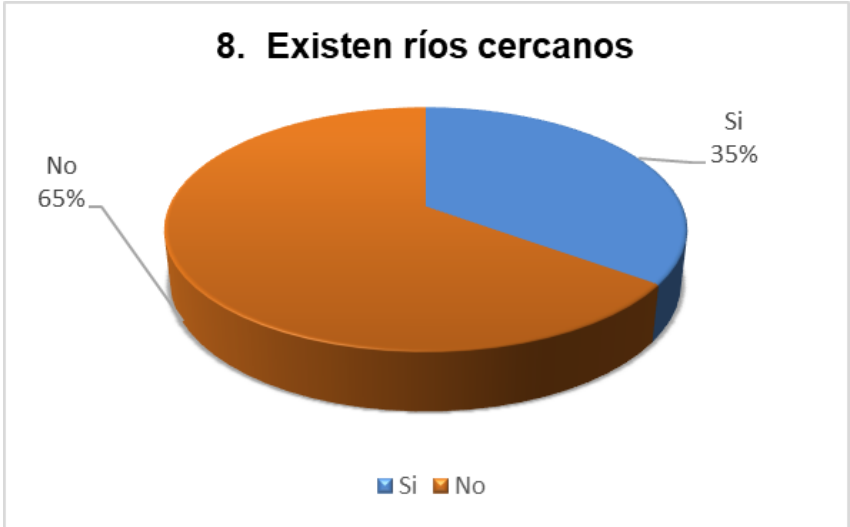


Figura 14. Pilas públicas



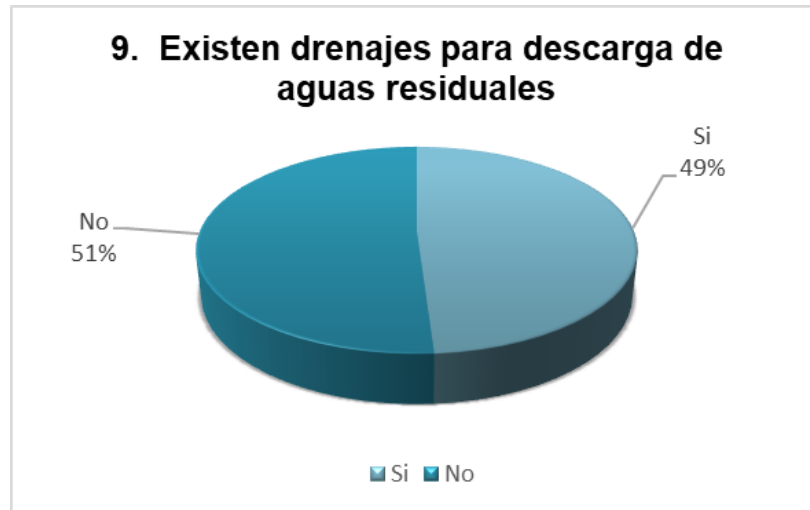
Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Excel 2016.

Figura 15. Cercanía de ríos



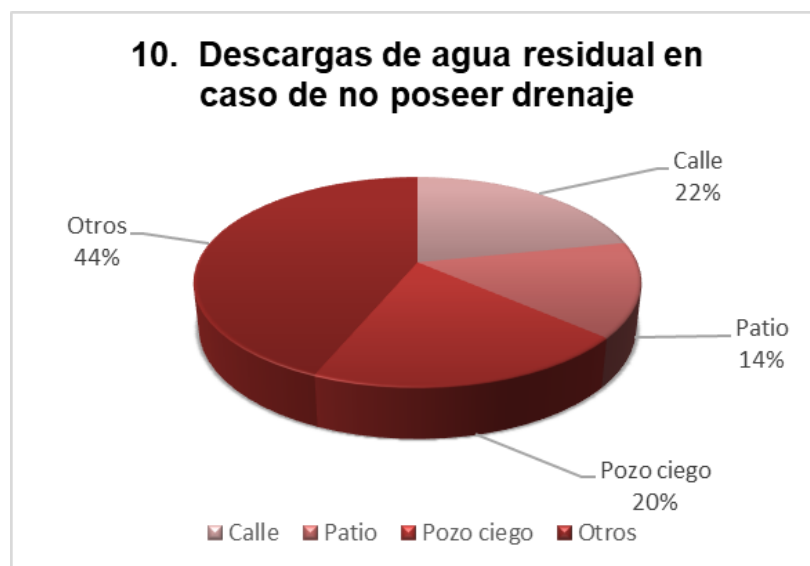
Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Excel 2016.

Figura 16. Descarga de aguas residuales



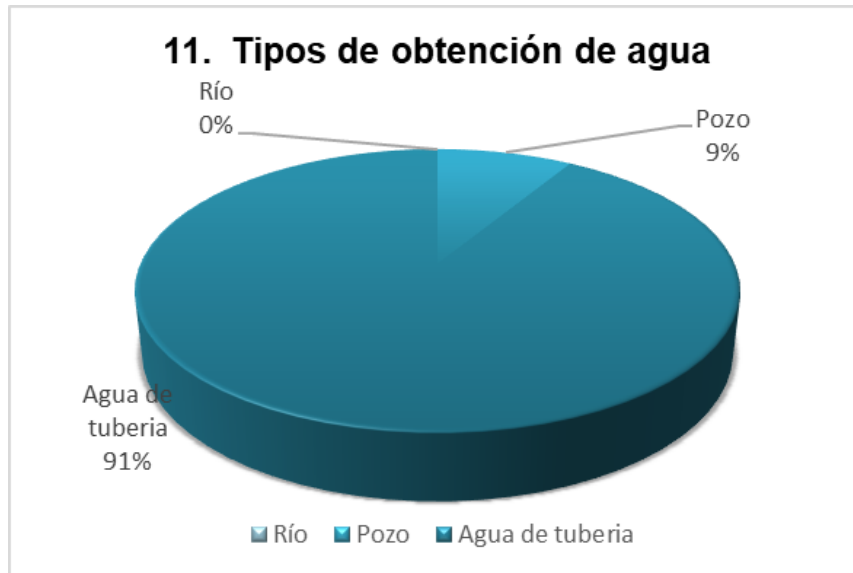
Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Excel 2016.

Figura 17. Situación de descarga sin drenajes



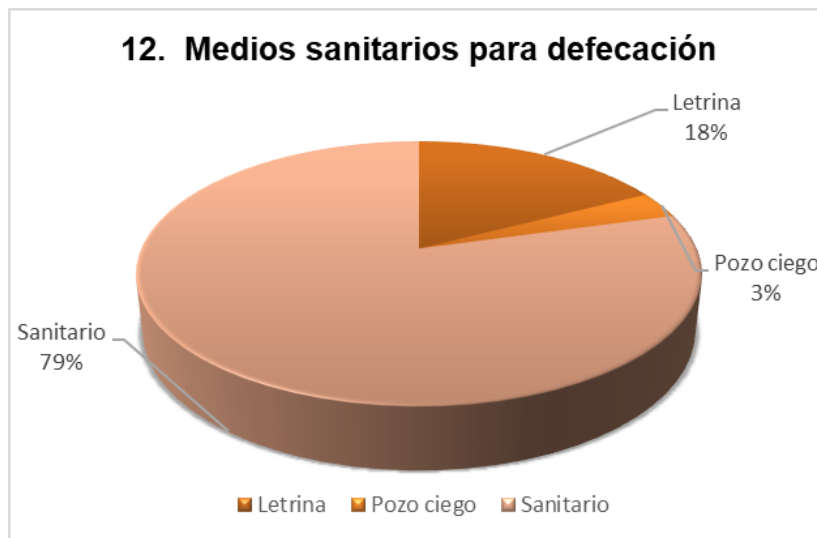
Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Excel 2016.

Figura 18. **Obtención del recurso**



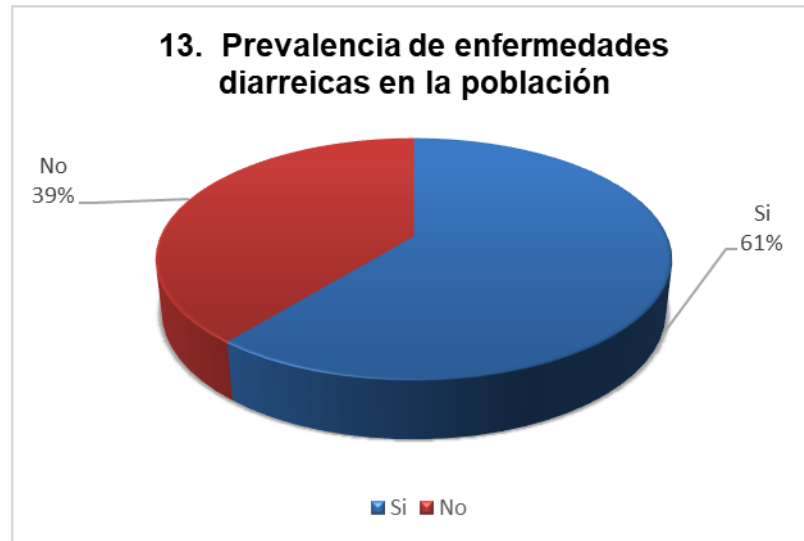
Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Excel 2016.

Figura 19. **Tipo de servicio sanitario**



Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Excel 2016.

Figura 20. **Enfermedades**



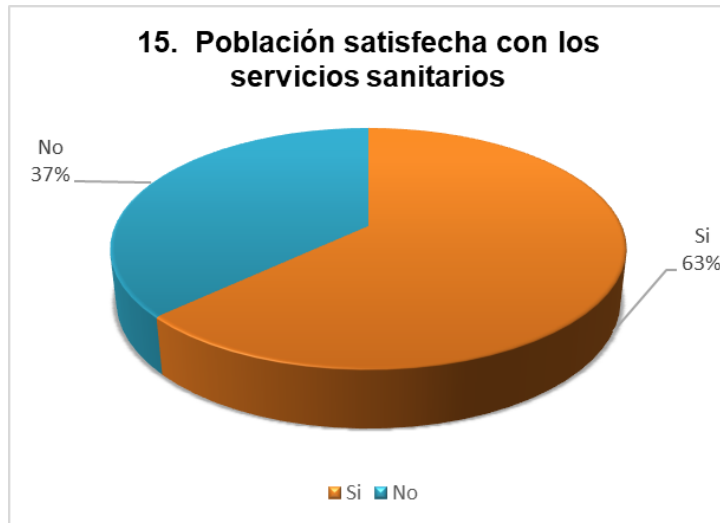
Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Excel 2016.

