

**UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR**  
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS  
LICENCIATURA EN CIENCIAS AMBIENTALES CON ÉNFASIS EN GESTIÓN AMBIENTAL

DIAGNÓSTICO DEL MANEJO DE DESECHOS SÓLIDOS Y PROPUESTA DE  
PLANTA DE TRATAMIENTO EN SAN ANDRÉS SEMETABAJ, SOLOLÁ  
SISTEMATIZACIÓN DE PRÁCTICA PROFESIONAL

**ANA MYRNA RAMÍREZ GÓMEZ**  
CARNET 11984-11

GUATEMALA DE LA ASUNCIÓN, ABRIL DE 2016  
CAMPUS CENTRAL

**UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR**  
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS  
LICENCIATURA EN CIENCIAS AMBIENTALES CON ÉNFASIS EN GESTIÓN AMBIENTAL

DIAGNÓSTICO DEL MANEJO DE DESECHOS SÓLIDOS Y PROPUESTA DE  
PLANTA DE TRATAMIENTO EN SAN ANDRÉS SEMETABAJ, SOLOLÁ  
SISTEMATIZACIÓN DE PRÁCTICA PROFESIONAL

TRABAJO PRESENTADO AL CONSEJO DE LA FACULTAD DE  
CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS

POR  
**ANA MYRNA RAMÍREZ GÓMEZ**

PREVIO A CONFERÍRSELE  
EL TÍTULO DE INGENIERA AMBIENTAL EN EL GRADO ACADÉMICO DE LICENCIADA

GUATEMALA DE LA ASUNCIÓN, ABRIL DE 2016  
CAMPUS CENTRAL

## **AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR**

RECTOR: P. EDUARDO VALDES BARRIA, S. J.  
VICERRECTORA ACADÉMICA: DRA. MARTA LUCRECIA MÉNDEZ GONZÁLEZ DE PENEDO  
VICERRECTOR DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN: ING. JOSÉ JUVENTINO GÁLVEZ RUANO  
VICERRECTOR DE INTEGRACIÓN UNIVERSITARIA: P. JULIO ENRIQUE MOREIRA CHAVARRÍA, S. J.  
VICERRECTOR ADMINISTRATIVO: LIC. ARIEL RIVERA IRÍAS  
SECRETARIA GENERAL: LIC. FABIOLA DE LA LUZ PADILLA BELTRANENA DE LORENZANA

## **AUTORIDADES DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS**

DECANO: DR. ADOLFO OTTONIEL MONTERROSO RIVAS  
VICEDECANA: LIC. ANNA CRISTINA BAILEY HERNÁNDEZ  
SECRETARIA: ING. REGINA CASTAÑEDA FUENTES  
DIRECTOR DE CARRERA: MGTR. JULIO ROBERTO GARCÍA MORÁN

## **NOMBRE DEL ASESOR DE TRABAJO DE GRADUACIÓN**

MGTR. DANIELA MABEL SANDI INFANTE DE LEMUS

## **TERNA QUE PRACTICÓ LA EVALUACIÓN**

MGTR. RODOLFO ESTUARDO VÉLIZ ZEPEDA  
ING. MANUEL JOSÉ CASTILLO MAZARIEGOS  
LIC. ANNA CRISTINA BAILEY HERNÁNDEZ

Guatemala 16 de marzo de 2016.

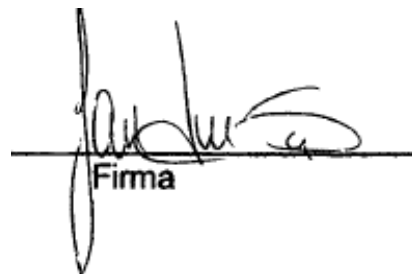
Consejo de Facultad  
Ciencias Ambientales y Agrícolas  
Presente

Estimados miembros del Consejo:

Por este medio hago constar que he asesorado el trabajo de graduación de la estudiante Ana Myrna Ramírez Gómez, carné 1198411, titulado: DIAGNÓSTICO DEL MANEJO DE DESECHOS SÓLIDOS Y PROPUESTA DE PLANTA DE TRATAMIENTO EN SAN ANDRÉS SEMETABAJ, SOLOLÁ.

El cual considero que cumple con los requisitos establecidos por Facultad, previo a su autorización de impresión.

Atentamente



Firma

Licda. Daniela Sandi



Universidad  
Rafael Landívar  
Tradición Jesuita en Guatemala

FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS  
No. 06457-2016

### Orden de Impresión

De acuerdo a la aprobación de la Evaluación del Trabajo de Graduación en la variante Sistematización de Práctica Profesional de la estudiante ANA MYRNA RAMÍREZ GÓMEZ, Carnet 11984-11 en la carrera LICENCIATURA EN CIENCIAS AMBIENTALES CON ÉNFASIS EN GESTIÓN AMBIENTAL, del Campus Central, que consta en el Acta No. 0640-2016 de fecha 8 de abril de 2016, se autoriza la impresión digital del trabajo titulado:

DIAGNÓSTICO DEL MANEJO DE DESECHOS SÓLIDOS Y PROPUESTA DE  
PLANTA DE TRATAMIENTO EN SAN ANDRÉS SEMETABAJ, SOLOLÁ

Previo a conferírsele el título de INGENIERA AMBIENTAL en el grado académico de LICENCIADA.

Dado en la ciudad de Guatemala de la Asunción, a los 13 días del mes de abril del año 2016.

ING. REGINA CASTAÑEDA FUENTES, SECRETARIA  
CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS  
Universidad Rafael Landívar



## **AGRADECIMIENTOS**

A:

Dios que me ha dado sabiduría y fortaleza en mi vida.

Departamento de saneamiento ambiental de la AMSCLAE por el apoyo técnico e incondicional para la realización de esta investigación.

Municipalidad de San Andrés Semetabaj por permitirme realizar esta investigación.

Ing. Daniela Sandi por su asesoría, revisión y corrección de la presente investigación.

La Universidad Rafael Landívar por la formación académica que me ha brindado.

## DEDICATORIA

A:

Dios: quien ha sido mi guía, luz y pilar durante las diferentes etapas de mi vida.

Mis padres: Rony Ramírez y Myrna Gómez de Ramírez quienes han estado conmigo en todo momento, y me han demostrado su inmenso amor. Sobre todo porque hoy les hago entrega de este gran triunfo que es gracias a ustedes, a sus consejos, su ejemplo y plegarias a Dios por mí.

Mis hermanos: Carlos Ramírez, Roberto Ramírez y Rony Ramírez por su cariño y apoyo incondicional a lo largo de mi vida.

Mi familia: Abuelos, tíos, primos, cuñada y sobrina quienes a través de su gran gran ejemplo han contribuido a mi formación, y me han enseñado a valorar las cosas de la vida.

Mi ángel: Carlos Alfredo Ramírez Arteaga quien desde el cielo guía mi camino.

Mis amigos: Por su complicidad, apoyo y compañía. En especial a Andrea Camo quien ha sido luz a lo largo de mi camino, y me ha demostrado el verdadero valor de la amistad.

# ÍNDICE

RESUMEN.....	5
SUMMARY.....	6
1. INTRODUCCIÓN .....	7
2. ANTECEDENTES .....	8
2.1 Revisión bibliográfica .....	8
2.1.1 Residuos sólidos .....	8
2.1.2 Residuos sólidos urbanos.....	9
2.1.3 Manejo de residuos sólidos .....	10
2.1.4 Residuos sólidos a nivel mundial.....	11
2.1.5 Residuos sólidos en Guatemala .....	12
2.1.6 Situación de los residuos sólidos en el municipio de San Andrés Semetabaj .....	13
2.1.7 Análisis de la problemática .....	19
2.2 Descripción de la actividad de la institución anfitriona.....	20
3. CONTEXTO DE LA PRÁCTICA .....	23
3.1 Necesidad empresarial .....	23
3.2 Eje de sistematización .....	24
4. OBJETIVOS .....	24
4.1 Objetivo General.....	24
4.2 Objetivos Específicos.....	24
5. PLAN DE TRABAJO.....	25
5.1 Programa Desarrollado.....	25
5.1.1. Inducción.....	25
5.1.2. Reunión de Concejo y miembros de AMSCLAE .....	25
5.1.3. Levantamiento topográfico y reconocimiento previo del terreno destinado para manejo de Residuos Sólidos .....	25
5.1.4. Diagnóstico del manejo de los desechos sólidos en San Andrés Semetabaj.....	25
5.1.5. Caracterización de los desechos sólidos generados en San Andrés Semetabaj .....	26
5.1.6. Elaboración de la propuesta .....	28
5.1.7. Jornadas de sensibilización.....	29
5.1.8. Presentación de propuesta a las autoridades municipales .....	29
5.2 Indicadores de Resultados.....	29
6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	30
6.1 Diagnóstico del manejo los desechos sólidos en San Andrés Semetabaj. ....	30
6.1.1 Información sobre el Tren de Recolección Municipal.....	33
6.1.2. Disponibilidad a mejorar el manejo de los residuos sólidos .....	36
6.2 Informe de la cuantificación y composición física de residuos sólidos realizada en San Andrés Semetabaj .....	37
6.2.1 Cuantificación de los residuos sólidos San Andrés Semetabaj.....	39
6.2.2 Composición de los residuos sólidos.....	39
6.3 Propuesta para el manejo integrado de los residuos sólidos.....	41
6.3.1 Propuesta.....	41
6.3.2. Funcionamiento del sistema de manejo integrado de residuos sólidos.....	44



7. CONCLUSIONES.....46  
8. RECOMENDACIONES .....47  
9. BIBLIOGRAFÍA .....48  
10. ANEXOS .....50

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Grupo de residuos sólidos de acuerdo al manejo.....	9
Cuadro 2. Tipos de residuos sólidos urbanos.....	10
Cuadro 3. Destino de los residuos sólidos Guatemala 2001-2006.....	12
Cuadro 4. Disposición final de los residuos sólidos en los hogares del área metropolitana de Guatemala y del país en el 2006.....	13
Cuadro 5. Desechos sólidos producidos en la cuenca del lago de Atitlán por municipio.....	17
Cuadro 6. Calendario de caracterización de residuos sólidos San Andrés Semetabaj.....	26
Cuadro 7. Cálculo de la generación Per-Cápita.....	39
Cuadro 8. Ruta de recolección del tren de aseo municipal.....	44
Cuadro 9. Remuneración económica mensual por venta de material recuperable.....	45

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Clasificación de residuos sólidos.....	8
Figura 2. Localización del Municipio San Andrés Semetabaj.....	14
Figura 3. Localización de botadero Pamuch.....	16
Figura 4. Identificación de vertederos clandestinos en la cuenca Atitlán.....	18
Figura 5. Diagrama Organizacional de AMSCLAE.....	22
Figura 6. Barrios encuestados de San Andrés Semetabaj.....	30
Figura 7. Disposición de la basura de viviendas de San Andrés Semetabaj.....	31
Figura 8. Separación de los residuos sólidos de San Andrés Semetabaj.....	31
Figura 9. Disponibilidad de separación de los residuos sólidos ... de San Andrés Semetabaj.....	32
Figura 10. Reutilización de los residuos sólidos de San Andrés Semetabaj .....	32
Figura 11. Acumulación de los residuos sólidos de San Andrés Semetabaj.....	33

Figura 12. Visita del tren de aseo municipal de San Andrés Semetabaj .....	34
Figura 13. Lugar de recolección de los residuos sólidos de San Andrés Semetabaj.....	34
Figura 14. Calidad de servicio del tren de aseo municipal de San Andrés Semetabaj .....	35
Figura 15. Tiempo adecuado de visita de tren de aseo municipal de San Andrés Semetabaj...	35
Figura 16. Arbol de problemas del manejo de los desechos sólidos en San Andrés Semetabaj.....	36
Figura 17. Disponibilidad de apoyo al manejo adecuado de los residuos sólidos de San Andrés Semetabaj.....	37
Figura 18. Mapa de las viviendas caracterizadas en San Andrés Semetabaj.....	38
Figura 19. Composición promedio de residuos sólidos en San Andrés Semetabaj.....	40
Figura 20. Diseño de la planta de tratamiento de residuos sólidos San Andrés Semetabaj.....	43

# DIAGNÓSTICO DEL MANEJO DE DESECHOS SÓLIDOS Y PROPUESTA DE PLANTA DE TRATAMIENTO EN SAN ANDRÉS SEMETABAJ, SOLOLÁ.

## RESUMEN

La presente práctica profesional tuvo como objetivo principal realizar un diagnóstico del manejo de los desechos sólidos y proponer una planta de tratamiento en el municipio de San Andrés Semetabaj, el cual se encuentra conformado por el análisis de la problemática, justificación del proyecto y la propuesta que conlleva a un diseño de la planta de tratamiento de desechos sólidos. La práctica se realizó en la Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca del Lago de Atitlán y su Entorno (AMSCLAE) con el fin de realizar un informe que complementara un estudio de factibilidad para la construcción de la planta de tratamiento a proponer. Dicha planta contribuirá a reducir los focos de contaminación que afectan al Lago de Atitlán, debido a que actualmente el vertedero donde se están disponiendo los residuos aporta 787.07 T/año de residuos sólidos al lago; los cuales no reciben ningún tratamiento. En San Andrés Semetabaj al momento de realizar la caracterización de residuos sólidos se obtuvo que tiene una generación per cápita de 0.38 kg/hab/día produciendo diferentes tipos de residuos aprovechable, los cuales al momento de contar con la planta de tratamiento de desechos sólidos se podrán comercializar, y en el caso de la materia orgánica podrá ser transformada en humus el cual es un producto orgánico que sirve como mejorador del suelo, pudiendo ser utilizado por los agricultores de la región. Por otro lado apoyará a preservar y conservar la cuenca del Lago de Atitlán.