Figura 21. **Prevalencia de enfermedades**



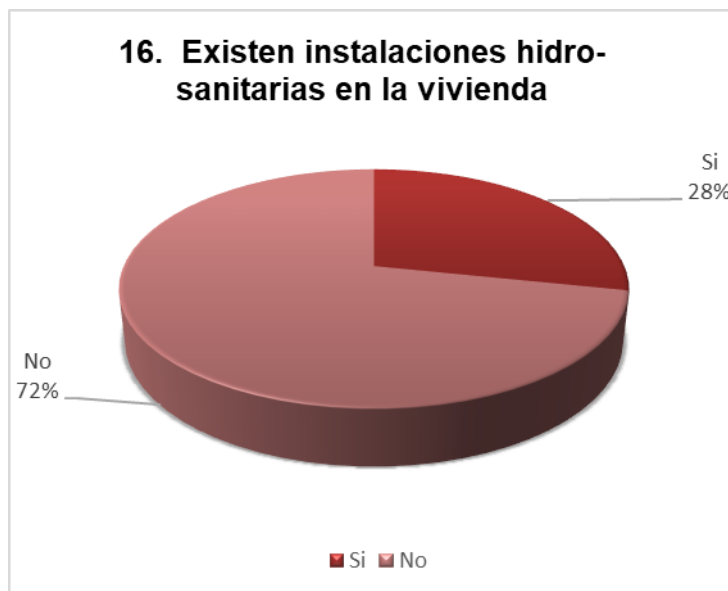
Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Excel 2016.

Figura 22. **Sentido de satisfacción con servicios sanitarios**



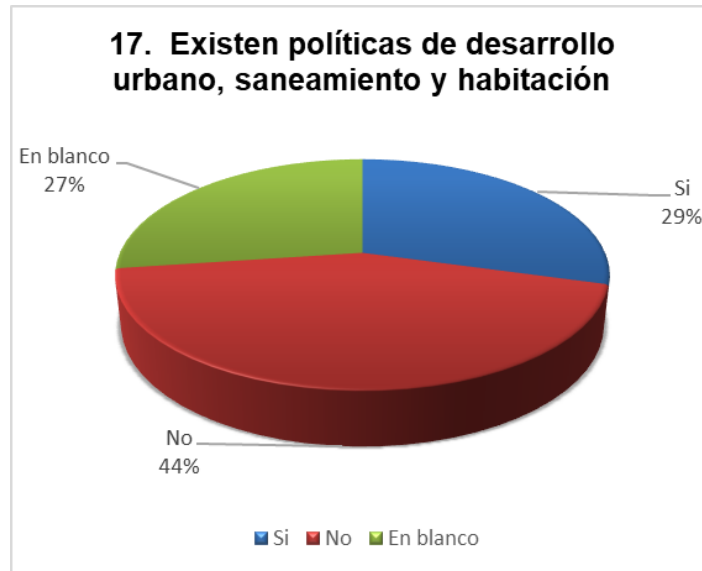
Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft, Excel 2016.

Figura 23. **Instalaciones hidro sanitarias**



Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Excel 2016.

Figura 24. **Políticas de desarrollo**



Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Excel 2016.

Figura 25. **Foros sobre salud y saneamiento**



Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Excel 2016.

Figura 26. Destino de residuos sólidos



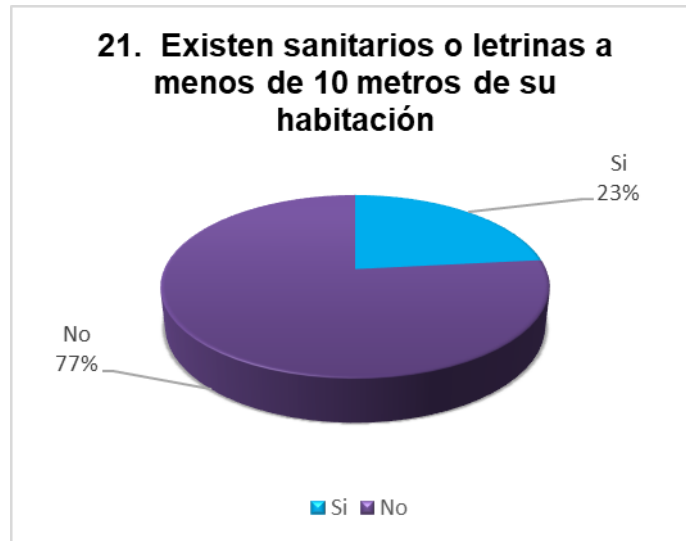
Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Excel 2016.

Figura 27. Existencia de plagas



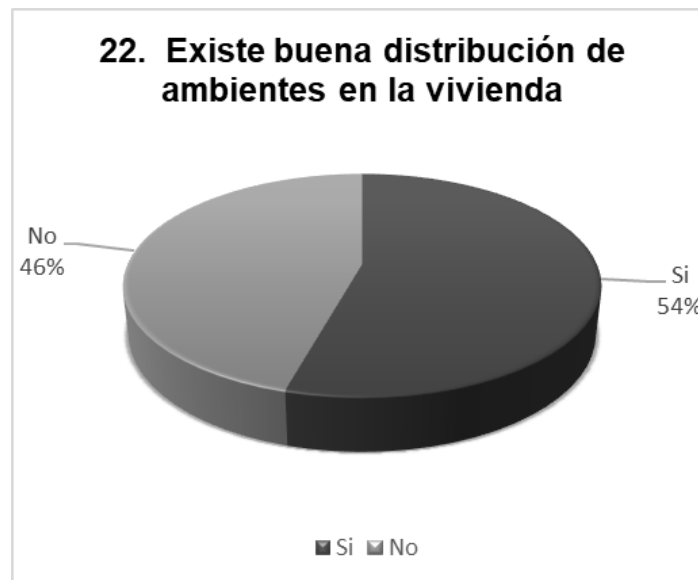
Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Excel 2016.

Figura 28. **Letrinas y ubicación**



Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Excel 2016.

Figura 29. **Distribución de ambientes**



Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Excel 2016.

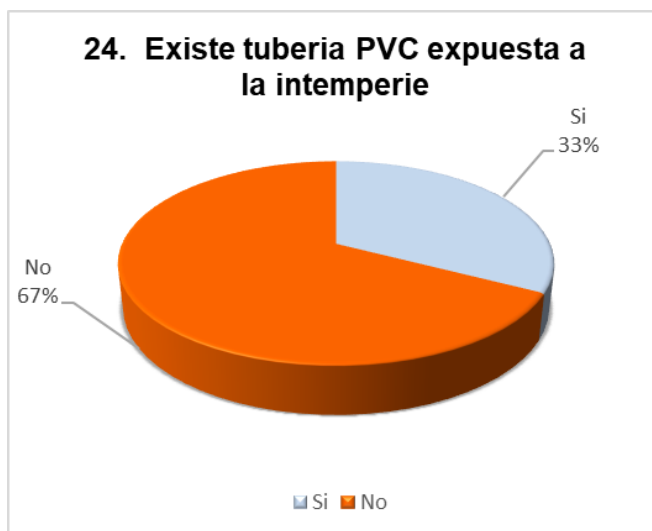


Figura 30. Depósitos de agua



Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Excel 2016.

Figura 31. Tubería PVC



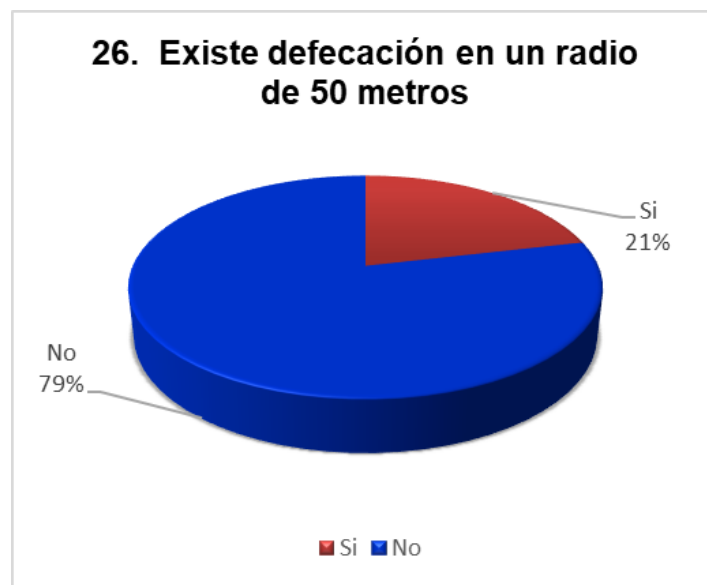
Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Excel 2016.

Figura 32. **Unidad de cloración**



Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Excel 2016.

Figura 33. **Ambiente limpio**



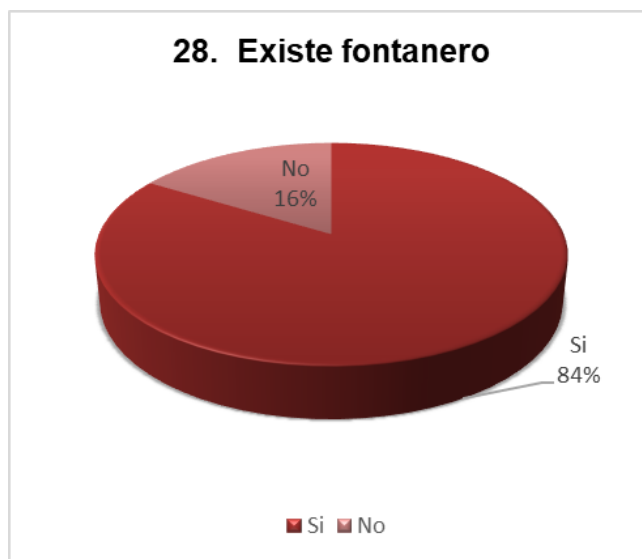
Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Excel 2016.

Figura 34. **Fugas en la red de agua potable**



Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Excel 2016.

Figura 35. **Servicio de reparación**



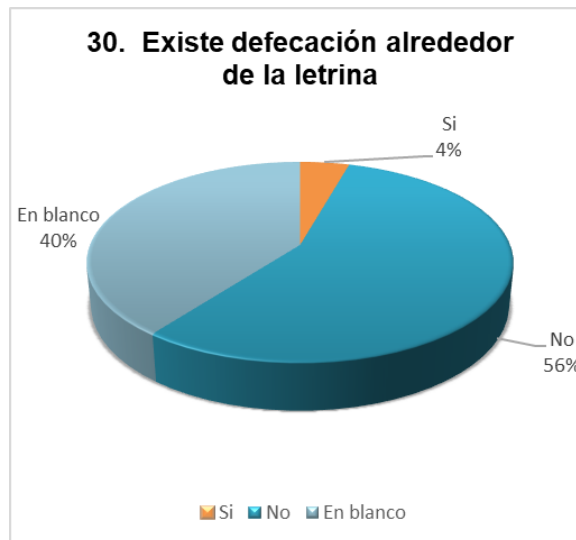
Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Excel 2016.

Figura 36. **Pago de servicio**



Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Excel 2016.

Figura 37. **Limpieza de la letrina**



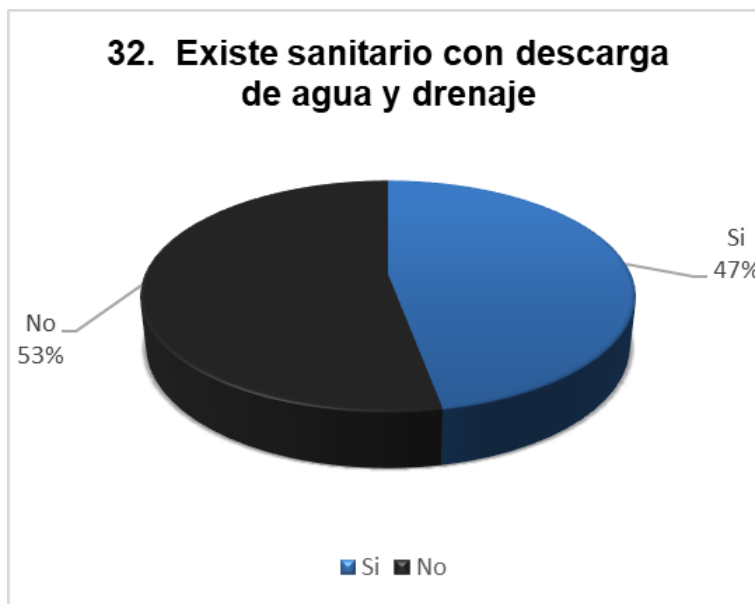
Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Excel 2016.

Figura 38. Estado de la letrina



Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Excel 2016.

Figura 39. Sanitario



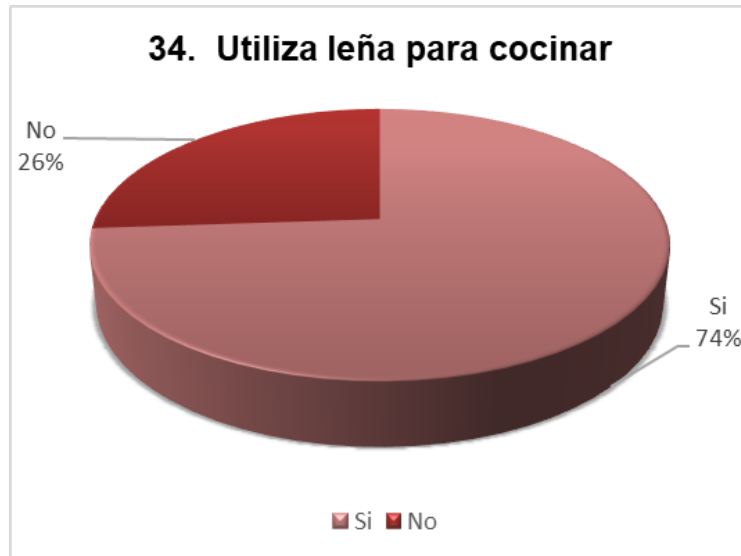
Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Excel 2016.

Figura 40. **Planchas de cocina**



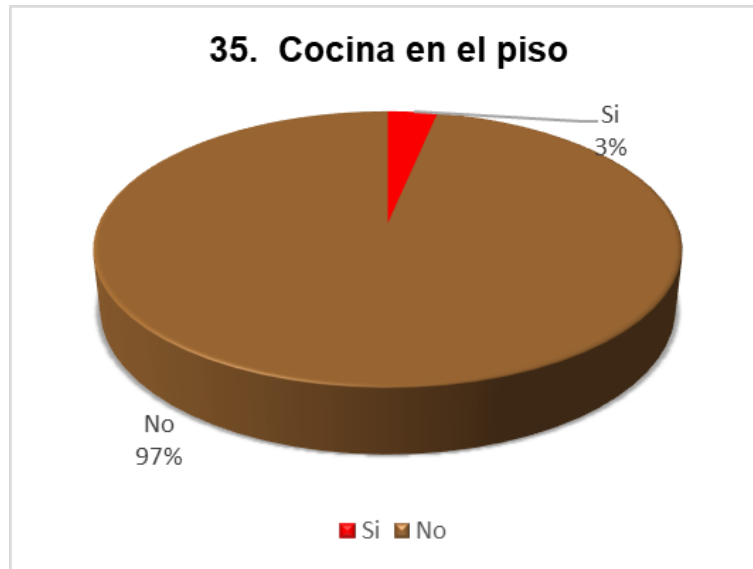
Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Excel 2016.

Figura 41. **Leña para cocinar**



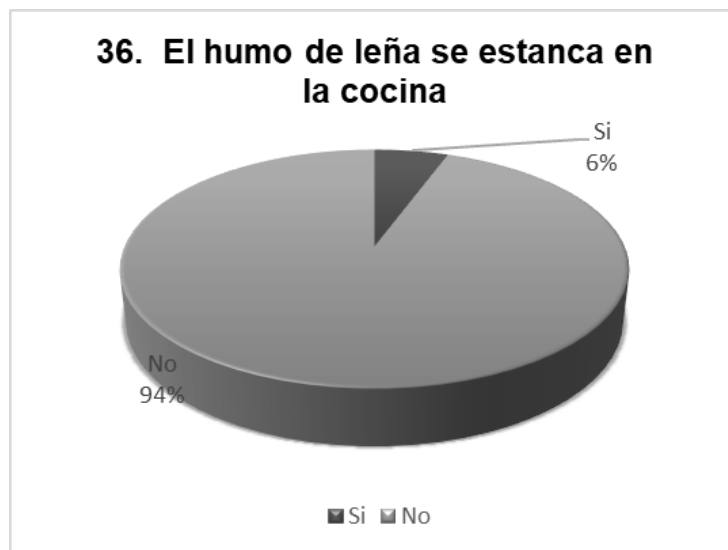
Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Excel 2016.

Figura 42. **Sitio donde se cocina**



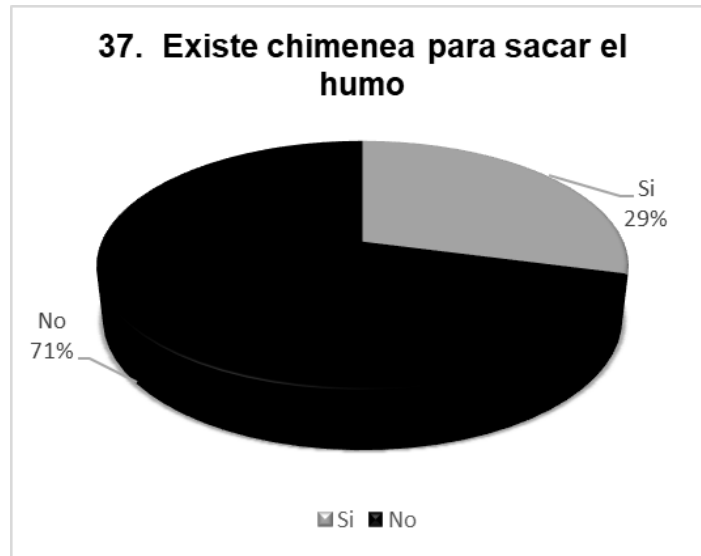
Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Excel 2016.

Figura 43. **Humo de leña**



Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Excel 2016.

Figura 44. **Chimenea para cocina**



Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Excel 2016.

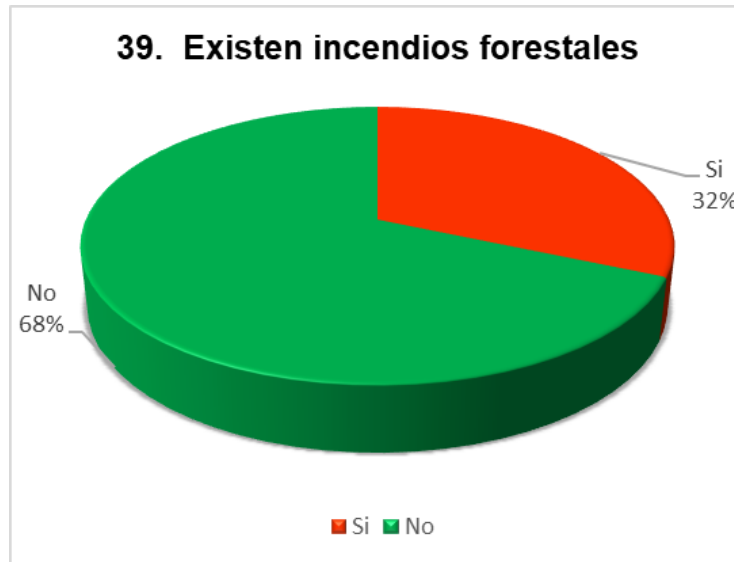
Figura 45. **Manejo de humo**



Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Excel 2016.

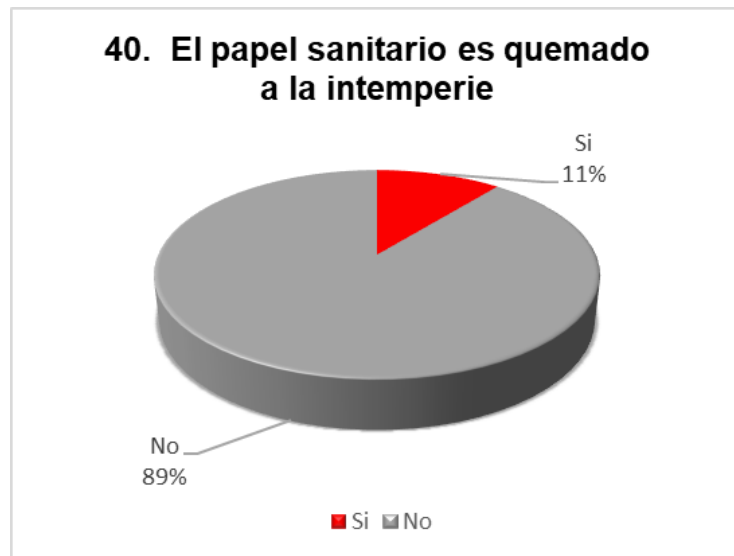


Figura 46. **Incendios forestales**



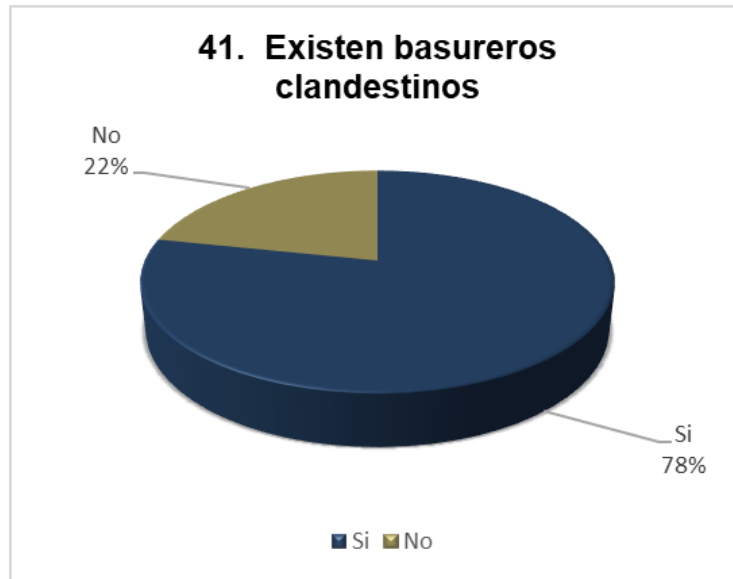
Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Excel 2016.