# DIAGNOSIS OF SOLID WASTE MANAGEMENT AND TREATMENT PLANT PROPOSAL IN SAN ANDRÉ SEMETABAJ, SOLOLÁ.

## SUMMARY

This professional practice had as main objective, performing a diagnosis of the management of solid wastes and proposing a treatment plant in the township of San Andrés Semetabaj, which is formed by an analysis of the problem, project justification and the proposal, which gives as a result the design of a solid wastes treatment plant. The practice was performed in Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca del Lago de Atitlan y su Entorno (AMSCLAE) with the purpose of performing a report that could complete a feasibility research for the construction of the treatment plant. Such plant will contribute to reduce the pollution source that affects Lake Atitlán, due to the current drain where the wastes are getting to, it contribute 787.07 T/year of solid wastes into the lake; which do not receive any treatment. In San Andrés Semetabaj when the moment of performing the characterization of solid wastes came the result was that the generation per-capita of 0.38 kg/hab/day producing different types of usable wastes, which at the moment of having the treatment plant of solid wastes they could be commercialized, and in the case of organic material it could be transformed into humus, which is an organic product that is used as a solid improver, been useful for the farmers of the region. On the other hand it will support the preservation and conservation of Lake Atitlán.

# 1. INTRODUCCIÓN

Uno de los problemas que se tiene en la cuenca del lago de Atitlán, es la disposición de los residuos sólidos en basureros clandestinos, que año con año aumentan en cantidad. La falta de conciencia y la deficiencia municipal para generar políticas, estrategias y medidas para el buen manejo de los residuos sólidos, hace que sea prioritaria la realización y ejecución de programas en las zonas de mayor vulnerabilidad como lo es la cuenca del lago de Atitlán.

El presente informe contiene las actividades que se realizaron durante la práctica profesional en la institución del estado Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca del Lago de Atitlán y su entorno -AMSCLAE- en el departamento de saneamiento ambiental. Este departamento tiene como principal objetivo apoyar a las municipalidades de la cuenca con asistencia técnica para la formulación de las bases y ejecución de los planes vinculados al saneamiento ambiental.

Con esta práctica se apoyó con el manejo de residuos sólidos en el municipio de San Andrés Semetabaj, departamento de Sololá. El cual se ubica en la región VI o región Sur Occidental. Cuenta con una población de 6,956 personas para el casco urbano, caracterizado por una población eminentemente indígena (SEGEPLAN, 2007).

Se realizó un diagnóstico sobre la situación de los desechos sólidos del municipio, se cuantificaron los residuos sólidos producidos en el municipio y se determinó su composición física. Con ello se propuso una planta de tratamiento que permitirá dar un manejo integral de los residuos sólidos de San Andrés Semetabaj.

## 2. ANTECEDENTES

### 2.1 Revisión bibliográfica

#### 2.1.1 Residuos sólidos

Los residuos o desechos son materiales generados por las actividades humanas en general, se clasifican en sólidos, líquidos y gaseosos. Se les llama residuos cuando se disponen y manejan adecuadamente para su recuperación, reutilización y reciclaje. (Tchobanoglous, 1982).

#### Clasificación de residuos sólidos

Los tipos de residuos sólidos de una población están relacionados con las actividades realizadas por los habitantes y por su localización. A pesar de que son muchas y muy variadas las clasificaciones que se han hecho sobre los residuos sólidos, en la figura 1 se presenta su clasificación según su origen.

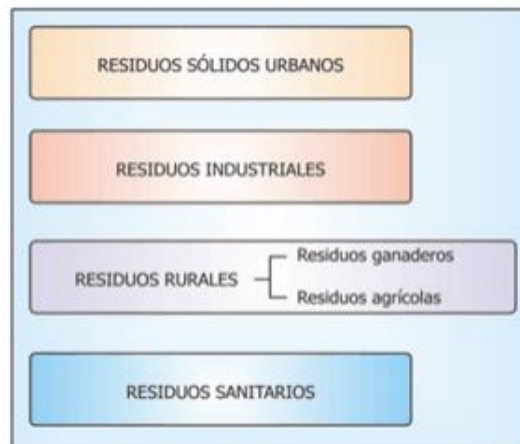


Figura 1. Clasificación de residuos sólidos según su origen (Tchobanoglous, 1982).

Otra de las clasificaciones que es posible realizar de los residuos es de acuerdo con el manejo que debe ser realizado. Desde este punto de vista se pueden definir tres grandes grupos (Cuadro 1).

Cuadro 1. Grupos de residuos sólidos de acuerdo al manejo.

<b>Residuos peligrosos</b>	<b>Residuos no peligrosos</b>	<b>Residuos inertes</b>
Son residuos que por su naturaleza. Son inherentemente peligrosos de manejar y/o disponer, y pueden causar muerte, enfermedad; o que son peligrosos para la salud o el medio ambiente cuando son manejados en forma inapropiada.	Son los residuos fermentables (materia orgánica) combustibles (papel, cartón, plástico, madera, gomas, cueros, trapos, etc.).	Son residuos que no presentan ningún riesgo para el medio ambiente (cascarilla, chatarra, barros inertes, cenizas, polvos, arena, recortes de chapa, escorias y toda otra sustancia que no necesite ningún tratamiento previo a su disposición).

(Tchobanoglous, 1982).

### **2.1.2 Residuos sólidos urbanos**

Los Residuos Sólidos Urbanos (RSU) tradicionalmente conocidos como basuras o residuos municipales se pueden definir como: los residuos domésticos, de comercios, de oficinas, de servicios y otros residuos que, por naturaleza o composición, pueden asimilarse a los residuos domésticos.

Dentro de los residuos sólidos urbanos, se pueden diferenciar tres grupos que se especifican a continuación (Cuadro 2)



Cuadro 2. Tipos de residuos sólidos urbanos

<b>Residuos sólidos urbanos ordinarios</b>	<b>Residuos sólidos urbanos voluminosos</b>	<b>Residuos sólidos urbanos especiales</b>
<p>Son aquellos residuos objeto de la recogida ordinaria de basuras, ya sea a través de contenedores en la vía pública, de áreas de aportación, de sistemas puerta a puerta, de puntos de recogida voluntaria o de otros sistemas de recogida. Se incluyen los residuos comerciales o de productores singulares como pueden ser los mercados, los hoteles y restaurantes, los hospitales y de actividades sanitarias asimilables a urbanos, oficinas, grandes superficies comerciales, etc; y los procedentes de la limpieza viaria y de espacios verdes.</p>	<p>Son residuos que no pueden ser evacuados por medios convencionales debido a su gran volumen, tales como grandes electrodomésticos, muebles, colchones, somieres, puertas, etc. Los sistemas habituales de recogida de estos residuos son puerta a puerta o en puntos de recogida voluntaria.</p>	<p>Son residuos que tienen el mismo origen que los residuos sólidos urbanos ordinarios pero, debido a su composición química, han de ser gestionados de una manera diferenciada porque pueden comprometer el tratamiento biológico o la recuperación de otras fracciones contenidas en las basuras. Además, pueden suponer un riesgo para el medio ambiente o para la salud de las personas. Este grupo se compone de residuos tales como pinturas, fluorescentes, pilas usadas, aceites lubricantes, baterías de coche, etc.</p>

(Tchobanoglous, 1982).

### 2.1.3 Manejo de residuos sólidos

El Manejo Integral se refiere al componente técnico de la gestión integral, el cual se puede dividir en los siguientes aspectos:

- **La generación:** es la acción de producir residuos a través personas, instituciones o empresas.
- **El barrido:** es el barrido manual o mecánico de calles efectuado por los municipios o personas.
- **La recolección y transporte:** puede ser realizado por el municipio o una empresa privada concesionada. La recolección y el transporte ocurre desde que los

residuos son recogidos del generador y transportados a una estación de transferencia, una planta de tratamiento o a su disposición final.

- **La transferencia:** sirve para reunir los residuos colectados por los camiones recolectores. En este punto los residuos son puestos en camiones de mayor capacidad para ser transportados, ya sea a su tratamiento o a la disposición final.
- **Tratamiento:** pueden ser tratados para disminuir su volumen en la disposición final. Métodos: la composta, la separación de material reciclable o el tratamiento mecánico – biológico.
- **Disposición Final:** se realiza en instalaciones sanitarias construidas, operadas y controladas como lo indica la Normatividad y leyes vigentes (Barrios, 2013).

#### **2.1.4 Residuos sólidos a nivel mundial**

Los residuos sólidos, como materia residual de las transformaciones productivas realizadas por el ingenio humano, se nos presentan hoy como un reto en cuanto a su disminución y disposición final. A pesar de que los residuos sólidos siempre se han generado en el mundo, el problema tiende a empeorarse debido al desmedido aumento de la producción y el consumo de bienes y servicios. Por tanto, la gestión de éstos mediante su reducción, reciclaje, reúso, reprocesamiento, transformación y vertido debe convertirse en una prioridad para nuestra sociedad (Flores, 2009).

Se estima que la generación de residuos sólidos mundial pasará a más de 3,5 millones de toneladas por día en 2010 a más de 6 millones de toneladas por día cuando se cumpla el primer cuarto de siglo.

En el siglo XX, cuando la población mundial creció y se tornó más urbana y próspera, la producción de residuos aumentó en diez veces. A día de hoy, una persona media en Estados Unidos desecha el equivalente a su peso corporal en la basura cada mes. Por ello, la gestión de los residuos sólidos es uno de los mayores gastos en los presupuestos municipales.

### 2.1.5 Residuos sólidos en Guatemala

En Guatemala la generación de residuos sólidos se ha incrementado sostenidamente entre 2001 y 2006, teniendo el 50% en peso los residuos putrescibles o biodegradables (MARN, 2009).

En 2006 casi el 85% del peso de los residuos sólidos generados fue destinado al ambiente natural, sin ningún tratamiento o disposición tecnificada (Cuadro 3).

Cuadro 3. Destino de los residuos sólidos Guatemala 2001-2006

Descripción	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Consumo intermedio	14,260.2 T	13,241.0 T	11,866.1 T	15,709.1 T	15,019.8 T	17,143.9 T
Consumo final de hogares	29.0 T	28.5 T	28.1 T	27.7 T	27.2 T	26.8 T
Ambiente natural	67,577.3 T	78,622.0 T	74,100.4 T	94,636.1 T	85,956.3 T	96,663.5 T
<b>Total</b>	81,866.5 T	91,891.5 T	85,994.6 T	110,372.9 T	101,003.3 T	113,834.2 T

(MARN, 2009)

La tercera parte de los hogares del país utiliza un servicio de recolección (municipal o privado), estando el 60% de dichos hogares en el área metropolitana de Guatemala. La mayor parte de los residuos generados fuera de dicha área es quemada o diseminada sin control (MARN, 2009). A continuación se presenta la disposición final de los residuos sólidos en los hogares del área metropolitana de Guatemala y del país (Cuadro 4).

Cuadro 4. Disposición final de los residuos sólidos en los hogares del área metropolitana de Guatemala y del país en el 2006.

Alternativas	Área metropolitana de Guatemala		País	
	No. De hogares	%	No. De hogares	%
Recolección por servicio municipal	170,535	6	373,068	14
Recolección por servicio privado	409,010	15	555,301	21
Quema	55,085	2	923,444	35
Entierro	7,561	0	123,709	5
Diseminación	51,246	2	437,257	16
Abono	2,537	0	185,432	7
Otras formas	29,242	1	54,789	2
<b>Total</b>	<b>725,217</b>	<b>27</b>	<b>2,653,000</b>	<b>100</b>

(INE, 2006)

La distribución del material recolectado muestra la precariedad de la recolección y transporte de los residuos sólidos en los centros poblados del país. El que varios hogares quemem y entierren la basura alivia las tareas de transporte y disposición final, pero en general, estas acciones traen consigo problemas de salud (MARN, 2009).

#### 2.1.6 Situación de los residuos sólidos en el municipio de San Andrés Semetabaj

El municipio de San Andrés Semetabaj pertenece al departamento de Sololá, (figura 2) se ubica en la región VI o región Sur Occidental. La altitud oscila entre los 1,800 y los 3,000 msnm.

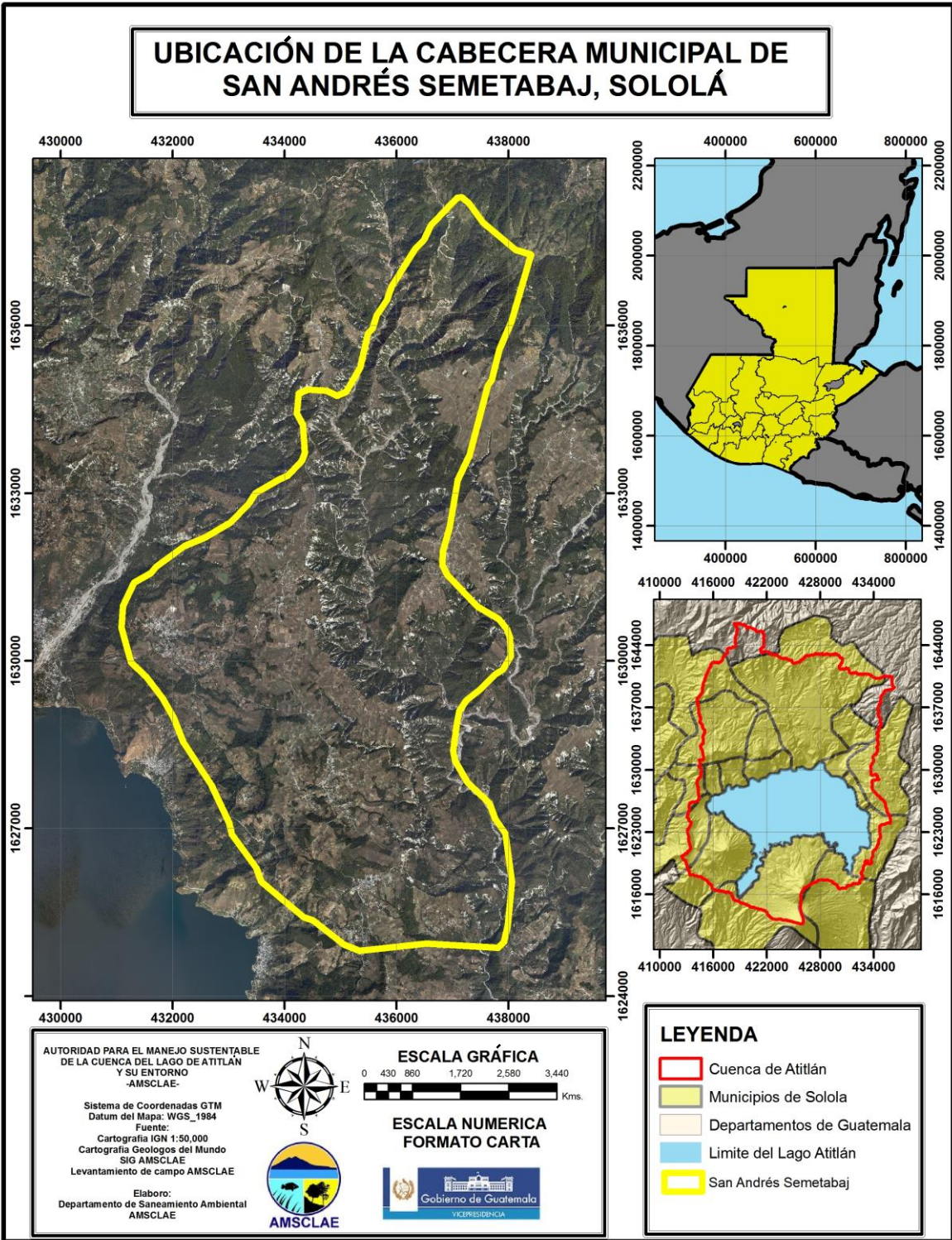


Figura 2. Localización del Municipio San Andrés Semetabaj (AMSCLAE, 2015).

El municipio de San Andrés Semetabaj cuenta con una población de 6,568 personas para el casco urbano, caracterizado por una población eminentemente indígena. Según Censo XI de Población del año 2002, el 92% de los habitantes se identifican dentro del grupo indígena; el resto es no indígena. Dentro de la población indígena la mayor parte pertenece a la población Maya (99%), misma que pertenece a los grupos: Cakchiquel (69%), Quiché (28%) y Tzutuhil (3%) (SEGEPLAN, 2007).

Los habitantes se dedican principalmente al cultivo de maíz y frijol, así como las actividades pecuarias y artesanales. La economía de la población en el municipio de San Andrés Semetabaj gira en torno de la agricultura, ya que el 59.7% de la extensión en uso del suelo es para este fin (SEGEPLAN, 2007).

La disposición inadecuada de los residuos sólidos en San Andrés Semetabaj ha sido un problema que ha generado un gran impacto ambiental durante ya varios años y que actualmente no se tiene resuelto. Lo que ha provocado que aún se siga causando degradación al ambiente por la emisión de contaminación.

Se sabe que en el 2008, dicho municipio empezó a implementar un tren de aseo que se encargaba de pasar los días lunes, miércoles y viernes, pero antes de comenzar con ello se trabajó con campañas de sensibilización para la separación de residuos logrando que al menos un 60% de pobladores separaran la basura y así, los residuos recuperables pudieran ser enviados al vertedero "Pamuch" del municipio de Panajachel y los no recuperables se depositaban en un predio baldío de San Andrés Semetabaj, propiedad de la Municipalidad (Figura 3).

Sin embargo en el 2010, la tormenta Aghata provocó que los desechos sólidos que se encontraban en el predio de la municipalidad se lavaran y se esparcieran por los terrenos aledaños, creando así un foco de contaminación para los pobladores como para el Lago de Atitlán. Esto a la vez dio pauta para que se crearan basureros clandestinos en el municipio y los pobladores dejaran de separar la basura. Lo que llevó a las autoridades a llegar a una concesión con el municipio de Panajachel para que se les permitiera llevar material recuperable y no recuperable a "Pamuch", obteniendo la autorización la municipalidad inicio a transportar toda la basura dicho vertedero.



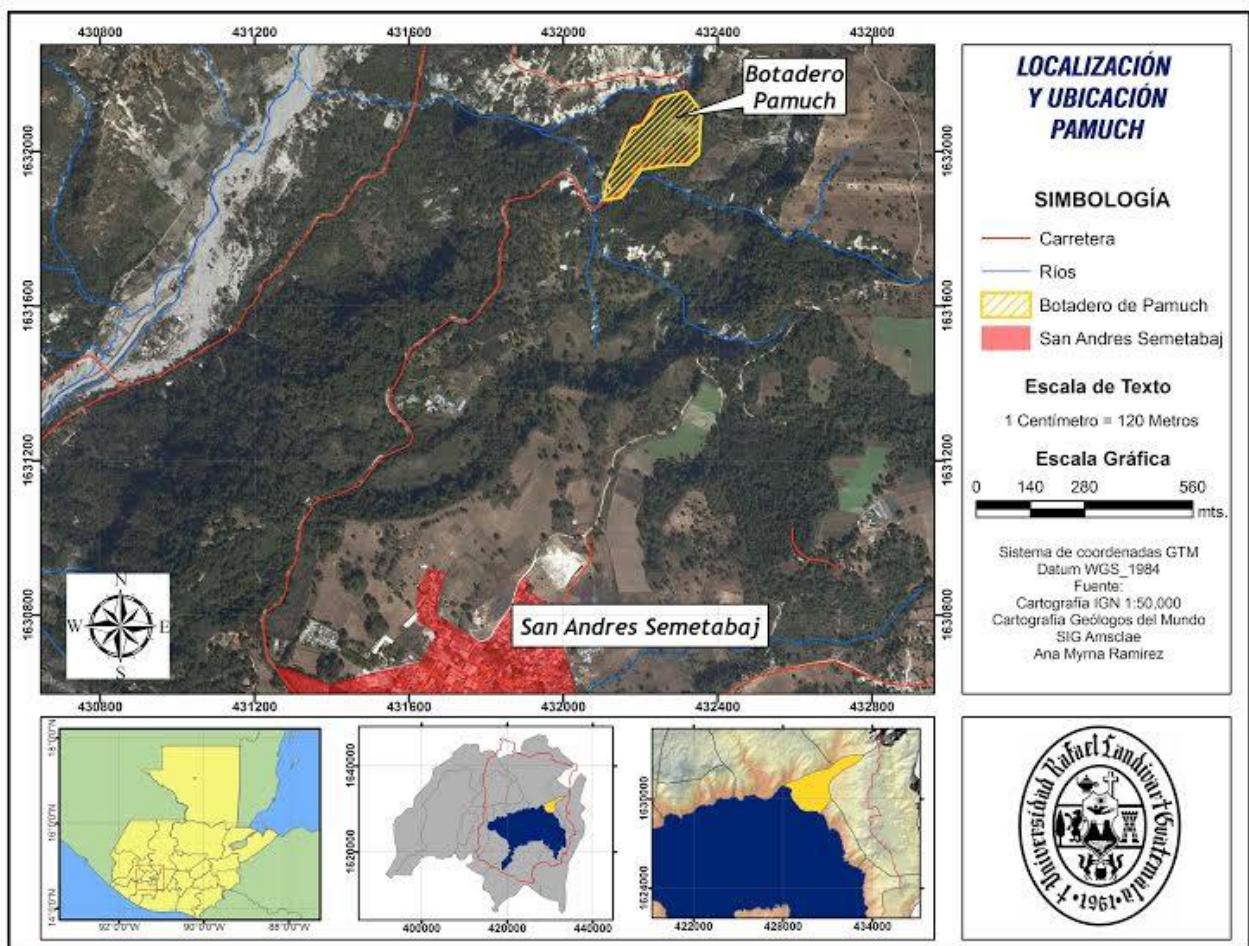


Figura 3. Localización de Botadero Pamuch

(AMSLCAE, 2015)

A continuación se presenta los datos obtenidos por un estudio realizado en el año 2,013 sobre los desechos sólidos producidos por los distintos municipios que conforman el departamento de Sololá, incluyendo al municipio de San Andrés Semetabaj (Cuadro 5).

Cuadro 5. Desechos sólidos producidos en la Cuenca del Lago de Atitlán por municipio.

No	Municipio	Población Aprox. 2014 (INE)	Producción Per cápita kg/hab/día	Total de basura producida kg/día	Basura producida en el área urbana kg/día	Basura producida en el área rural kg/día	Total de basura producida por año (T)
1	Concepción	7,124.00	0.21	1,496.04	528.55	967.49	546.05
2	Panajachel	18,552.00	0.32	5,936.64	482.65	5,057.42	2,166.87
3	San Andrés Semetabaj	6,568.00	0.28	1,839.04	349.79	1,489.25	671.25
4	San Antonio Palopó	11,271.00	0.24	2,705.04	1,044.42	1,660.62	987.34
5	San José Chacayá	5,092.00	0.20	1,018.40	743.13	275.27	371.72
6	San Juan La Laguna	5,916.00	0.24	1,419.84	1,400.39	19.45	518.24
7	San Lucas Tolimán	16,075.00	0.28	4,501.00	4,187.28	313.72	1,642.87
8	San Marcos La Laguna	4,784.00	0.23	1,100.32	1,100.32	0.00	401.62
9	San Pablo La Laguna	7,757.00	0.22	1,706.54	1,706.54	0.00	622.89
10	San Pedro La Laguna	19,074.00	0.25	4,768.50	4,768.50	0.00	1,740.50
11	Santa Catarina Palopó	6,311.00	0.20	1,262.20	186.93	1,075.27	460.70
12	Santa Cruz La Laguna	7,983.00	0.21	1,676.43	1,159.92	516.51	611.90
13	Santa Lucía Utatlán	21,591.00	0.28	6,045.48	5,607.79	437.69	2,206.60
14	Santiago Atitlán	47,169.00	0.31	14,622.39	4,259.50	10,362.89	5,337.17
15	Sololá	107,595.00	0.34	36,582.30	29,964.56	6,617.74	13,352.54
<b>TOTAL</b>		<b>292,862</b>	<b>0.25*</b>	<b>86,680.16</b>	<b>57,490.26</b>	<b>28,793.33</b>	<b>31,638.26</b>

(AMSCLAE, 2013).

Seguidamente se presenta un mapa con la identificación de los vertederos clandestinos existentes en 8 municipios de la cuenca del Lago de Atitlán (Figura 4).



# Vertederos Clandestinos en la Cuenca Atilán

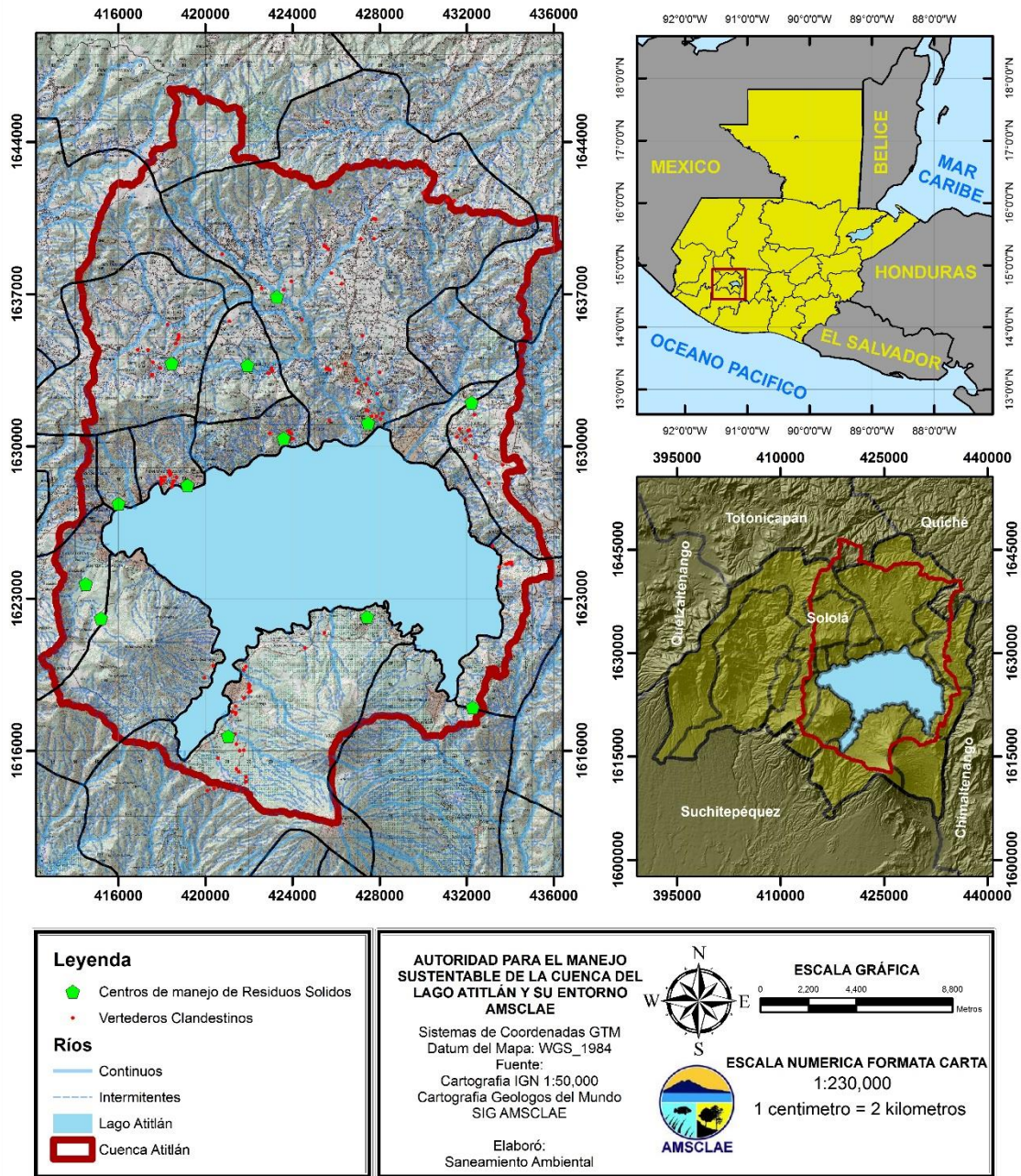


Figura 4. Identificación de vertederos clandestinos en la cuenca de Atilán. (AMSCLAE, 2015).

## **2.1.7 Análisis de la problemática**

### **Situación sin el proyecto**

La disposición inadecuada de los residuos sólidos en San Andrés Semetabaj ha ocasionado contaminación hacia los recursos naturales de la cuenca del Lago de Atitlán, así como también a la salud humana, estando propensos a enfermedades gastrointestinales, de la piel o bien de otro tipo.