Figura 47. **Manejo de desechos**



Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Excel 2016.

Figura 48. Manejo de desechos



Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Excel 2016.

Figura 49. Humedad en paredes



Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Excel 2016.

Figura 50. **Reforestación vegetal**



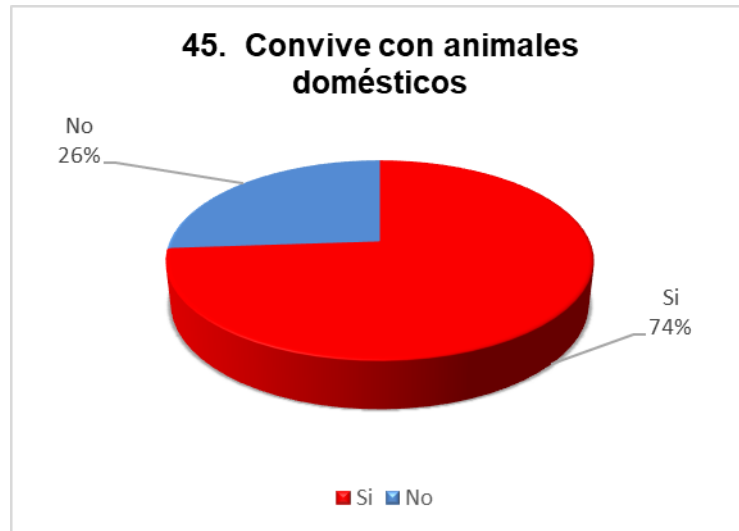
Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Excel 2016.

Figura 51. **Bosques con vegetación**



Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Excel 2016.

Figura 52. **Convivencia con animales**



Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Excel 2016.

Figura 53. **Tratamiento de excretas**



Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Excel 2016.

Figura 54. **Siembra de origen**



Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Excel 2016.

### 3.7. **Análisis del estado actual de la vivienda en Guatemala**

La representación gráfica del Modelo de Saneamiento está identificada con porcentajes, correspondientes al número total de respuestas obtenidas mediante el formulario que se introdujo en las comunidades, el estado actual de la vivienda manifiesta la carencia de los ideales constructivos, el uso de materiales naturales y la codependencia a los materiales industrializados para la construcción y la falta de un normativo que garantice edificaciones idóneas para cualquier zona a construir.

Los resultados de los distintos grupos de datos, es base que fundamenta el estudio realizado en los departamentos y municipios de Guatemala, los cuales son interpretados y evaluados en una serie de pasos que pronostican los resultados de las encuestas realizadas con los indicadores categorizados para

el modelo de saneamiento; se visualiza e interpreta la información incluyendo gráficas que representan en porcentajes, el actual estado de la vivienda en Guatemala.

Tabla IV. **Respuestas y gráfica obtenida con los indicadores**

<b>Cumplimiento de los indicadores</b>		
<b>Categoría</b>	<b>SÍ</b>	<b>NO</b>
Vivienda	147	185
Saneamiento	1 371	1 754
Tratamiento de desechos	163	297
Caracterización de la vivienda	88	87
Total de respuestas obtenidas	1 769	2 323

Fuente: elaboración propia.

### **3.7.1. Análisis de resultados de la vivienda actual de Guatemala**

Municipios donde se realizó la encuesta: Palencia, Zanarate, Río hondo, Atescatempa, San Agustín Acasaguastlán, Llano de Jesús, Chiquimula, Olopa, Concepción, Jocotán, Camotán, Tecpán, San Juan Comalpa y el departamento de Chimaltenago.

Figura 55. **Gráfica del estado actual de la vivienda en Guatemala**



Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft, Excel 2 016.

### 3.7.2. Vivienda

La vivienda y el ser humano generan una amalgama de identificación personal donde ambos se representan ante la sociedad, el 26 por ciento de la gráfica, indica que la vivienda como tal debe ser mejorada en calidad constructiva, utilizando los espacios adecuadamente para cada ambiente, identificar los materiales existentes en el área donde ubicará la vivienda para poder aprovecharlos y de alguna manera minimizar costos, la estética de la vivienda y la extensión de la misma, permite que no haya espacios estrechos o hacinamiento, esto garantiza una vivienda limpia, sana y ordena.

### **3.7.3. Saneamiento**

El saneamiento dentro de la vivienda no representa ningún *status* de vida simplemente es un modo de vida saludable; por lo tanto, nadie puede negarse a este privilegio que no está fuera de los parámetros o alcances que pueda asumir el ser humano para la adquisición de estos servicios. El 25 por ciento de la gráfica representa las pocas viviendas donde las personas se han preocupado por mantener sus espacios libres de factores que atenten en contra de su bienestar; el poco interés y la falta de inversión para la salud, afecta a la mayor parte de la vivienda en Guatemala, cabe mencionar que actualmente las personas aún conviven con animales domésticos, los cuales defecan en cualquier área de la vivienda, mantienen los patios con estancamientos de aguas negras, inhalan olores contaminantes todos los días, los cuales generan enfermedades respiratorias y gastrointestinales que los dejan vulnerables en cuanto a las infecciones que pueden causarles hasta la muerte.

### **3.7.4. Tratamiento de desechos**

El 20 por ciento de la sociedad investigada deshecha los sólidos por los barrancos comunales o ríos, que afectan proporcionalmente a quienes se encuentran cercanos a estos lugares; esto indica que no hay ningún tratamiento que minimice la contaminación provocada por estos elementos, más bien sólo es almacenada en áreas asumidas como botaderos que no tienen limitaciones o restricciones de ningún tipo que afectan directamente el manto freático, el suelo, los bosques y el paisaje verde de la naturaleza.



### **3.7.5. Caracterización de la vivienda**

La selección de materiales para la construcción es importante para la conservación de la vivienda, las antiguas viviendas de tierra han demostrado el alto porcentaje a resistir movimientos telúricos y que pueden ser heredadas por generaciones nuevas. El 29 por ciento acierta que son pocas las viviendas que tienen revestimiento de paredes, suelos apisonados, techos sin plagas y distribución de ambientes poco aceptada.

## **4. MODELO DE SANEAMIENTO PARA SAN AGUSTIN ACASAGUASTLAN, EL PROGRESO**

### **4.1. Formulación de indicadores para San Agustín Acasaguastlán**

Los indicadores se formularon de acuerdo a la zona árida de San Agustín Acasaguastlán, tomando como referencia los parámetros siguientes: flora, fauna, cultura, clima, zona sísmica, métodos constructivos y materiales. Elementos importantes que posee cada municipio para su caracterización autóctona en construcciones con tierra.

### **4.2. Modelo de saneamiento para San Agustín Acasaguastlán**

La siguiente tabla fue formulada con indicadores que dan un esquema de la vivienda, dentro y fuera de ella. Los indicadores están sujetos a dar una radiografía de la vivienda para elaborar un análisis y dar a conocer las ventajas y deficiencias que mantienen estas construcciones vernáculas que se han mantenido en pie durante varios años, a pesar de los movimientos telúricos y otros factores que afectan su vida útil.

Tabla V. **Categorización de indicadores para San Agustín Acasaguastlán**

Departamento: El Progreso		
Municipio: San Agustín Acasaguastlán		
<b>Indicadores: vivienda Limpia y sana</b>		
Categoría: Vivienda		Parámetro de medición
1	Seguridad personal con la vivienda	Sí / No
2	Se identifica con su vivienda	Sí / No
3	Tipo de estructura de la vivienda	Simple/reforzada
4	Distancia del piso al techo	Metros
5	Estética de la vivienda, pintada	Sí / No
6	Decoración de la vivienda	Sí / No
7	Extensión de la vivienda, con patio	Sí / No
8	Temperatura ambiente	En oC
9	Hacinamiento	Sí / No
Categoría: Saneamiento		
10	Existe tratamiento de aguas residuales	Sí / No
11	Estancamiento de agua sucia en patios	Sí / No
12	Acumulación de excretas en lugares visibles	Sí / No
13	Existencia de pilas públicas	Sí / No
14	Existencia de drenajes	Sí / No
15	Tipo de sanitario	Inodoro/letrina
16	Conexiones de agua potable	Sí / No
17	Inundaciones por el río cercano	Sí / No
18	Instalaciones básicas para el lavado de manos en el hogar	Sí / No
19	Existe uso de jabones para lavado de manos	Sí / No
20	Control de olores fétidos	Sí / No
21	Convivencia con animales domésticos	Sí / No
22	Uso de excretas de los animales domésticos en cultivos	Sí / No
23	Práctica la defecación al aire libre	Sí / No
24	Es constante el aseo del hogar	Sí / No
25	Es constante el aseo personal	Sí / No
26	Existencia de centro de salud	Sí / No
27	Farmacias cercanas	Sí / No
28	Techos libres de plagas o bichos	Sí / No
29	Conexiones de luz eléctrica	Sí / No
30	Existencia de chimeneas para la salida del humo	Sí / No
31	Higiene en la preparación de los alimentos	Sí / No
32	Uso de polletones para cocinar	Sí / No
33	se cocina en el piso	Sí / No
Categoría: Tratamiento de desechos		
34	Control de desechos sólidos	Sí / No
35	Existencia de basureros comunales	Sí / No
36	Utilizan el río como botadero de desechos	Sí / No
Categoría: Caracterización de la vivienda		
37	Vivienda con revestimiento	Sí / No
38	Existencia de grietas en paredes	Sí / No

Continuación de la tabla V.

39	Iluminación en la vivienda	Buena/mala
40	Distribución de ambientes en la vivienda	Buena/mala
41	Tipo de techo	Teja/lamina/otro
42	Material de construcción de la vivienda	Adobe/bajareque
43	Antigüedad de la vivienda	Años
44	Tipo de piso de la vivienda	Tierra/concreto/otro
45	Orientación de la vivienda respecto al sol	Buena/mala

Fuente: elaboración propia.

### **4.3. Conceptualización de los indicadores**

Descripción de los indicadores para la sensibilización de los entrevistados para su pronta comprensión al estudio en mención; para mejorar las relaciones interpersonales que se presentan al momento de la recopilación de la información. Formación y capacitación para los estudiantes que entrevistan a las personas con las encuestas correspondientes a los indicadores.

#### **4.3.1. Categorías e indicadores para la vivienda limpia, sana y segura**

La clasificación de los indicadores con categorías, manifiesta un orden elemental para el estudio y la realización del modelo de saneamiento, las categorías se dividen en: vivienda, saneamiento, tratamiento de desechos y caracterización de la vivienda, este orden se definió utilizando las técnicas de estudio que materializaron las respuestas de los indicadores en las tablas anteriores, esto representa las características que ha de evaluarse en las viviendas construidas con tierra.

### **4.3.2. Categoría: Vivienda**

- Vivienda

Lugar creado por nuestros antepasados donde descansaban y se reproducían, protección de sus adversarios que pretendían acecharlos, lugar de procreación y nacimientos de nuevos miembros familiares capaces de luchar y sobrevivir con lo que la tierra les provee.

- Seguridad personal con la vivienda

Protección de cuatro paredes y un techo, donde la persona se siente fortalecida y satisfecha con la calidad constructiva de su vivienda.

- Identificación con la vivienda

Pretende indicar la serenidad de la persona con su vivienda, identificarse con lo que construyó con sus propias manos, y defender su creación inspirada para la protección de su familia.

- Tipo de estructura de la vivienda

Identifica el tipo de construcción reforzada con madera, concreto o simplemente de tierra sin ningún refuerzo.

- Distancia piso a techo

La altura de la vivienda es relativa a la altura de las personas y los muebles que se tienen por dentro. Es medida con una cinta métrica, del suelo

hacia arriba, para indagar donde se manifiesta mayor calor, si con techo alto o bajo.

- Estética de la vivienda, pintada

Si la vivienda está encalada o pintada con algún material repelente a huéspedes maliciosos que pretendan introducirse a las paredes y contaminar el ambiente.

- Extensión de la vivienda, con patio

Evalúa la movilidad de la persona dentro de su vivienda, el hacinamiento y la disponibilidad de expandir la construcción para futuras generaciones.

- Temperatura ambiente

Se pretende evaluar la temperatura de la vivienda, y conocer la eficiencia al aislamiento de la temperatura de los distintos techos existentes, tales como lámina, techo de paja, techo de teja, techo de palma, entre otros.

- Hacinamiento

Viviendas multifamiliares o pequeñas donde el área no satisface la movilidad.

#### **4.3.3. Categoría: Saneamiento**

- Existe tratamiento de aguas residuales

Si las personas desechan el agua que brota de la pila a un drenaje, o se acumula en el patio de la casa, o se desecha por la calle.

- Estancamiento de agua sucia en patios, ambientes del hogar y calles

Agua acumulada debido a la carencia de conexiones domiciliarias como drenaje, agua, entre otros, que no permiten la fluidez de las aguas servidas.

- Acumulación de excretas en lugares visibles

A falta de agua y drenajes se acumulan las excretas en lugares destinados que, al no ser recogidos o removidos, generan malos olores, contaminando el ambiente.

- Existencia de drenajes

La vivienda tiene uno de los servicios indispensables para la eliminación de aguas residuales y grises para mantener el piso seco, dentro y fuera de la vivienda.

- Conexiones de agua potable

Agua potable transportada en tuberías que ingrese a la vivienda a determinadas horas del día, establecidas por la municipalidad.

- Tipo de sanitarios

Instalaciones hidrosanitarias donde fluye el agua al presionar un dispositivo, o letrinas instaladas por falta de drenajes.

- Práctica de la defecación al aire libre

Viviendas donde no hay ningún tipo de instalaciones sanitarias, y lo único que pueden hacer es defecar al aire libre, contaminando el manto freático y el ambiente donde residen.

- Control de olores fétidos

Si le coloca algún tipo de tapadera a la letrina o sanitario, y los papeles se queman a la intemperie o se depositan en algún barranco.

- Convivencia con animales domésticos

Los animales domésticos como las gallinas, marranos, ganado vacuno entre otros, son criados para generar algún producto económico que ayude a la subsistencia de los moradores; sin embargo, estos generan malos olores que contaminan los ambientes dentro y fuera de la vivienda, causando molestias a los vecinos.

- Uso de excretas de animales domésticos en cultivos

Sí usan las excretas de sus animales como abono orgánico en cultivos, u otro uso que se pueda establecer.

- Es constante el aseo del hogar

Esto para controlar si hay algún tipo de aseo dentro del hogar, que elimine cualquier acumulación de agua o residuos donde puedan albergarse insectos o roedores que causen daños en la salud de los moradores



- Es constante el aseo personal

El aseo personal es muy importante para la salud del ser humano, que lo enmarca como una persona que refleja una vivienda limpia y sana

- Higiene en la preparación de los alimentos

Prácticas de higiene elementales para la buena salud, lavar los alimentos es indispensable para prevenir enfermedades intestinales, estomacales, entre otras.

- Techos libres de plagas o bichos

El techo debe de mantenerse limpio y sin ningún tipo de plagas que puedan atentar la salud, se recomienda limpiar o cambiar si el techo es de algún material natural como la paja, palma o madera, generalmente atraen polillas que debilitan su vida útil.

- Conexiones de luz eléctrica

La luz eléctrica es indispensable dentro de la vivienda; sin embargo, hay viviendas en las que se utiliza todo el día porque no hay claridad natural, esto incrementa el gasto mensual y debilita la economía del hogar.

- Existencia de centro de salud

El centro de salud es el ente que vela por el bienestar de la familia; que funciona gratuitamente, debe estar dentro del perímetro urbano para facilitar el traslado de los pacientes.

- Farmacias cercanas

Las farmacias son Indispensables para la compra de medicamentos, en algunos lugares el expendido de estos se encuentra limitado, y a varios kilómetros de distancia, generando gastos para adquiríros que debilita la economía del hogar.

- Inundaciones por el río cercano

Las inclemencias de la naturaleza son una amenaza para la vivienda, desde sismos, deslaves y crecidas, entre otros; estos fenómenos debilitan cualquier estructura, por lo que es recomendable construir lejos de cualquier sitio que parezca amenazador.

- Categoría: Tratamiento de desechos sólidos

Existencia de algún método de reciclaje que haya implementado la municipalidad o particular, que minimice la acumulación exponencial de desechos que contaminen el medio ambiente.

- Existencia de basureros comunales

Si hay barrancos cercanos al pueblo, o retirados donde se pueda depositar la basura en forma controlada, proveniente de la vivienda.

- Se utiliza el río como botadero de desechos

Cuando no hay ningún control de desechos las personas tienden a utilizar el río como un botadero de basura.

#### **4.3.4. Categoría: Caracterización de la vivienda**

- Tipo de construcción

Identifica la técnica de construcción y los materiales utilizados, tales como el adobe, bajareque, madera y lámina.

- Antigüedad de la vivienda

Número de años que tiene la vivienda para conocer su durabilidad y su resistencia ante los movimientos telúricos de la zona.

- Tipo de piso de la vivienda

Apisonado o rústico, esto evalúa el estancamiento de agua dentro de la vivienda, que funciona como albergue para insectos portadores de enfermedades, que al paso del tiempo se vuelven plagas, capaces de contagiar a los hogareños, y causarles la muerte.

- Orientación de la vivienda respecto al sol

El calentamiento de la vivienda depende de la orientación del sol, entradas de luz natural para evitar gastos innecesarios que afecten a la economía.

- Vivienda con revestimiento

Si las paredes de la vivienda tienen o no algún recubrimiento que evite la erosión, y huéspedes maliciosos que penetren en las paredes.

- Existencia de grietas en paredes

Se identifican grietas para controlar si habrá algún colapso de la vivienda ocasionado por los movimientos telúricos o simplemente por antigüedad.

- Tipo de techo

El uso de techos en las viviendas se basa en su clima correspondiente; generalmente se usan los siguientes materiales: lámina, teja, paja y palma.

- Iluminación en la vivienda

La iluminación con luz natural es importante para moverse dentro de la vivienda, de lo contrario se usaría luz eléctrica que generaría gastos que debilitan la economía del hogar.

- Uso de polletones para cocinar

El uso de los polletas es una técnica higiénica para la preparación de alimentos que a la vez los mantiene calientes, permanece un ambiente cálido en la época de frío, y une a la familia en su alrededor para ingerir los alimentos.

- Existencia de chimeneas para la salida del humo

Al utilizar polletas para cocinar, se debería utilizar tubería o extractor de humo, esto para evitar el estancamiento; este material al ser quemado, emana sustancias químicas que alteran las vías respiratorias, visuales y son dañinas para la salud del ser humano.

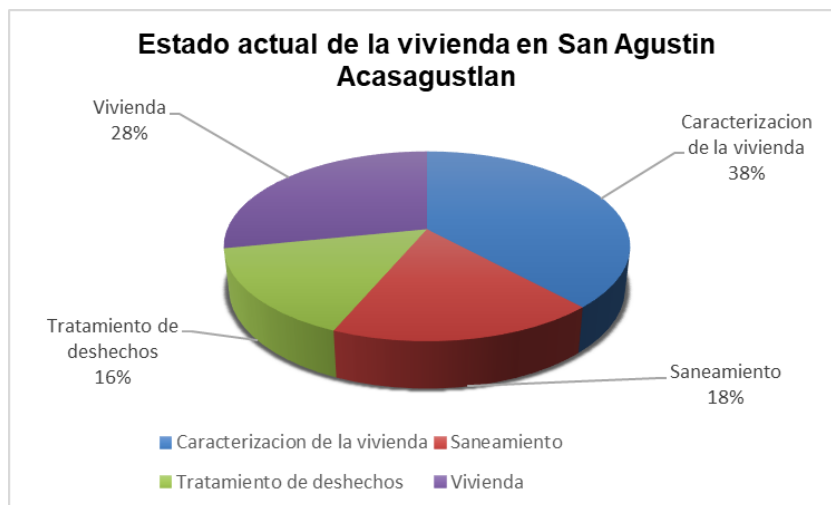
#### 4.4. Gráfica, tabla y análisis de resultados de la encuesta realizada en el municipio de San Agustín Acasaguastlán

Tabla VI. Respuestas al cumplimiento de los indicadores para San Agustín Acasaguastlán

Cumplimiento de los indicadores		
Categoría	SÍ	NO
Vivienda	83	77
Saneamiento	156	311
Tratamiento de deshechos	17	43
Caracterización de la Vivienda	99	42
Total de Respuestas obtenidas	355	473

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2016.

Figura 56. Gráfica de la vivienda actual en San Agustín Acasaguastlán



Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Excel 2016.

#### **4.4.1. Análisis de resultados de la vivienda actual de San Agustín Acasaguastlán, El Progreso**

A continuación, se presenta el análisis de resultados de la vivienda actual de San Agustín Acasaguastlán.

##### **4.4.1.1. Vivienda**

El resultado obtenido con el análisis, indica que la vivienda carece de los servicios y comodidades, que satisfagan el buen vivir; el 28 por ciento genera una preocupación de la situación dentro de ella, sugiere que por lo menos cuente con una vivienda digna que priorice el sistema constructivo, sistematizando viviendas que tengan lo necesario para el *confort*, que sea saludable, sana y limpia para las personas que residan dentro de ellas, y que llene los requisitos mínimos de distribución de áreas, para evitar el hacinamiento que estos padecen según se registró en las visitas realizadas.

##### **4.4.1.2. Saneamiento**

Se registró una baja del 7 por ciento en comparación con la vivienda actual en Guatemala (figura 9); lo que registra el 18 por ciento es que las deficiencias en cuanto a saneamiento se refiera específicamente al interior de lo que es muy vasto y de preocupación e indignación, ya que las personas aún conviven con animales domésticos, no tienen ningún tratamiento específico para el agua como cloración, almacenamiento y eliminación de aguas grises dentro de la vivienda, además aumentan en número familiar constantemente, debilitando la economía y generando menos oportunidades para la construcción de nuevas edificaciones, con los servicios necesarios para la buena y sana convivencia familiar.