En cuanto a la contaminación de los recursos naturales existen diversos tipos, como lo es la contaminación al suelo por lixiviados o metales pesados producidos por la descomposición de los residuos mal manejados, que de igual manera por escorrentía lleva esta misma contaminación al cuerpo de agua. Por otro lado, se tiene la contaminación atmosférica provocada por la emanación de gases como lo son CO<sub>2</sub> y el CH<sub>4</sub> provenientes de la putrefacción de los residuos sólidos.

### **Situación con el proyecto**

La situación con el proyecto permitirá que San Andrés Semetabaj le pueda dar un manejo integral a sus residuos sólidos dentro del municipio ya que contará con una planta que permitirá recuperar el material reciclable como lo es el plástico, vidrio, cartón, etc. Comercializándolo y obteniendo de ello un beneficio económico. Además con la materia orgánica se producirá compost lo que se utilizará como abono para los cultivos de los agricultores de la región. Cabe mencionar que se reducirán los focos de contaminación que afecten al Lago de Atitlán.

Según la caracterización realizada en abril del 2015, se sabe que la producción per-cápita de San Andrés Semetabaj es de 0.38 kg/hab/día, y al año se generan 964.79 T.

Con la construcción del centro de manejo de residuos sólidos se lograría darle un manejo integral a los residuos sólidos producidos en el municipio con lo cual se contribuiría a la conservación de los recursos naturales del lugar.

### **Justificación del proyecto**

La disposición inadecuada de los residuos sólidos en San Andrés Semetabaj, ha sido un problema socio-ambiental que ha tenido gran impacto. Según estudios realizados por la autoridad para el manejo sustentable de la cuenta del Lago de Atitlán –AMSCLAE-

durante la caracterización de residuos sólidos se determinó que se producen 787.07 Tm/año las cuales no reciben ningún tratamiento y son destinadas hacia un vertedero no controlado ubicado en el municipio de Panajachel denominado “Pamuch”.

## **2.2 Descripción de la actividad de la institución anfitriona**

La Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca del Lago de Atitlán y su Entorno (AMSCLAE), está ubicada en el municipio de Panajachel, departamento del Sololá. Se encarga de planificar, coordinar ejecutar todas las medidas y acciones del sector público y privado que sean necesarias para conservar, preservar y resguardar el ecosistema del lago de Atitlán y sus áreas circunvecinas generando los mecanismos necesarios para lograrlo (AMSCLAE, 2011).

Las actividades de AMSCLAE se enfocan en acciones concretas de la intervención en el territorio que permitan disminuir ostensiblemente la contaminación debida a descarga de aguas residuales, descarga de residuos sólidos urbanos y escorrentía de nutrientes manufacturados industrialmente (fertilizantes y detergentes), hacia el cuerpo de agua. La planificación estratégica institucional busca desarrollar esquemas innovadores para la presentación de servicios públicos a nivel municipal que permita la operación y mantenimiento, a largo plazo, de los sistemas de tratamiento de residuos líquidos, así como de los tratamientos de residuos sólidos.

Dicha institución se encuentra conformada por:

### **Coordinación ejecutiva:**

La Coordinación ejecutiva es el órgano superior de la AMSCLAE, quién deberá organizar, distribuir y controlar todas las funciones inherentes a cada órgano que constituye la Institución; será la encargada de hacer efectivo el cumplimiento de los fines ordenados en los artículos 2 y 5 de la Ley de Creación de la Autoridad para el Manejo Sustentable de la cuenca del Lago de Atitlán y su Entorno, definirá las acciones y compromisos que deben ejecutar las instituciones y sectores que en ella se representan.

### **Dirección ejecutiva:**

La dirección ejecutiva, a cargo de un Director; es el órgano ejecutivo de AMSCLAE y en consecuencia, tiene a su cargo la dirección y administración general de la misma, de

acuerdo con las disposiciones legales. El Director tendrá las atribuciones nombradas en el artículo 8 del Acuerdo Gubernativo No. 78-2012.

**Sub-dirección técnica:**

Es el órgano de la Dirección Ejecutiva encargado de la dirección, coordinación y apoyo del equipo técnico, así como de la redacción y desarrollo de proyectos técnicos, responsable de asegurar el resultado económico, calidad y plazo de los proyectos redactados por el equipo a su cargo. Su función es coadyuvar directa y paralelamente a las actividades del Director Ejecutivo, en cuanto a la implementación de estrategias, de programas, de acciones y de proyectos desarrollados por la AMSCLAE. Tiene a su cargo varios departamentos entre ellos: departamento de educación ambiental, departamento de investigación y calidad de agua, departamento de saneamiento ambiental, departamento agrícola forestal y departamento de fomento económico y desarrollo sustentable.

**Sub dirección Administrativa Financiera**

Es el órgano de la Dirección ejecutiva encargado de administrar los recursos humanos, financieros y materiales asignados a la AMSCLAE, así como de proporcionar los servicios generales de apoyo de acuerdo con los programas de trabajo de los diferentes órganos que los integran, delegando las funciones específicas en cada una de sus unidades para el cumplimiento de sus fines.

A continuación (Figura 5) se presenta el organigrama de conformación de la Institución:

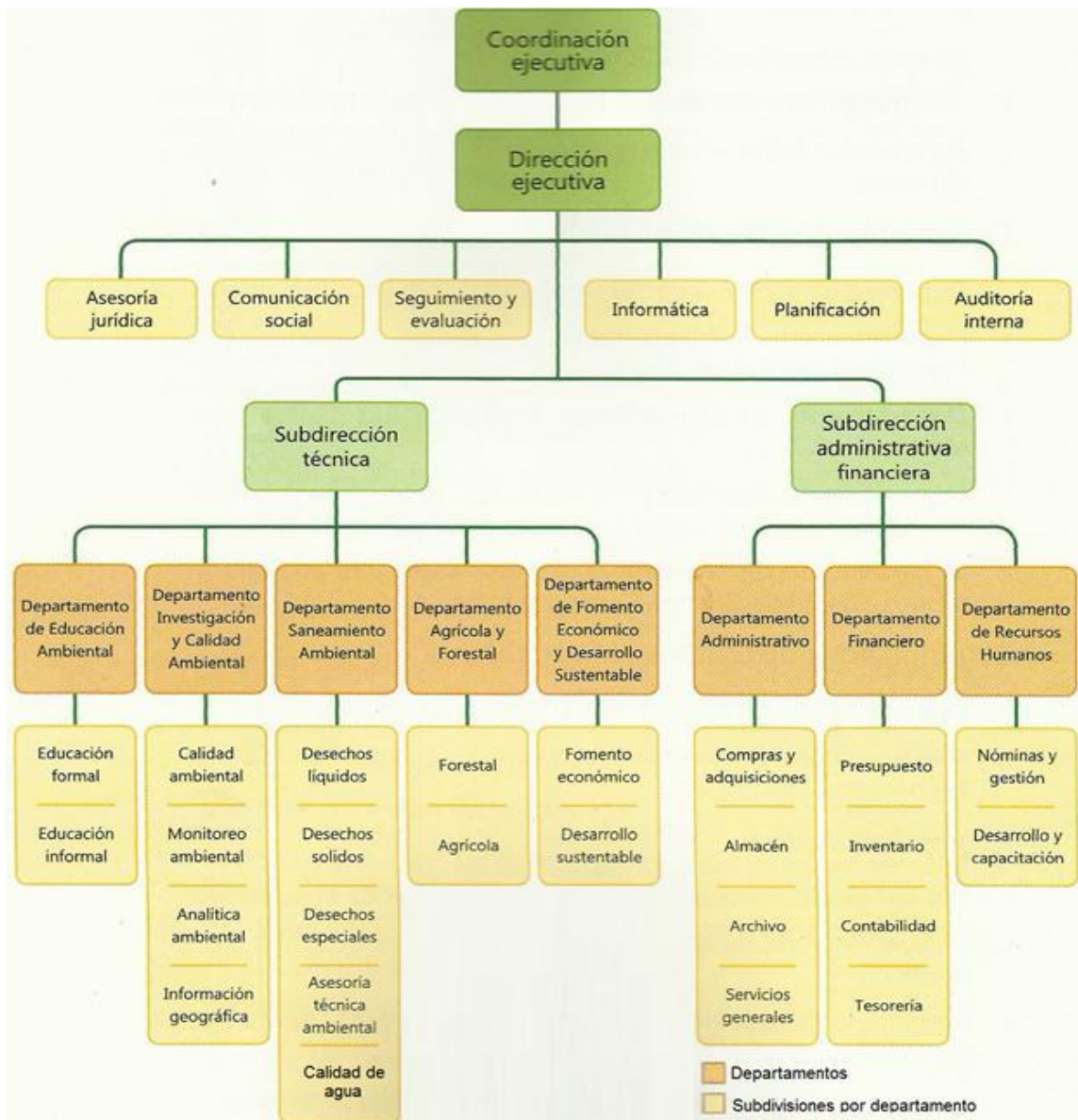


Figura 5. Diagrama organizacional AMSCLAE (AMSCLAE, 2011).

La práctica profesional se realizó específicamente dentro del departamento de saneamiento ambiental el cual se dedica a el control de la contaminación, especialmente por aguas residuales y residuos sólidos.

El departamento de saneamiento ambiental empezó siendo un Programa que gestionó, asesoró y planificó proyectos, entre ellos se puede mencionar plantas de tratamiento de aguas residuales y plantas de tratamiento de residuos sólidos. En el 2011 donde pasa a ser el “Departamento de Saneamiento Ambiental”, en donde se crean tres unidades

fundamentales de trabajo,,: a) Unidad de Control de la Contaminación a través de Residuos Líquidos, b) Unidad de Control de la Contaminación a través de Residuos Sólidos y c) Unidad de Control de la Contaminación a través de Residuos Especiales, creadas con el fin de controlar la contaminación que se genera por las actividades humanas en la cuenca del Lago “más bello del mundo”, el Lago de Atitlán (AMSCLAE, 2011).

AMSCLAE tuvo como prioridad invertir en proyectos de saneamiento ambiental en varios municipios para combatir los problemas serios de contaminación que existen, ya que las municipalidades demostraban poco interés en estas áreas.

### **3. CONTEXTO DE LA PRÁCTICA**

#### **3.1 Necesidad empresarial**

Se estima que el lago de Atitlán recibe 1,928.26 T/año de basura equivalente al 3.4% del total de basura que se produce dentro de la cuenca. Lo que contribuye a la contaminación de dicho cuerpo de agua, generando emanación de gases por la descomposición de los residuos, daño paisajístico por la disposición inadecuada, dando lugar así a varios vectores epidemiológicos que tienen un alto grado de afección hacia los pobladores (SEGEPLAN, 2007).

Actualmente AMSCLAE cuenta con el “Plan 15/15”, el cual plantea resolver, para el año 2015, el problema de la disposición y tratamiento de los residuos sólidos en los 15 municipios que conforman la cuenca de Lago de Atitlán. Este plan ha sido elaborado para orientar la inversión pública, privada y de cooperación internacional para solucionar el problema de la severa contaminación ambiental causada por los residuos sólidos en esta región. A la fecha, 13 municipios cuentan ya con un programa de manejo y una planta de tratamiento de residuos sólidos y solo dos quedan pendientes por cumplir dicho objetivo. Siendo San Andrés Semetabaj y San Antonio Palopó.



### **3.2 Eje de sistematización**

La práctica profesional se realizó con base en el programa 15/15, apoyando con la evaluación del panorama actual y el planteamiento de una gestión de manejo integral de los residuos sólidos generados en el municipio de San Andrés Semetabaj, de tal forma que se minimicen los impactos negativos que actualmente causa su inadecuado tratamiento. Se realizó un estudio de caracterización de residuos para proponer un modelo que satisfaga las necesidades del lugar. Además, se realizaron encuestas para recabar información sobre la percepción de los pobladores respecto a la situación.

## **4. OBJETIVOS**

### **4.1 Objetivo General**

Elaborar una propuesta de gestión y manejo integral de los residuos sólidos generados en el municipio de San Andrés Semetabaj, departamento de Sololá.

### **4.2 Objetivos Específicos**

Realizar un diagnóstico sobre la situación actual del manejo de residuos sólidos en el municipio de San Andrés Semetabaj, Sololá.

Cuantificar los residuos sólidos producidos en el municipio de San Andrés Semetabaj del departamento de Sololá.

Determinar la composición física de los residuos sólidos producidos en el municipio de San Andrés Semetabaj del departamento de Sololá.

Proponer un plan que permita dar un manejo integral de los residuos sólidos generados en el municipio de San Andrés Semetabaj, departamento de Sololá.

## 5. PLAN DE TRABAJO

La práctica profesional se llevó a cabo del 16 de febrero al 16 de agosto del 2015.

### 5.1 Programa Desarrollado

Durante la práctica profesional se realizaron varias actividades, las cuales se desarrollaron en el Departamento de Saneamiento Ambiental específicamente en el área de residuos sólidos.

Las actividades realizadas fueron las siguientes:

**5.1.1. Inducción:** se realizó un recorrido por las instalaciones con una presentación oficial con todos los departamentos de AMSCLAE para conocer al personal que labora en dicho lugar. También se realizaron visitas, con el fin de situarse en el contexto de la problemática ambiental de la cuenca del lago Atitlán.

**5.1.2. Reunión de Concejo y miembros de AMSCLAE:** se realizó una reunión con el concejo de San Andrés Semetabaj con el fin de presentar el plan de trabajo y de realizar una presentación oficial ante los miembros con los que se estuvo trabajando.

**5.1.3. Levantamiento topográfico y reconocimiento previo del terreno destinado para manejo de Residuos Sólidos:** se estuvo apoyando con el levantamiento topográfico del terreno destinado para posible construcción de la planta de tratamiento de residuos sólidos.

**5.1.4. Diagnóstico del manejo de los desechos sólidos en San Andrés Semetabaj:** se realizaron encuestas a los pobladores de San Andrés Semetabaj, tomando como base los formatos de encuestas ya realizadas y validadas en otros municipios (Anexo 1 y 2) pertenecientes al Plan 15/15. La muestra seleccionada fue de 58 viviendas obtenidas de un cálculo muestral (Anexo 5).

La distribución de las viviendas seleccionadas en los sectores fue realizada por personeros municipales, ya que fueron las que se consideraron que podían estar dispuestas a colaborar con el estudio.



Durante esta etapa también se aprovechó a informar a las viviendas sobre el proceso de caracterización, quedando el calendario de la siguiente manera (Cuadro 6).

Cuadro 6. Calendario de caracterización de residuos sólidos San Andrés Semetabaj.

<b>Fechas</b>	<b>Lugares a visitar</b>				
<b>Marzo 2015</b>					
Lunes 27	Las Tapias	El Calvario	Los Coroxones	Tzanjuyu	
Martes 28	Tzantzir Bajo	Tzantzir Alto	Tzanjay	La Barraca	El Centro
Miércoles 29	Las Tapias	El Calvario	Los Coroxones	Tzanjuyu	
Jueves 30	Tzantzir Bajo	Tzantzir Alto	Tzanjay	La Barraca	El Centro
<b>Abril 2015</b>					
Lunes 11	Las Tapias	El Calvario	Los Coroxones	Tzanjuyu	
Martes 12	Tzantzir Bajo	Tzantzir Alto	Tzanjay	La Barraca	El Centro
Miércoles 13	Las Tapias	El Calvario	Los Coroxones	Tzanjuyu	
Jueves 14	Tzantzir Bajo	Tzantzir Alto	Tzanjay	La Barraca	El Centro
Viernes 15	Xejuyu I	Xejuyu II	Godinez		
<b>Mayo 2015</b>					
Lunes 25	Las Tapias	El Calvario	Los Coroxones	Tzanjuyu	Xejuyu I
Martes 26	Tzantzir Bajo	Tzantzir Alto	Tzanjay	La Barraca	El Centro
Miércoles 27	Las Tapias	El Calvario	Los Coroxones	Tzanjuyu	
Jueves 28	Tzantzir Bajo	Tzantzir Alto	Tzanjay	La Barraca	El Centro
Viernes 29	Xejuyu I	Xejuyu II	Godinez		
<b>Junio 2015</b>					
Lunes 8	Las Tapias	El Calvario	Los Coroxones	Tzanjuyu	
Martes 9	Tzantzir Bajo	Tzantzir Alto	Tzanjay	La Barraca	El Centro
Miércoles 10	Las Tapias	El Calvario	Los Coroxones	Tzanjuyu	
Jueves 11	Tzantzir Bajo	Tzantzir Alto	Tzanjay	La Barraca	El Centro
Viernes 12	Xejuyu I	Xejuyu II	Godinez		

### 5.1.5. Caracterización de los desechos sólidos generados en San Andrés

**Semetabaj:** Se realizó a través del método de cuarteo diseñado por el doctor Kunitoshi Sakurai. Según las siguientes etapas:

#### Diseño

- Para residuos domiciliarios:

Se determinó el número de muestra según la siguiente fórmula:

Formula 1. Cálculo de muestra.

$$n = \frac{Z_{1-\alpha/2}^2 N \sigma^2}{(N-1)E^2 + Z_{1-\alpha/2}^2 \sigma^2}$$

Donde:

**n**= muestra de las viviendas

**N**= total de viviendas

**Z<sup>2</sup><sub>1-α/2</sub>** = nivel de confianza 95%

**σ**= Desviación estándar

**E**= error permisible (Cepis, 2008).

Ya establecido esto se procedió a determinar el equipo técnico para la ejecución del estudio y a su vez los recursos necesarios para la realización de la caracterización.

## Ejecución

- Fase de campo

Se organizó y capacitó a los integrantes del equipo técnico así como también se preparó el material a utilizar como costales, rótulos, pesas y equipo de seguridad sanitaria.

La caracterización de los residuos sólidos en el Municipio de San Andrés Semetabaj se realizó según la guía metodología para la elaboración del estudio de caracterización para Residuos Sólidos Municipales (EC-RSM) de la siguiente manera:

### 1. Determinación de la generación per-cápita

- Se procedió a recolectar el material de los domicilios seleccionados durante el levantamiento de encuestas para solicitarles sus bolsas de basura y pesarlas. Este procedimiento se realizó durante 8 días (2 veces por semana hasta cumplir los 8 días) para todas las muestras. En función a los datos recopilados sobre el número de personas por vivienda se determinó el número total de personas que habían intervenido en el muestreo. Se dividió el peso total de las bolsas entre el número total de personas para obtener la generación per

cápita diaria promedio de las viviendas muestreadas (kg/hab/día). A continuación se presenta la fórmula utilizada:

Generación Per-Cápita: kg recolectados de residuos/ No. de habitantes
---

(Cepis, 2008)

## 2. Determinación de la composición física de los residuos sólidos

- Se colocaron los residuos recolectados en el lugar destinado para realizar la caracterización.
- Se rompieron las bolsas de cada vivienda y se vertieron los desechos formando un montón. Con la finalidad de homogenizar la muestra, se trocearon los residuos más voluminosos hasta conseguir un tamaño manipulable de 15 cm o menos.
- El montón se dividió en cuatro partes (método de cuarteo) y se escogieron las dos partes opuestas para formar un nuevo montón más pequeño. La muestra menor se volvió a mezclar y se dividió en cuatro partes nuevamente, luego se escogieron dos opuestas y se formó otra muestra más pequeña. Esta operación se repitió hasta obtener una muestra de 50 kg de basura o menos.
- Se separaron los componentes del último montón y se clasificaron según la boleta de caracterización realizada (Anexo 3). Los componentes se fueron clasificando en recipientes pequeños.
- Con ayuda de una balanza, se pesaron los recipientes pequeños vacíos y luego ya con el material clasificado, registrando los datos obtenidos en la boleta de caracterización.

- Fase de Gabinete

Se analizaron los resultados obtenidos para luego elaborar un informe y obtener conclusiones respecto a lo analizado.

**5.1.6. Elaboración de la propuesta:** se estuvo trabajando con los datos recabados en las encuestas y durante la realización de la caracterización en un informe para la

presentación de una propuesta, que incluye una identificación de la mejor alternativa para el manejo de residuos sólidos de San Andrés Semetabaj, descripción del desarrollo de la alternativa más adecuada, y el diseño de la planta de tratamiento de residuos sólidos con su respectiva descripción.

**5.1.7. Jornadas de sensibilización:** se apoyó con la planificación de las jornadas de sensibilización relacionadas con la adecuada separación de residuos sólidos, conjunto con el departamento de educación ambiental de la AMSCLAE. Los talleres que se impartieron fueron 4. Tomando como temas principales, la importancia del manejo adecuado de residuos sólidos y la separación de los mismos. Además de ello durante los meses de abril a noviembre se estuvieron pasando spot radiales con alusión a la separación adecuada de residuos sólidos.

**5.1.8. Presentación de propuesta a las autoridades municipales:** se realizaron presentaciones de la propuesta para el manejo de residuos sólidos en el municipio de San Andrés Semetabaj, con la información recabada desde un inicio incluyendo el análisis de la caracterización realizada.

## **5.2 Indicadores de Resultados**

Tabulación de las encuestas realizadas a los pobladores de San Andrés Semetabaj.

Informe de la cuantificación y composición física de residuos sólidos realizada en San Andrés Semetabaj

Propuesta de las características necesarias para la construcción de la planta de tratamiento de residuos sólidos.

## 6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 6.1 Diagnóstico del manejo los desechos sólidos en San Andrés Semetabaj.

Los sectores que fueron tomados en cuenta para el levantamiento de encuestas fueron los siguientes: las Tapias, el Calvario, los Coroxones, Tzanjuyu, Tzantzir alto, Tzantzir bajo, Tzanjay, la barranca, el centro, Xejuyu I, Xejuyu II y Godínez (Anexo 6) . A continuación se muestra cómo fueron distribuidas las viviendas seleccionadas (Figura 6).

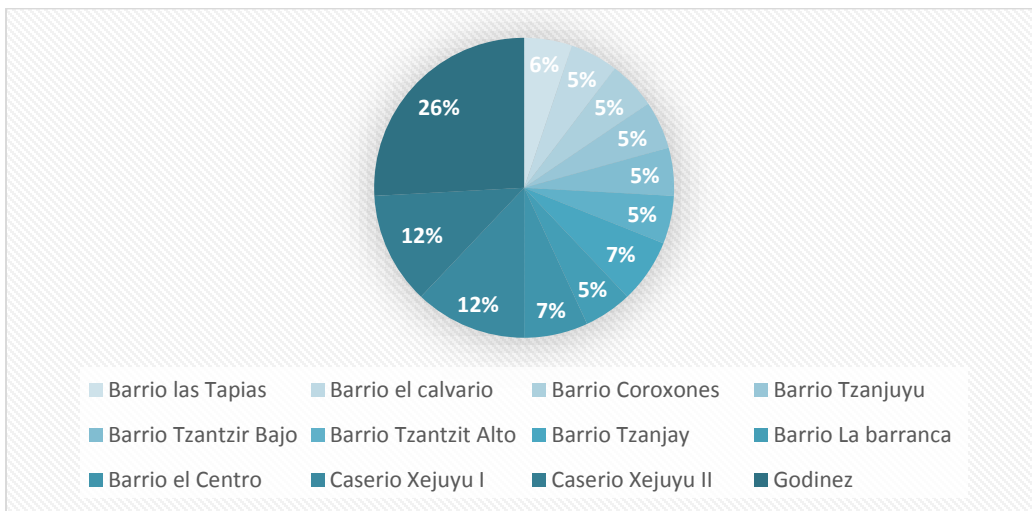


Figura 6. Barrios Encuestados de San Andrés Semetabaj.

Por medio de dichas encuestas se indago sobre la disposición de la basura, donde se obtuvo que el 71% de los encuestados entregan su basura al servicio de recolección municipal, el 21% la quema y el 8% la tira en predios baldíos cercanos a sus viviendas. La razón que manifestaron es que no tienen la capacidad para pagar el servicio de recolección municipal, o bien que de igual manera el servicio municipal no le da un tratamiento adecuado por lo que es vano hacerle entrega de la basura a los mismos (Figura 7).

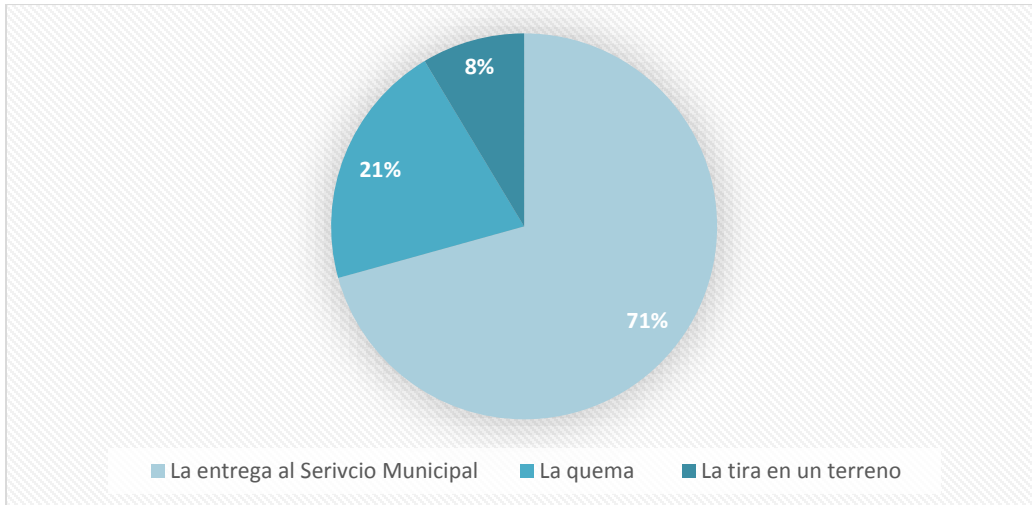


Figura 7. Disposición de la basura de viviendas de San Andrés Semetabaj.

Según las encuestas realizadas en marzo del 2015, denotan que el 71% de la muestra tomada separan sus residuos y el resto no lo hacen por una u otra razón (Figura 8).

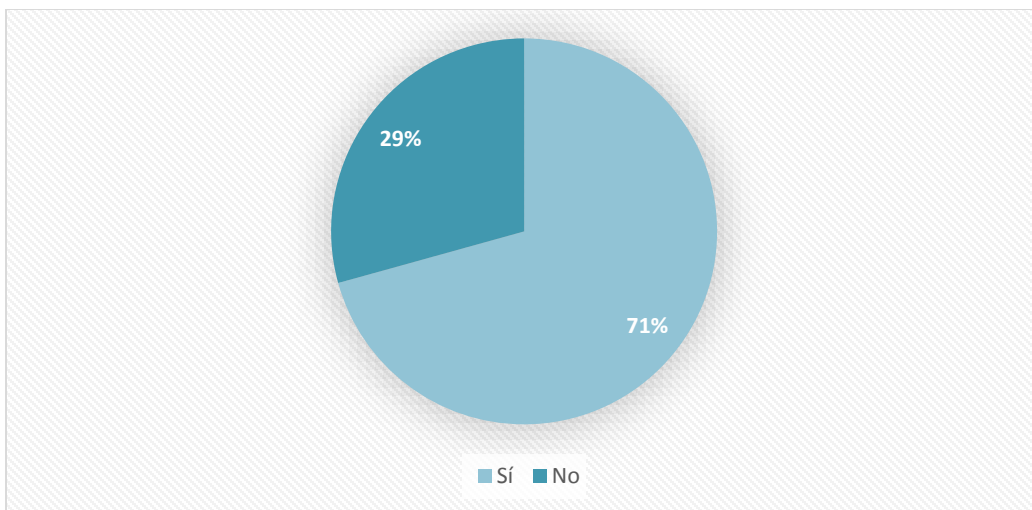


Figura 8. Separación de los residuos sólidos en San Andres Semetabaj

La Municipalidad de San Andrés Semetabaj manifestó a través de un cabildo que a partir de enero del 2015 se tomó la medida de que a la vivienda que no separe su basura, no se le será recoletada por el tren de aseo municipal. Sin embargo, algunos pobladores manifiestan que esto no se cumple, ya que si ellos cancelan Q.1.00 más de la tarifa establecida los empleados municipales sí recoletan la basura que no se encuentra

separada. Al indagar sobre la disposición a separar la basura denota que el 98% estaría dispuesto hacerlo, y un 2% no lo haría debido a que manifiestan que eso les quitaría tiempo (Figura 9).