#### **4.4.1.3. Tratamiento de desechos**

El tratamiento de los desechos sólidos está constituido con un 16 por ciento, que corresponde al poco interés de mantener un ambiente limpio dentro y fuera de la vivienda, se originan basureros clandestinos en cualquier punto, ocasionando severos daños al ecosistema, contaminan los ríos lanzando sus desechos y fluidos de aguas grises, por no tener conexiones domiciliarias que asuman la función de drenar estos contaminantes.

#### **4.4.1.4. Caracterización de la vivienda**

El espacio donde podemos refugiarnos, además de sentirnos seguros e identificarnos con él, es la vivienda, como tal tendría que poseer características exclusivas de beneficio para el habitante. El 38 por ciento enmarca un buen número correspondiente a la caracterización de las viviendas, el modelo se estableció en una comunidad bastante árida, donde las personas construyen con patrones propios, para mantener la vivienda a temperaturas bajas, a pesar del clima cálido al que pertenecen, estos parámetros indican en la gráfica, que las personas buscan el *confort* ambiental, para mantenerse a gusto dentro de la vivienda, utilizando materiales naturales, para el techado, algunos renovables cada 12 años.

## **5. VALIDACIÓN DEL MODELO DE SANEAMIENTO PARA SAN JUAN COMALAPA**

El Modelo de saneamiento en construcciones con tierra, es un conjunto de prácticas que son definidas como claves para la gestión de una mejora en la habitabilidad. Instalar una cultura de mejoramiento continuo de los procesos de gestión, basadas en la autoevaluación y la aplicación de planes o iniciativas de mejora como práctica permanente, y reconocer los logros intermedios de gestión que vayan alcanzando con el modelo de saneamiento a lo largo del camino, mejorando la calidad de los servicios municipales que se entregan a las comunidades, donde las construcciones con tierra son dominantes.

Para la aplicación del modelo se requiere un comportamiento flexible, dinámico, innovador, colaborativo y contar con alcaldes, concejales y directivos que desarrollen liderazgos sólidos y visionarios, con capacidad para definir y sostener al interior del municipio una estrategia para el desarrollo de sus respectivas comunas, generar condiciones para capturar y producir información relevante para la toma de decisiones sobre las necesidades, intereses y problemas que afectan a sus usuarios.

### **5.1. Aprobación del modelo de saneamiento por el Ejercicio Profesional Supervisado (EPS) de la Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería**

El proceso de aprobación del modelo de saneamiento por parte del ejercicio profesional supervisado (EPS) de la Facultad de Ingeniería, consta de tres meses de trabajo dentro de la planta municipal, quien da la legalidad del



proceso del estudio del profesional a cargo, la municipalidad como autoridad es la encargada de proporcionar las viviendas para someterlas al modelo de saneamiento, y posteriormente brindarles la información recopilada con la encuesta formulada y dirigida hacia las viviendas construidas con tierra, dándole hincapié a la sanidad para mejorar la habitabilidad, dentro y fuera de ellas.

**Figura 57. Transferencia de tecnología con autoridades en la Municipalidad de San Juan Comalapa**



Fuente: Dirección Municipal de Planificación, Municipalidad de San Juan Comalapa.

## 5.2. Validación del Modelo de Saneamiento por la Dirección Municipal de Planificación (DMP) de San Juan Comalapa

Figura 58. Dictamen de la municipalidad de san Juan Comalapa



Fuente: Dirección Municipal de Planificación, Municipalidad de San Juan Comalapa.

Tabla VII. **Encuesta realizada con el modelo de Saneamiento en San Juan Comalapa**

MODELO CATEGORIZADO PARA SAN JUAN COMALAPA						
Categorías e Indicadores						
Vivienda limpia y sana	Parámetro de medición	VIVIENDAS				
Vivienda		1	2	3	4	5
Seguridad personal con la vivienda	Sí / No	No	Sí	Sí	Sí	Sí
Se identifica con su vivienda	Sí / No	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Tipo de estructura de la vivienda	Simple/reforzada	reforzada	reforzada	reforzada	Simple	Reforzada
Distancia piso a techo	Metros	3	2	2.5	2.5	2.5
Estética de la vivienda, pintada	Sí / No	No	Sí	No	No	Sí
Decoración de la vivienda	Sí / No	No	Sí	No	No	Sí
Extensión de la vivienda, con patio	Sí / No	No	no	Sí	No	Sí
Temperatura ambiente	En oC	10	10	8	10	9
Hacinamiento	Sí / No	No	No	No	No	No
Saneamiento						
Existe tratamiento de aguas residuales	Sí / No	Sí	Sí	No	No	No
Estancamiento de agua sucia en patios	Sí / No	No	No	Sí	Sí	Sí
Acumulación de excretas en lugares visibles	Sí / No	No	No	No	No	No
Existencia de pilas públicas	Sí / No	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Existencia de drenajes	Sí / No	Sí	Sí	No	Sí	Sí

Continuación de la tabla VII.

Tipo de sanitario	Inodoro/l etrina	letri na	inod oro	inod oro	Inod oro	Inod oro
Conexiones de agua potable	Sí / No	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Inundaciones por el río cercano	Sí / No	No	No	No	No	No
Instalaciones básicas para el lavado de manos en el hogar	Sí / No	Sí	Sí	No	Sí	Sí
Existe uso de jabones para lavado de manos	Sí / No	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Control de olores fétidos	Sí / No	Sí	No	Sí	Sí	Sí
Convivencia con animales domésticos	Sí / No	No	Sí	Sí	Sí	Sí
Uso de excretas de los animales domésticos	Sí / No	No	No	No	No	No
Practica la defecación al aire libre	Sí / No	No	No	No	No	No
Es constante el aseo del hogar	Sí / No	Sí	Sí	No	Sí	Sí
Es constante el aseo personal	Sí / No	Sí	Sí	Sí	No	Sí
Existencia de centro de salud	Sí / No	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Farmacias cercanas	Sí / No	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Techos libres de plagas o bichos	Sí / No	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Conexiones de luz eléctrica	Sí / No	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Existencia de chimeneas para la salida del humo	Sí / No	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Higiene en la preparación de los alimentos	Sí / No	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Uso de polletones para cocinar	Sí / No	Sí	Sí	No	Sí	Sí
Cocina en el piso	Sí / No	No	No	No	No	No
Tratamiento de desechos						

Continuación de la tabla VII.

Control de desechos sólidos	Sí / No	No	No	No	No	No
Existencia de basureros comunales	Sí / No	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Se utiliza el río como botadero de desechos	Sí / No	No	No	No	No	No
Caracterización de la vivienda						
Vivienda con revestimiento	Sí / No	Sí	Sí	No	No	No
Existencia de grietas en paredes	Sí / No	Sí	No	No	No	No
Iluminación en la vivienda	Buena/mala	Buena	Buena	Buena	Buena	Buena
Distribución de ambientes en la vivienda	Buena/mala	Buena	Buena	Buena	Buena	Buena
Tipo de techo	Teja/lamina/otro	Lamina	Teja	Lamina	Lamina	Teja
Material de construcción	Adobe/bajareque	Adobe	Adobe	Adobe	Adobe	Adobe
Antigüedad de la vivienda	años	42	25	6	40	30
Tipo de piso de la vivienda	Tierra/concreto/otro	Tierra	Tierra	Tierra	Tierra	Tierra
Orientación de la vivienda respecto al sol	Buena/mala	Buena	Buena	Buena	Buena	Buena

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2016.

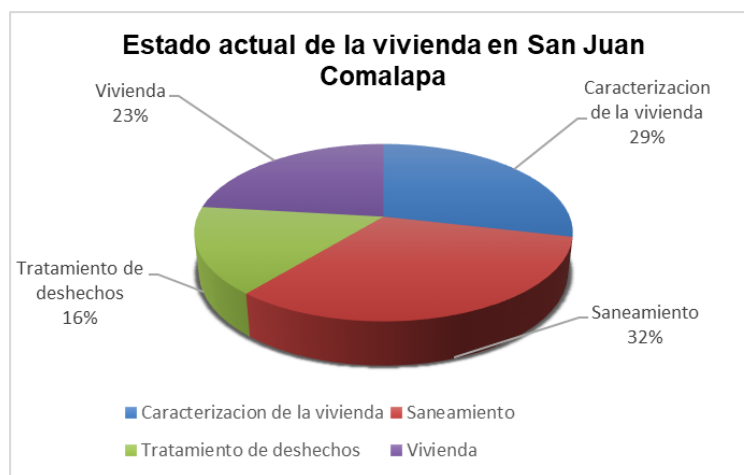
**5.3. Tabla y figura grafica de resultados de la encuesta realizada en el municipio de San Juan Comalapa**

**Tabla VIII. Respuestas al cumplimiento de los indicadores para San Juan Comalapa**

<b>Cumplimiento de los indicadores</b>		
<b>Categoría</b>	<b>SÍ</b>	<b>NO</b>
Vivienda	17	18
Saneamiento	78	37
Tratamiento de desechos	5	10
Caracterización de la vivienda	17	18
Total de respuestas obtenidas	106	69

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2016.

**Figura 59. Gráfica de la vivienda actual en San Juan Comalapa**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2016.

### **5.3.1. Vivienda**

La vivienda en San Juan Comalapa está argumentada con el 23 por ciento de la gráfica, indica que la vivienda como tal debe ser mejorada en calidad constructiva, utilizando adecuadamente las áreas para introducir nuevos ambientes, la mayor parte de las viviendas cuentan con patios y áreas no construidas, también se manifiesta la confiabilidad que las personas tienen hacia su vivienda. Para la recopilación de información se obtuvo datos de las viviendas más antiguas, que datan de 1974 y la vivienda más reciente tiene 3 años, esto indica que las personas actualmente construyen con tierra y tienen la fiabilidad y seguridad en su estructura.

### **5.3.2. Saneamiento**

El 32 por ciento de la gráfica, representa las viviendas donde las personas se han involucrado en temas de saneamiento, para mantener sus espacios libres de aguas servidas, buscar el lugar adecuado para sus animales domésticos, la eliminación de excretas en los patios y la introducción de servicios para drenar las aguas residuales de las viviendas construidas con tierra. San Juan Comalapa cuenta con una planta de tratamiento de aguas residuales, en cumplimiento con el artículo 24 del acuerdo gubernativo 236-2006 del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN), cabe resaltar que la planta no está funcionando en su máximo rendimiento, por lo que se está capacitando a personas para que puedan aprovechar los pocos recursos que se tienen, la necesidad de implementar plantas de tratamiento de aguas residuales en las municipalidades, escuelas, centros comerciales, entre otros, es la contaminación periódica en el Lago de Amatitlán y el río Motagua.

### **5.3.3. Tratamiento de desechos**

El 16 por ciento representa que se desechan los sólidos en barrancos cercanos, por tal situación, se contamina el ambiente por los malos olores que emanan de estos lugares, actualmente el barranco llamado Chi Son que se ubica a pocos metros del centro de Comalapa, es uno de los mayores contaminantes ya que por su cercanía al parque, al mercado y la facilidad que tienen los vecinos y demás personas para lanzar sus residuos, este se contamina día con día, sin que haya un control por parte de la municipalidad o entidades del medio ambiente, lo cual indica que debería clausurarse, además por su inmensidad las personas optan como medio para suicidarse y lanzarse al vacío, por lo que se recomienda su pronto cierre.