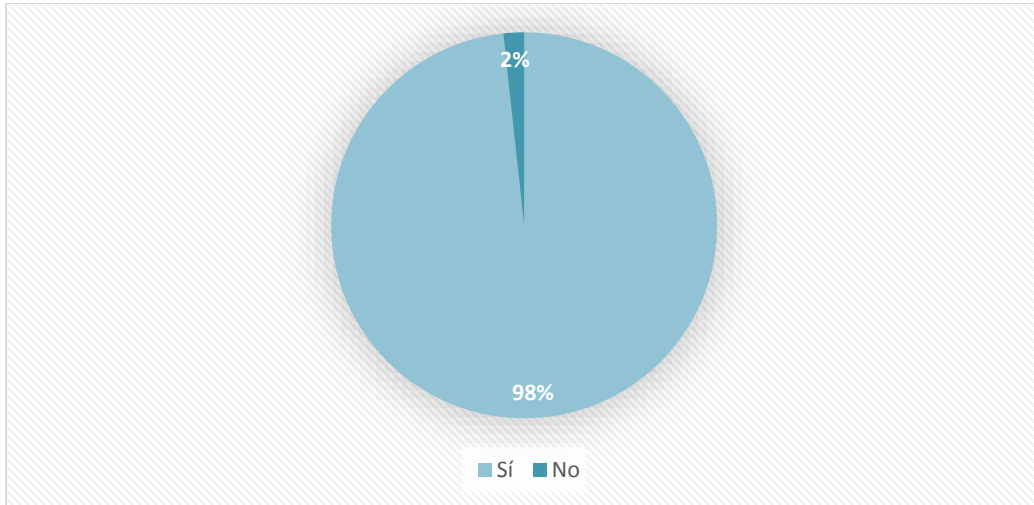


Figura 9. Disponibilidad de separación de los residuos sólidos de San Andrés Semetabaj.

Parte de la muestra tomada manifiesta que, en algunos casos, reutilizan la materia orgánica para abonar las tierras en donde tienen los cultivos (Figura 10).

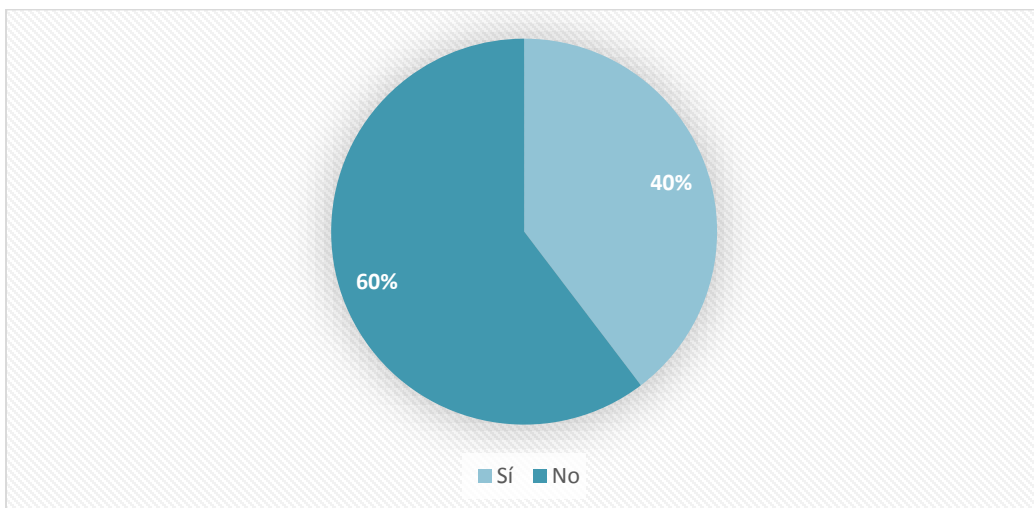


Figura 10. Reutilización de los residuos sólidos de San Andrés Semetabaj.

### 6.1.1 Información sobre el Tren de Recolección Municipal

Es importante resaltar que para que se realice un manejo adecuado de los residuos sólidos, es necesario realizar una recolección adecuada de los mismos en el tiempo adecuado, es por ello que se indagó sobre los tiempos de acumulación de los residuos en cada una de las viviendas obteniendo que el 76% manifiesta que aproximadamente en cuatro días el recipiente en donde depositan los residuos se encuentra lleno (Figura 11).

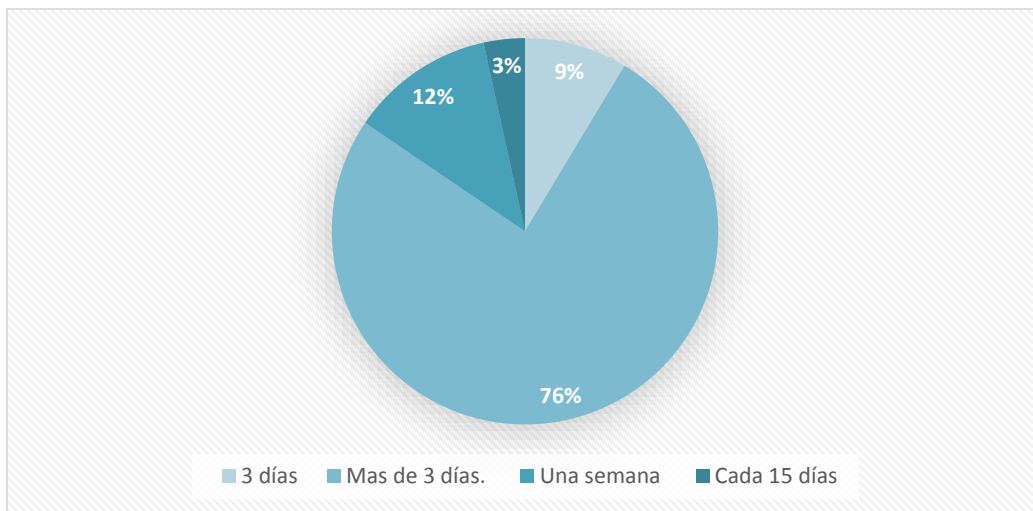


Figura 11. Acumulación de los residuos sólidos de San Andrés Semetabaj.

Actualmente el tren de aseo en algunos barrios pasa aproximadamente una vez por semana, o bien cada dos o tres días, dependiendo del sector y de la demanda que exista. El periodo máximo que tarda el tren de aseo en pasar es 15 días, y esto se debe a que las áreas que se encuentran alejadas son de escasos recursos por lo que su generación es muy baja para pasar una vez a la semana (Figura 12).



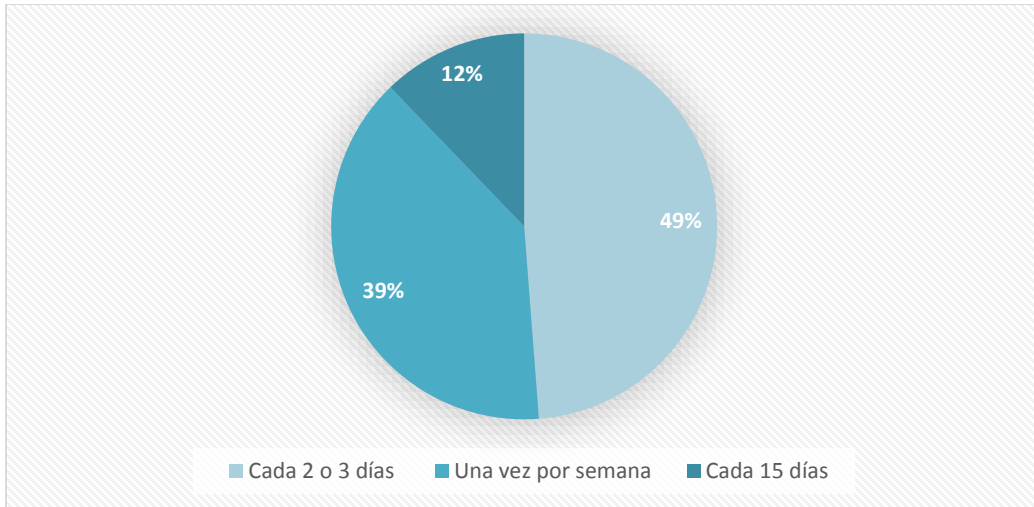


Figura 12. Visita del tren de aseo municipal de San Andrés Semetabaj.

La ruta del tren de aseo actual demuestra ser eficiente, esto fue comprobado debido a que se realizó un recorrido con el camión de recolección, comprobando que este pasa una sola vez por cada calle. El 90% de la viviendas tiene servicio de recolección en la puerta de su casa y el 10% en la esquina, pero esto es debido a que se encuentran en calles muy estrechas por lo que se le dificulta el acceso del camión (Figura 13).

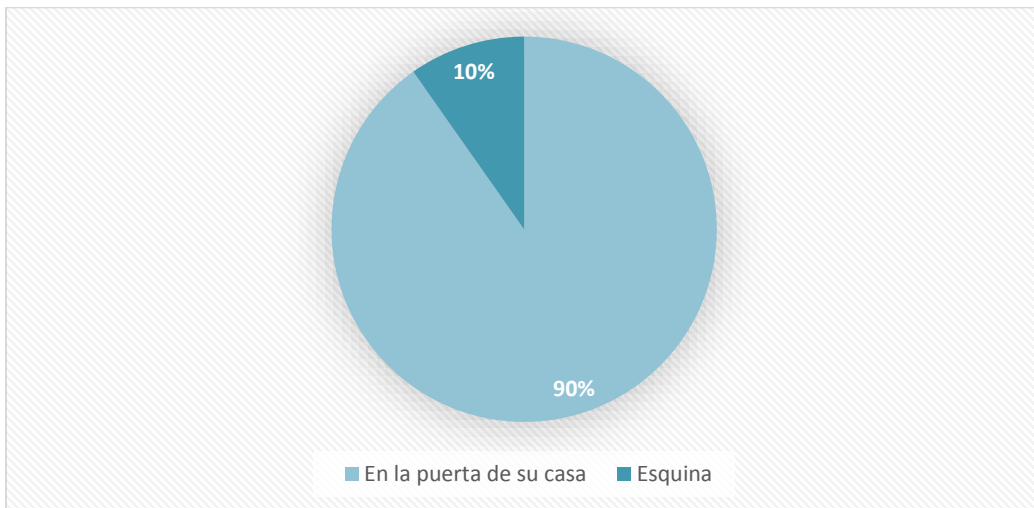


Figura 13. Lugar de recolección de los residuos sólidos de San Andrés Semetabaj.

El 83% de las viviendas encuestadas dicen que la calidad de servicio de recolección es bueno ya que es eficiente, y muy viable para cada uno de ellos. Sin embargo, un 17% manifiesta que es regular (Figura 14). Esto es debido a que son parte de los sectores en donde el tren de aseo pasa una vez por semana y la acumulación de residuos sólidos es aproximadamente en 4 días por lo que requiere mayor frecuencia del servicio (Figura 15).

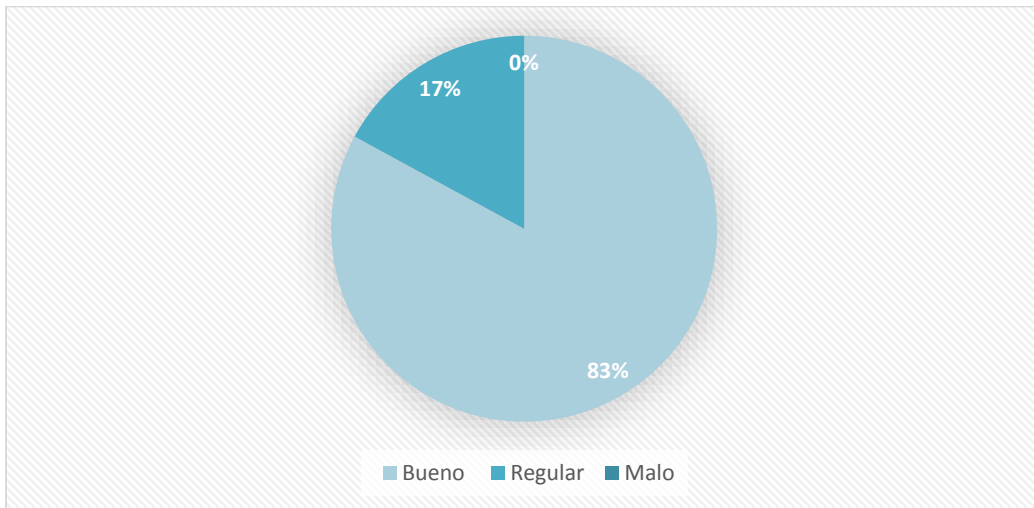


Figura 14. Calidad de servicio del tren de aseo municipal de San Andrés Semetabaj.

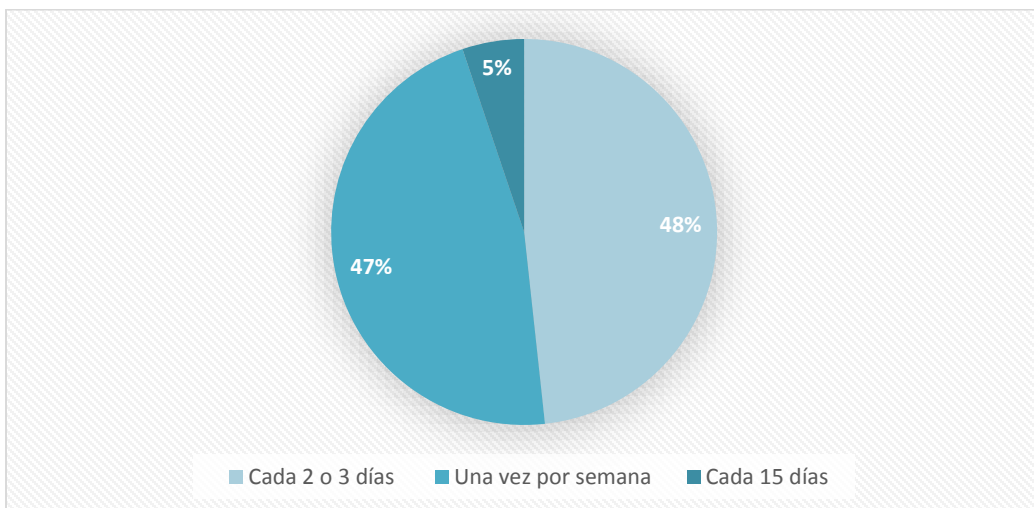


Figura 15. Tiempo adecuado de visita de tren de aseo municipal de San Andrés Semetabaj.

Para tener un panorama más claro de la situación del manejo de los desechos sólidos en San Andrés Semetabaj a continuación se presenta un árbol de problemas (Figura 16).

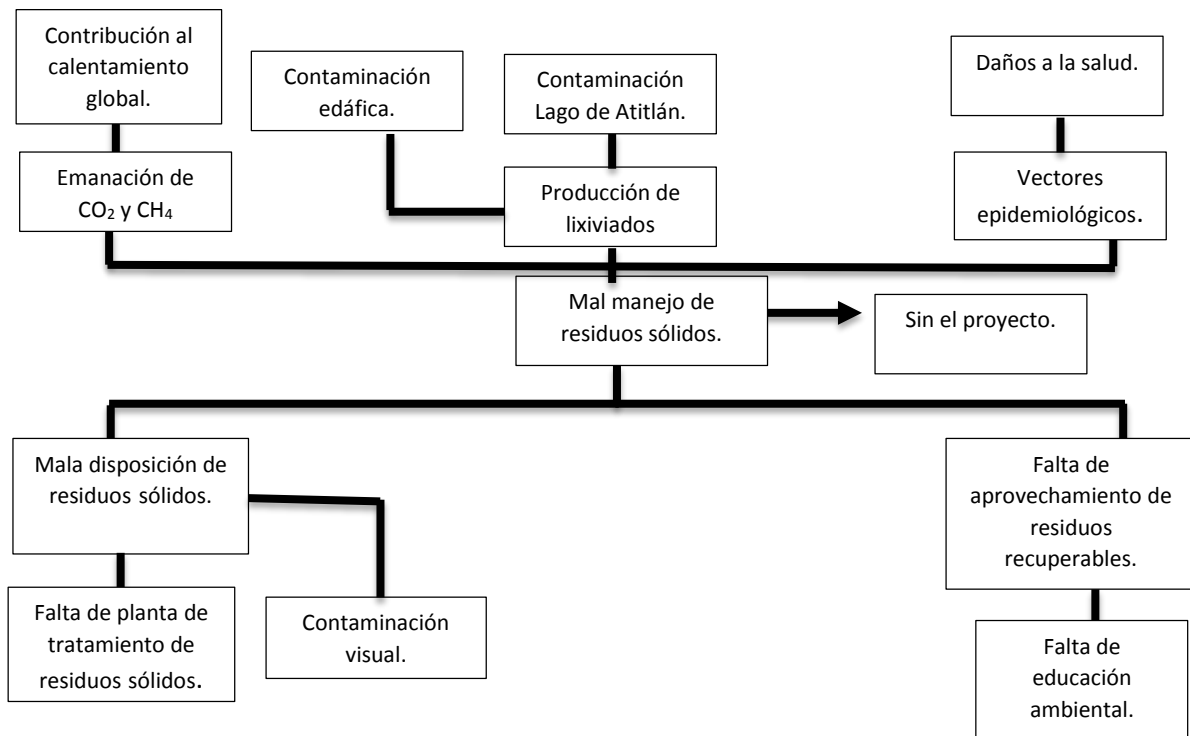


Figura 16. Árbol de problemas del manejo de los desechos sólidos en San Andrés Semetabaj.

### 6.1.2. Disponibilidad a mejorar el manejo de los residuos sólidos

Se investigó sobre la disponibilidad a pagar por el servicio, con lo cual el 19% manifestó que el servicio debería de ser gratis debido a que esto es una responsabilidad inminentemente de la municipalidad de San Andrés Semetabaj. Un 48% está de acuerdo con pagar Q.1.00 por costal ya que reconocen que existen gastos por parte la municipalidad al prestar dicho servicio. Y por último un 33% dice que estarían dispuestos a pagar Q.5.00 por costal, pero sin separar los residuos, ya que consideran que es una cantidad significativa para que los empleados municipalidades lo realicen. Sin embargo, se pudo observar que los habitantes toman otras prioridades en las cuales gastar el dinero como en el servicio de telefonía celular (anexo 4).

Con el fin de aclarar el tema de tarifa adecuada, y a la vez implementar talleres de educación ambiental se sondeó la disponibilidad de los habitantes de participar y apoyar

con el mejoramiento del manejo adecuado de los residuos sólidos. Se identifico que al menos un 84% estaría de acuerdo en dar su tiempo para hacerlo, sin embargo existe un 16% que no lo haría debido a que no creen que las autoridades sean capaces de realizarlo porque manifiestan que en años anteriores han dado de su tiempo y no se le a dado seguimiento al manejo adecuado de los residuos sólidos por falta de fondos municipales (Figura 17).

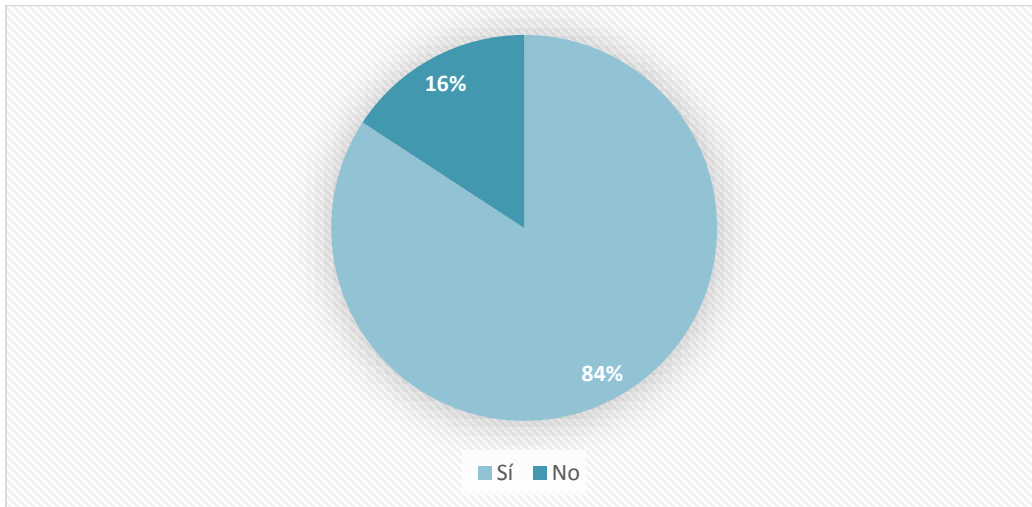


Figura 17. Disponibilidad de apoyo al manejo adecuado de los residuos sólidos de San Andrés Semetabaj.

## 6.2 Informe de la cuantificación y composición física de residuos sólidos realizada en San Andrés Semetabaj

La caracterización se realizó en 12 sectores del Municipio de San Andrés Semetabaj (Figura 18).

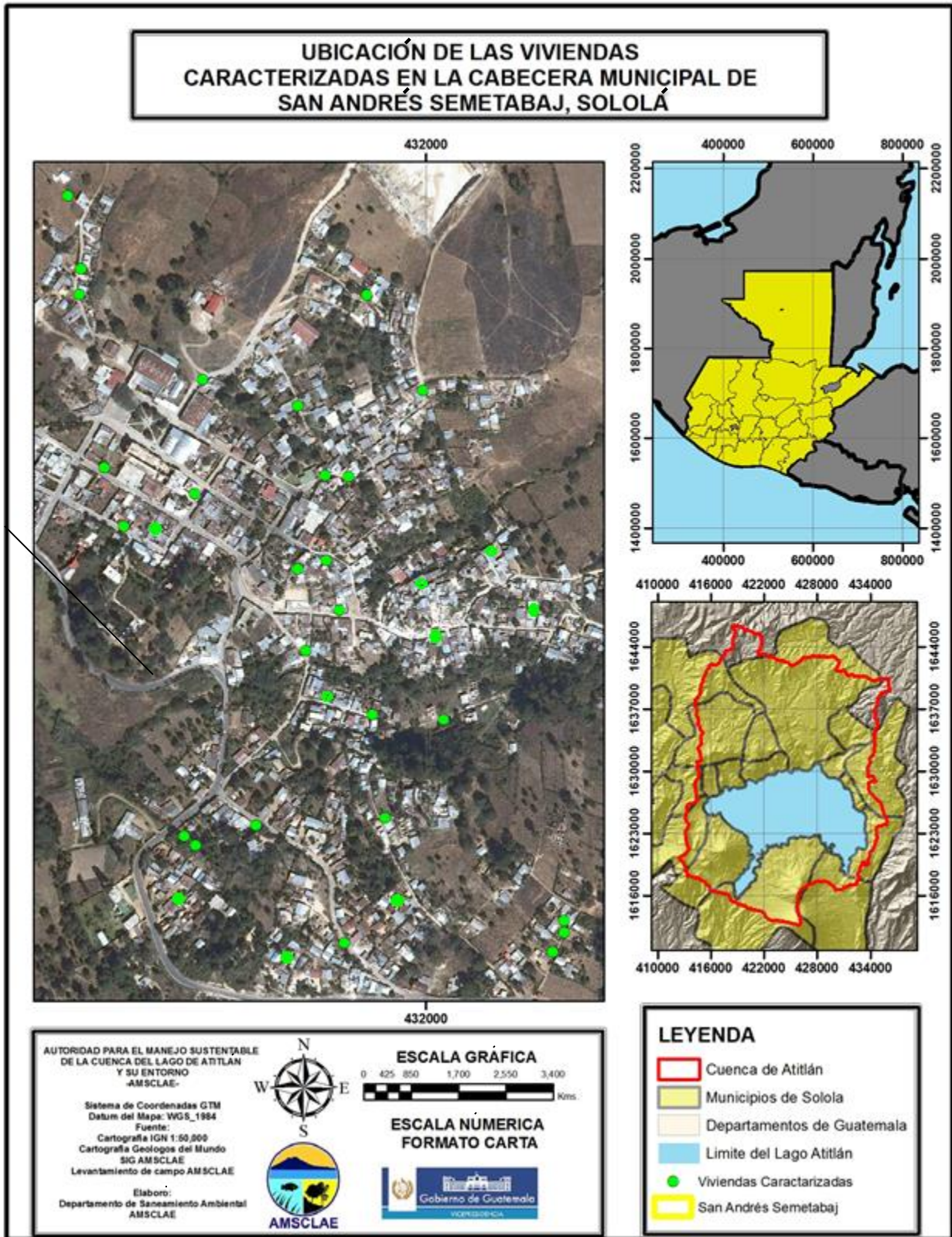


Figura 18. Mapa de las viviendas caracterizadas en San Andrés Semetabaj.

### 6.2.1 Cuantificación de los residuos sólidos San Andrés Semetabaj

Los resultados que se obtuvieron es que la generación per-cápita de San Andrés Semetabaj es de 0.38 kg/hab/día (Cuadro 7).

Cuadro 7. Cálculo de la Generación Per-Cápita de San Andrés Semetabaj

<b>Día</b>	<b>kg Recolectados</b>	<b>Habitantes</b>	<b>Generación Per-Cápita</b>
1	137.8	346	0.39 kg/hab/día
2	138	346	0.39 kg/hab/día
3	135,4	346	0.39 kg/hab/día
4	138,4	346	0.40 kg/hab/día
5	131,4	346	0.37 kg/hab/día
6	123,1	346	0.35 kg/hab/día
7	141,1	346	0.40 kg/hab/día
<b>Promedio</b>			<b>0.38 kg/hab/día</b>

En el cuadro anterior se muestran los kilogramos de basura recolectados diariamente así como también el número de habitantes que se abarco tomando en cuenta las 58 viviendas. Teniendo como resultado la generación per-cápita diaria y así con ello obtener un promedio que es de 0.38 kg/hab/día.

### 6.2.2 Composición de los residuos sólidos

De este estudio realizado, con base en el análisis de cuantificación de residuos sólidos de 58 viviendas muestreadas en un periodo de 8 días, se obtuvo la siguiente composición física de acuerdo con el porcentaje en peso de generación (Figura 19).

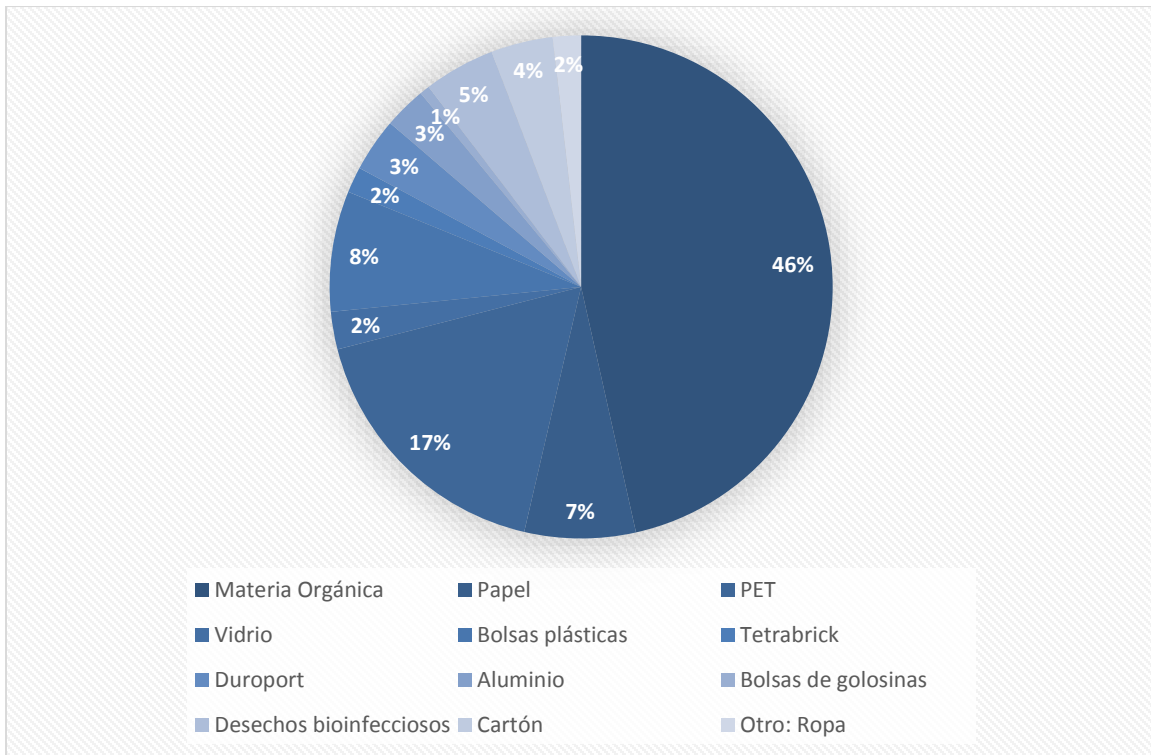


Figura 19. Composición promedio de residuos sólidos en San Andrés Semetabaj.