### **5.3.4. Caracterización de la vivienda**

El 23 por ciento representa la vivienda caracterizada con sus componentes y elementos necesarios para la armonía de los habitantes, indica que las personas han construido y ubicado la vivienda satisfactoriamente, la caracterización de la vivienda es un dato bastante peculiar, donde argumenta que se identifican con su vivienda y amparan la seguridad que tienen dentro de ella, o caso contrario, que representaría una vivienda en condiciones pésimas y próxima a colapsar. El uso y selección de materiales, la ubicación respecto al sol, la distribución de los ambientes, los colores, el tipo de techo, el piso, el tipo de cimiento, son elementos que caracterizan a una vivienda, y al ser que habita dentro de ella.





## **6. FORMACIÓN INTERNACIONAL**

El Seminario Iberoamericanos de Arquitectura y Construcción con Tierra (SIACOT) tiene como finalidad reunir a los científicos, tecnólogos y profesionales que trabajan en torno al tema de la arquitectura y de la construcción con tierra, desde su desarrollo histórico hasta el uso actual de este material. Se trata de un espacio de discusión académica, abierto a la ciudadanía en general, donde se evalúa el desarrollo de los programas científicos y proyectos en marcha, así como los avances a escala global de la difusión de esta temática.

La recuperación en la práctica del uso de estas antiguas tecnologías, por medio del conocimiento de la conservación y restauración de las construcciones con tierra, es útil tanto para la conservación del patrimonio edificado como para el desarrollo futuro. El mejoramiento técnico en la construcción con tierra estabilizada, así como la búsqueda de una respuesta eficaz frente a los sismos, tienen un impacto tanto sobre el campo de la restauración como de las construcciones nuevas, espacio también que permite apoyar la formación, la aplicación teórica y la práctica en construcciones con tierra, a nivel profesional como artesanal que permiten la reinserción de estas técnicas en el diseño y edificación actual del espacio humano.

### **6.1. Participación el 6° Congreso de Ciencias Ambientales COPIME Buenos Aires, Argentina del 4 al 6 de octubre de 2017**

La biodiversidad y manejo de recursos naturales crean un espacio para el intercambio técnico-cultural, que constituyen diversas vertientes formativas en

la temática ambiental, difundir los conocimientos entre profesionales y estudiantes gestionando la conservación, recuperación y mejoramiento de los recursos en función de la salud humana y del medio ambiente, a partir de la incorporación de nuevas tecnologías en la utilización de fuentes de energía renovables.

La enfermedad de Chagas es la parasitosis de mayor incidencia de América Latina, en Argentina al igual que Guatemala afecta a miles de personas y es transmitida por la Vinchuca *Triatoma Infestans*, el control de esta infestación en Guatemala fue la implementación de una mezcla de arena de río y tierra, mezcla de elementos naturales que formaron un revestimiento que fue utilizado para sellar los agujeros de las paredes y el uso de cal para el blanqueado. En Argentina el control químico de este vector se ha realizado exitosamente con insecticidas piretroides, pero el desarrollo de resistencia a estos insecticidas en algunas regiones produjo alta infestación con Vinchucas, y aumentó el riesgo de transmisión de la enfermedad.

Figura 60. **Diploma de participación COPIME 2017 en Buenos Aires, Argentina**



Fuente: Consejo Profesional de Ingeniería Mecánica y electricista, Buenos Aires Argentina.

## **6.2. Participación en el Seminario Iberoamericano de Arquitectura y Construcción con Tierra, realizado en La Paz, Bolivia del 9 al 12 de octubre de 2017**

El proceso de formación se ha consolidado, con la investigación de las construcciones con tierra, material usado en distintos lugares del mundo, las construcciones de adobe han logrado sobrevivir a lo largo de los siglos, resistiendo el embate de sismos y terremotos. Además, es un material que contribuye como aislante térmico, y propicia un ambiente confortable para el ser humano, es un material amigable con el ambiente, reutilizable y sostenible. El objetivo es desarrollar una propuesta de mejoramiento en las construcciones con tierra, implementando las técnicas constructivas adquiridas en los talleres desarrollados en La Paz, Bolivia. Dar a conocer la importancia que tiene este material que está en auge, no sólo en Guatemala, también en otros países como México, Perú, Argentina y Bolivia.

La formación académica se centra en estudiar las características constructivas, así como los fenómenos de degradación y dinámicas de intervención más comunes en la misma, además de ofrecer una visión general en las distintas técnicas utilizadas en otros países, comparadas con las existentes en Guatemala. El fin último de esta formación es contribuir a la mejora de la vivienda de tierra, preservando el patrimonio y sentar las bases de futuras investigaciones, que aborden tanto sus directrices de protección y conservación, como la promoción de técnicas de intervención que respeten su naturaleza constructiva.

#### **6.2.1. Taller 1: Las chullpas o pucullos**

Son una tradición de la arquitectura funeraria aparentemente originada en el altiplano del Perú, en el intermedio tardío para servir de monumento funerario o mausoleo a las mallquis o momias; son estructuras macizas y tienen formas arquitectónicas variadas, pueden ser cuadradas o redondas, tener uno o dos pisos, tener una o varias cámaras, estar hechas de piedras o de adobes y generalmente se ubican sobre promontorios naturales o porciones de ladera.

Figura 61. **Taller de chullpas**



Fuente: Centro experimental de Tecnologías Alternativas-CETA, Campus Universitario Cota Cota, La Paz Bolivia.

#### **6.2.1.1. Preparación de Chullpas**

Mezcla de materiales, tierra, arcilla y agua preparado durante 3 días. Aplicación del aditivo natural proveniente del cactus llamado Murcilago, fermentado y mezclado con paja brava, tamaño largo para la preparación de las Chullpa Wawa.

Figura 62. **Preparación de chullpas**



Fuente: Centro experimental de Tecnologías Alternativas-CETA, Campus Universitario Cota Cota, La Paz Bolivia.

### **6.2.2. Taller 2: Reconocimiento de la materia tierra, Test Carazas**

Esta práctica busca relacionar los suelos, con el uso adecuado en las reconocidas técnicas de construcción, a través de la evaluación de su comportamiento en las diferentes condiciones de humedad.

Figura 63. **Test Carazas**



Fuente: Centro experimental de Tecnologías Alternativas-CETA, Campus Universitario Cota Cota, La Paz Bolivia.

### **6.2.3. Taller 3: Revestimiento con tierra**

Consiste en transmitir los principios básicos para la producción y aplicación de revestimientos de tierra, sobre muros de diferentes materiales, reconociendo las propiedades de los elementos y las superficies donde es aplicable, así como las interacciones entre los componentes de los muros y los revestimientos.



Figura 64. **Muro cubierto con revestimiento y color**



Fuente: Centro experimental de Tecnologías Alternativas-CETA, Campus Universitario Cota  
Cota, La Paz Bolivia.

#### **6.2.4. Taller 4: Tapia**

Elaboración de muro de tapia mostrando una de las técnicas constructivas de los pueblos ancestrales milenarios, se transmite el conocimiento sobre el diseño y la construcción de tapia, considerando también que este material y sistema constructivo es totalmente biodegradable, aspecto importante para no afectar la salud ambiental.

Figura 65. **Armado del encofrado**



Fuente: Centro experimental de Tecnologías Alternativas-CETA, Campus Universitario Cota Cota, La Paz Bolivia.

Figura 66. **Vertimiento del material**



Fuente: Centro experimental de Tecnologías Alternativas-CETA, Campus Universitario Cota Cota La Paz Bolivia.

### **6.3. Invitación al 18 SIACOT, La Antigua Guatemala en el Museo Nacional de Etnología y Folklore, La Paz, Bolivia**

Presentación del 18 SIACOT, La Antigua Guatemala, en el Museo Nacional de Etnología y Folklore, La Paz, Bolivia. Evento que se desarrollará del 22 al 25 de octubre de 2018, que tendrá como cede La Antigua Guatemala Sacatepéquez, que tiene como objetivo principal aumentar las sinergias de la arquitectura y la construcción con tierra, cultura, hábitat resiliente y desarrollo sostenible.

Figura 67. **Invitación para el 18 SIACOT en La Paz, Bolivia**



Fuente: el Museo Nacional de Etnología y Folklore, La Paz, Bolivia.

Se le dio hincapié al desarrollo de la actividad realizada con el Dr. Ingeniero Edgar Virgilio Ayala Zapata, el ingeniero Moisés Méndez y mi persona quien realizó la presentación e invitación al 18 SIACOT, en el idioma materno

proveniente de San Juan Comalapa, que es el Kaqchikel, que para el auditorium fue muy impactante y bien correspondido y admirado por los Aymáras, Quéchuas y demás personas provenientes de otros países, donde pude expresar mi sentir, agradecimiento a Dios y a la Universidad de San Carlos por darme la oportunidad de asistir a dicho evento y dar a conocer mis raíces, adquirir el conocimiento de otras culturas, y la capacitación para enriquecer mi trabajo de graduación y el Ejercicio Profesional Supervisado EPS.



## CONCLUSIONES

1. Se desarrolló el modelo de saneamiento en construcciones con tierra, en distintos municipios de Guatemala, donde se obtuvo información sobre el estado actual de la vivienda, donde se indica que hay deficiencias por falta de reglamentos constructivos, que ayudarían a la población en general a edificar con los requisitos mínimos de saneamiento y construcción de beneficio a las edificaciones futuras.
2. La aceptación del modelo en la municipalidad de San Juan Comalapa, fue el primer logro que se obtuvo. Las personas se identificaron con sus viviendas, haciéndose partícipes en el estudio, demostrando sus inquietudes y peticiones de cómo construir las futuras edificaciones y mejorar las viviendas actuales.
3. Instruirse previo a la construcción de la vivienda con tierra es un parámetro importante, donde se define la ubicación, orientación respecto al sol y el viento, características que deben planificarse, dado que en el futuro puede afectar directamente a la salud de los habitantes.
4. Las fallas constructivas no sólo dependen de los materiales y de la mano de obra, las viviendas también son afectadas con la ubicación del inmueble, no deben construirse viviendas cercanas a los ríos, en algún momento estos alcanzan su caudal máximo. Donde se han realizado cortes en las montañas, no es apto para construir, en determinado tiempo la tierra cortada tomará nuevas formas, hechos que puede afectar los materiales que se utilizaron para la construcción.

5. La participación ciudadana es un medio importante, donde la opinión de las personas es significativa al momento de la toma de decisiones, ellos como habitantes y moradores, conocen mejor los terrenos, ríos, carreteras, clima entre otras categorías que pudieran definir el tipo de construcción que sería ideal para las áreas donde se edifique en algún momento.
6. Los indicadores que describen a las viviendas autóctonas de los municipios donde se realizó la investigación, argumentan a la vivienda en un proceso de mejoras para la salubridad, donde los beneficiados son los niños y ancianos por la vulnerabilidad que hay en los hogares donde existe hacinamiento, que según indican las entrevistas y visitas de campo que dan evidencia a lo acontecido. Conforme a la meta 3.8 del Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS) No.3.
7. Con el estudio realizado se comprueba que ya son pocas las personas que conviven con animales y defecan al aire libre, actualmente utilizan pozos ciegos, letrinas y sanitarios con descarga de agua. Conforme a la meta 6.2 del Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS) No.6.
8. San Juan Comalapa cuenta con una planta de tratamiento de aguas residuales, en cumplimiento con el artículo 24 del acuerdo gubernativo 236-2006 del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN), donde se encuentran las personas en constante capacitación, para garantizar el manejo adecuado de las aguas residuales. Conforme a la meta 6.a del Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS) No.6.
9. Los indicadores se formularon de acuerdo a la zona árida de San Agustín Acasaguastlán y la zona con mayor vegetación de San Juan Comalapa.

Relacionándolos con los siguientes parámetros: flora, fauna, cultura, clima, zona sísmica, métodos constructivos y materiales locales. Elementos importantes que posee cada municipio para su caracterización autóctona en construcciones con tierra, conforme a la meta 13.1 y 13.2 del Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS) No.13.

10. Los talleres recibidos en la Paz, Bolivia tratan de cómo mejorar la infraestructura, utilizando materiales locales naturales para mantener la armonía con el ser humano. ODS No. 9, Meta 9.1. Se hizo la transferencia de tecnología a las municipalidades, capacitando a la Dirección Municipal de Planificación (DMP) quienes son los encargados de orientar a los nuevos constructores de la localidad. Conforme a la meta 9.b del Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS) No.9.
11. Se capacito a los estudiantes de primer ingreso de la Facultad de Ingeniería, para interactuar con los entrevistados de manera que se comprendiera el objetivo de la visita y demostrarles el valor cultural y arquitectónico de sus viviendas construidas con tierra. Conforme a la meta 15.6 del Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS) No.15.





## RECOMENDACIONES

1. Fomentar la iniciativa de la elaboración de un manual constructivo, para los diferentes departamento y municipios de Guatemala, que, con base al estudio realizado, el suelo, el clima, los sistemas constructivos, no se generalizan para tener un sólo manual, el cual tendría que ser por áreas o regiones donde se aplique el modelo constructivo.
2. Realizar foros educativos donde se destaque el saneamiento en la vivienda, que según lo establecido en las gráficas de la vivienda actual en Guatemala solo un 25 por ciento de la población es acepta que debe tener los servicios necesarios para desarrollar buenos hábitos a lo que la salud y bienestar se refiera.
3. Asesorarse con gente que ha construido durante muchos años, en caso de no tener un manual constructivo, estas personas han adquirido conocimiento de manera práctica y eficiente, que los hace confiables con su experiencia garantizando un trabajo completo.
4. El reconocimiento de materiales, la zona donde se edificará la vivienda, la ubicación de la vivienda, las colindancias y la facilidad de la obtención de los servicios de saneamiento, son elementos que deben considerarse previo a la construcción.
5. Asegurase de obtener todos los permisos por parte de la municipalidad y del Consejo Comunitario de Desarrollo, para el ingreso a las comunidades ya que estas personas mantienen el control de la

población, vivienda y son las indicadas a abocarse para la obtención de información, de cualquier tipo de estudio que se necesite realizar dentro de sus comunidades.

6. Los indicadores se formularon de acuerdo a la zona árida de San Agustín Acasaguastlán y la zona con mayor vegetación de San Juan Comalapa. Relacionándolos con los siguientes parámetros: flora, fauna, cultura, clima, zona sísmica, métodos constructivos y materiales locales. Elementos importantes que posee cada municipio para su caracterización autóctona en construcciones con tierra. ODS No. 13, Metas 13.1 y 13.2.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Asamblea General. Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible celebrado el 25 de septiembre de 2015.
2. DUBÓN CORTÉZ, Juan Manuel. *Construcción de viviendas*. [En línea]. <[http://www.prensalibre.com/revista\\_d/Vivienda-resistente-CHINCHE-PICUDA\\_0\\_968303357.html](http://www.prensalibre.com/revista_d/Vivienda-resistente-CHINCHE-PICUDA_0_968303357.html)>. [Consulta: 14 de septiembre de 2018].
3. Environmental Atlas: Sustentable Quito 2016. Municipality of Quito., ISBN: 978-9942-8545-4-4
4. Fundación Salvadoreña de Desarrollo y Vivienda Mínima. – *FUNDASAL Red Iberoamericana*. El Salvador: PROTERRA, 2007. 153 p.
5. Programa Ambiental México-Estados Unidos: Frontera 2020. Situación de la Región Fronteriza. Reporte Intermedio de Indicadores 2016.
6. ROMERO, Erika. *Saneamiento ambiental*. [En línea]. <<https://es.slideshare.net/erikaRomeroGarcias/saneamiento-ambiental-33511894>>. [Consulta: 18 de septiembre de 2018].



## APÉNDICES

### Apéndice 1. Toma de muestras para el modelo de saneamiento



Fuente: San Juan Comalapa, Chimaltenango.

Apéndice 2. **Proceso de entrevista**



Fuente: San Juan Comalapa, Chimaltenango.

Apéndice 3. **Proceso de entrevista**



Fuente: San Juan Comalapa, Chimaltenango.

## Apéndice 4. Análisis de datos para el modelo de saneamiento

**MODELO DE SANEAMIENTO EN CONSTRUCCIONES CON ADOBE PARA MEJORAR LA VIVIENDA EN MUNICIPIO DE SAN JUAN COMALAPA, CHIMALTENANGO**

Transferencia de tecnología ejemplifica en seis pasos impartida en la municipalidad de San Juan Comalapa por:

Nombre: Juan Carlos Tuctuc Simón  
Registro académico No. 200619765

**Paso 1**

**Conceptualización de los indicadores**

**Estancamiento de agua sucia en patios:**

Estancamiento de agua sucia en patios, ambientes del hogar y calles.  
Agua acumulada debido a carencia de conexiones de drenaje que no permiten la fluidez de las aguas servidas.

**Uso de polletones para cocinar:**

El uso de los polletas es una técnica higiénica para la preparación de alimentos que a la vez los mantiene calientes, mantiene un ambiente cálido en la época de frío y une a la familia a su alrededor para ingerir los alimentos.

**Paso 2**

**Recopilación de datos**

Indicador	Parametro de medicion	Vivienda 1	Vivienda 2	Vivienda 3	Vivienda 4	Vivienda 5	Vivienda 6	Vivienda 7	Vivienda 8	Vivienda 9	Vivienda 10	Vivienda 11	Vivienda 12
Estancamiento de agua sucia en patios	si/no			NO									
uso de polletones para cocinar	si/no			SI									

**Paso 3**

**Respuesta al indicador: estancamiento de agua sucia en patios**

Al obtener como resultado el parámetro de medición SI, indica estancamiento de agua y falta de conexiones domiciliarias dentro de la vivienda.  
Al obtener como resultado el parámetro de medición NO, indica que hay conexiones domiciliarias o tratamiento de aguas servidas.

Fuente: elaboración propia.



## Apéndice 5. Análisis de datos para el modelo de saneamiento

**Respuesta al indicado: uso de polletones para cocinar**

Al obtener como resultado el parámetro de medición **SI**, Indica que hay uso de polletones para cocinar o estufa.  
Al obtener como resultado el parámetro de medición **NO**, Indica que no llena las expectativas de higiene.

**Paso 4**

**Análisis Estadístico:** Porcentajes, tablas, graficas etc.

Calculo de datos para efectos del ejemplo realizado en la municipalidad de San Juan Comalapa

Área de cálculo

100%

100%

**Paso 5**

**Conclusión:** Se emite un dictamen correspondiente al Análisis Estadístico practicado en el paso 5.

1. Se establece que se tiene el servicio básico de Alcantarillado Sanitario y Pluviales.
2. Se cumple con las técnicas de higiene para la elaboración de los alimentos.

**Paso 6**

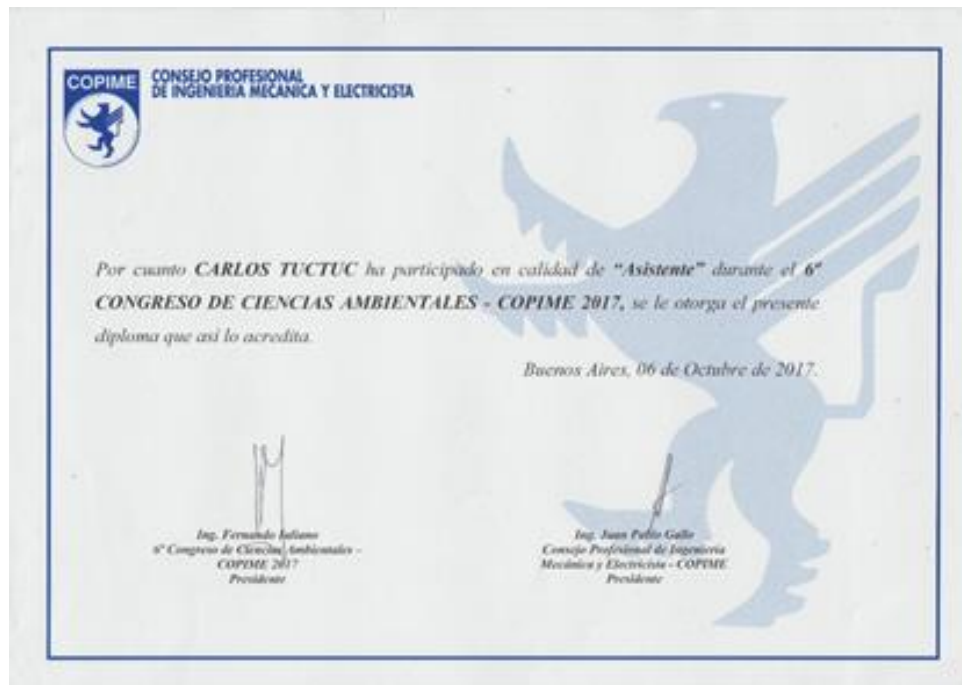
**Recomendaciones:** fase profesional, donde el evaluador propone la opción más factible a favor de los beneficiarios.

1. Es necesario que hallen programas y propuestas que ayuden a hogares a obtener los servicios básicos para su desarrollo integral.
2. Buscar métodos para promocionar el uso de polletones en viviendas con precariedad económica y minimizar enfermedades gastrointestinales.

Fuente: elaboración propia.

## ANEXOS

### Anexo 1. **Diploma obtenido en Buenos Aires, Argentina**



Fuente: Consejo Profesional de Ingeniería Mecánica y Electricista, Buenos Aires Argentina.

Anexo 2.

**Diploma obtenido en La Paz, Bolivia**



Fuente: Seminario Iberoamericano de Arquitectura y Construcción con Tierra, Universidad Mayor de San Andrés. La Paz, Bolivia.