Se puede observar que la mayor generación es de materia orgánica (restos de frutas y verduras, tierra, ceniza, madera, etc). Seguidamente se encuentra el PET. Las bolsas plásticas encabezan el tercer lugar en cuanto la generación de residuos, cabe mencionar que esto es algo alarmante debido a que es un material al que aún no se le ha podido encontrar un manejo adecuado al igual que el duroport, las bolsas de golosinas y el tetraBric, por lo tanto son desechos que van directo a un sitio de disposición final.

Otro material que resalta es el papel, sin embargo como bien se sabe este puede ser reciclado y comercializado con empresas que se dediquen a ello, al igual que el cartón y el vidrio.

Por último se encuentran los desechos bioinfecciosos que en este caso fue el denominador que se le dio a los pañales y toallas sanitarias. Para el manejo de dichos desechos se investigó que Proverde, una empresa que es parte de Cementos Progreso puede darle manejo adecuado a estos por medio de la incineración que luego los convertirá en fuente de energía.

## **6.3 Propuesta para el manejo integrado de los residuos sólidos**

### **6.3.1 Propuesta**

Con todo lo anteriormente expuesto, basado en el análisis del diagnóstico inicial y caracterización, además de la disponibilidad de área (terreno) que se tiene, se ve imprescindible promover la construcción de una planta de tratamiento de residuos sólidos con la finalidad de dar una gestión integral que ayude a minimizar los impactos provocados al ambiente.

Contando ya con esta planta de tratamiento, se podrá comercializar todo aquel material aprovechable (reciclable), y la materia orgánica podrá ser transformada en humus el cual es un producto orgánico que sirve como mejorador del suelo.

### **Planta de tratamiento de residuos sólidos de San Andrés Semetabaj**

El terreno disponible para este uso tiene un área total de 3,538.57 m<sup>2</sup>. Basado en literatura, se sugiere que la planta cuente con las unidades de manejo, que a continuación se presentan:

- Clasificación y almacenamiento de sólidos: con un área de 400m<sup>2</sup>, esta área será destinada para todo aquel material reciclable como lo es el cartón, papel, PET, aluminio y por el momento, debido a que no se tendrá relleno sanitario, ahí se almacenará lo que es bolsas plásticas, bolsas de golosinas, con el fin de donarlo a instituciones que se dediquen a la realización de eco ladrillos. Con ello se reduce un 40% del total generado de residuos.
- Piletas para vidrio: con un área total de 21 m<sup>2</sup> (4 piletas de 5.25m<sup>2</sup>). Aquí se colocará el vidrio ya triturado que ingrese a la planta, y se mantendrá a la intemperie con el fin que con la misma agua de lluvia el material sea aseado. El proceso de trituración se llevará a cabo manualmente y será realizado por un operario con debida protección personal como lo es una mascarilla de plástico que protegerá todo el rostro, guantes de cuero y audífonos anti-ruído.
- Composteras: con un área de 64.30 m<sup>2</sup>. Diseñadas 5 composteras (20 m<sup>2</sup> la primera y las otras cuatro de 11.07m<sup>2</sup>) siendo la primera la más grande debido a que según el proceso de maduración del compost en un inicio se tendrá mayor



material. Estas serán colocadas secuencialmente en módulos de concreto con las medidas establecidas. Con ello se reducen un 46% del total generado de residuos.

- Piletas de Lixiviados: con un área de 32.95 m<sup>2</sup>, está diseñada para que el líquido proveniente del compost sea destinado a dicha área para luego ser enviado al área de humedales para su debido tratamiento.
- Humedales para el tratamiento de lixiviados: con un área de 36.6 m<sup>2</sup>. En esta área es en donde se le dará tratamiento a los lixiviados provenientes de las piletas para luego ser recirculados al área de las composteras y ayude a acelerar el proceso de maduración del mismo.
- Área de Servicio Sanitario: Con un área de 11.40 m<sup>2</sup>. En esta área se encuentra lo que es la ducha, y el servicio sanitario así como también el captador de agua para uso de la planta.
- Área de Bodega: aquí se podrá destinar todo el material y el equipo necesario para el funcionamiento de la planta.
- Parqueos: Esta área está destinada para los camiones del tren de aseo.

Las dimensiones de cada área fueron definidas por expertos en la materia del diseño, proporcionándoles la producción diaria de cada material así como también el área del terreno disponible (Figura 20).

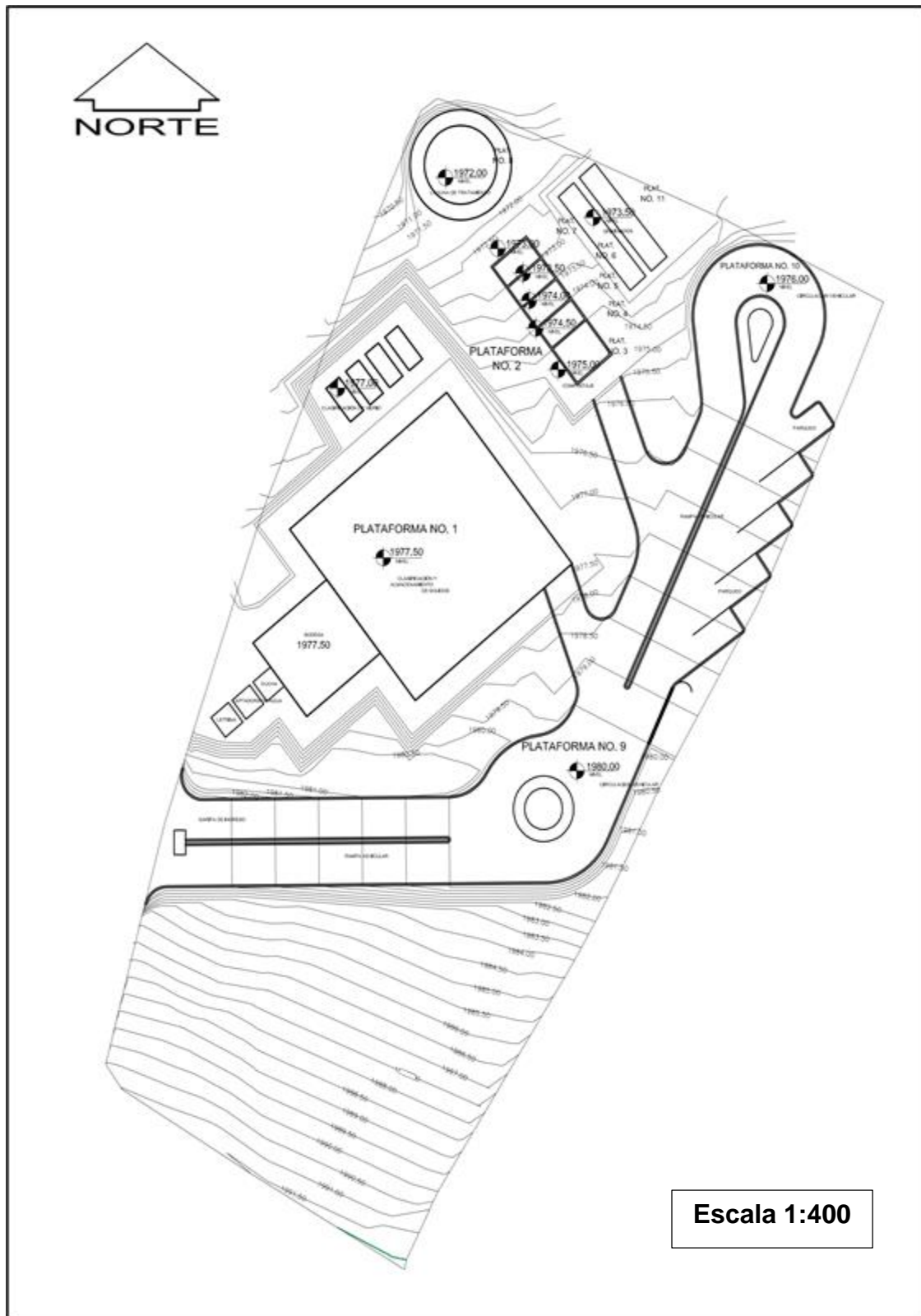


Figura 20. Diseño de la Planta de tratamiento de residuos sólidos San Andrés Semetabaj (AMSCLAE, 2015)

### 6.3.2. Funcionamiento del sistema de manejo integrado de residuos sólidos.

Para facilitar el manejo de los residuos sólidos que ingresan a la planta se propone que exista la separación de residuos in situ en dos categorías: orgánico e inorgánico. Siendo esto un proceso que ya va avanzado debido a los talleres de concientización que impartió el departamento de Educación Ambiental de la AMSCLAE.

Se considera necesario que los talleres de concientización se continúen durante una etapa prolongada debido a que así se obtendrá mayor resultado en cuanto la conciencia ambiental que se le vaya formando a la población.

No se sugiere cambios por el momento a la ruta de recolección, debido a que la cobertura y eficiencia de la misma es elevada. Sin embargo, se propone un nuevo el calendario de recolección (Cuadro 8).

Cuadro 8. Ruta de recolección del tren de aseo municipal.

Lugar	Lunes	Martes	Miercoles	Jueves	Viernes
Barrio las Tapias					
Barrio el calvario					
Barrio Coroxones					
Barrio Tzanjuyu					
Barrio Tzantzir Bajo					
Barrio Tzantzir Alto					
Barrio Tzanjay					
Barrio la barranca					
Barrio el Centro					
Xejuyu I					
Xejuyu II					
Godinez					

### Costo de operación de la planta de tratamiento de residuos sólidos

El gasto mensual que tiene la planta es de Q. 12,900.00 tomando en cuenta los gastos administrativos como lo son el personal encargado de la planta y los gastos del tren de aseo como lo es el personal, el combustible y otros rubros o imprevistos (Anexo 10).

Es importante tomar en cuenta que este monto está calculado para el funcionamiento de la planta con el nivel de ingreso actual de desechos sólidos, mas sin embargo a medida este aumente será necesario incrementar personal por lo cual los gastos aumentarían.

Cabe mencionar que para cubrir dichos gastos se tendría que implementar una tarifa más elevada que la que se tiene actualmente. Por lo que es necesario realizar un estudio económico más profundo.

Otra entrada económica que tiene la planta es la venta del material recuperable que aproximadamente es de Q.5, 120.40 (Cuadro 9).

Cuadro 9. Remuneración económica mensual por venta de material recuperable

Materiales	Producción por habitantes	Producción mensual	Precio del material por kilogramo	Remuneración
Papel	0.02 kg/ día	4,173.6 kg	Q.0.43	Q.1,794.64
PET	0.06 kg/ día	12,520.8 kg	Q.0.20	Q.2,504.16
Vidrio	0.004 kg/ día	834. 72 kg	Q.0.19	Q.158.60
Aluminio	0.009 kg/ día	1,878 kg	Q.0.05	Q.94.00
Cartón	0.013 kg día	2,846 kg	Q.0.20	Q.569.00
			<b>Total</b>	<b>Q.5,120.40</b>

## 7. CONCLUSIONES

- La situación actual del manejo de los residuos sólidos en San Andrés Semetabaj es bastante compleja debido a que no se cuenta con infraestructura propia para darle un manejo adecuado a los residuos. Cabe mencionar que ya se cuenta con avances como la separación voluntaria de los residuos por cierta parte de la población, lo cual contribuye a que el proceso de transición para darles un manejo integral sea más fácil. Sin embargo, aún es necesario concientizar en cuanto la importancia que le den un manejo adecuado a sus residuos y así con ello evitar la degradación del entorno natural.
- Según la cuantificación de residuos sólidos realizada, la generación per-cápita del Municipio de San Andrés Semetabaj es de 0.38 kg/hab/día, siendo baja a comparación de otros municipios. Aproximadamente en total se obtienen 2643.28 kg/día de basura, lo cual indica que aún son niveles que pueden ser manejados a través de una planta de tratamiento integral.
- Es importante implementar el concepto de las 3 R's en el Municipio debido a que a comparación del año 2014 según datos de la AMSCLAE su generación per-cápita ha incrementado significativamente. Sobre todo es alarmante por el incremento en el uso de bolsas plásticas, duroport y tetrabrick, los cuales son materiales a los que aún no se les puede dar un manejo tecnificado.
- Según el estudio realizado sobre la composición física de residuos sólidos manifiesta que el 46% proviene de la materia orgánica, siendo este el residuo que más se produce lo que indica que este podría ser un material aprovechable, debido a que de ello se puede obtener como subproducto el abono orgánico, el cual puede ser consumido por los agricultores de la región.
- A través de los datos obtenidos por medio del estudio de la composición física de residuos sólidos se sabe que se produce material reciclable como lo es el PET en su mayoría, el vidrio, el cartón, el aluminio y el papel, lo que indica que por medio de la planta de tratamiento integral de residuos se podría vender este material a empresas

recicladoras obteniendo de ello un ingreso económico que aporte al manejo adecuado de los residuos sólidos de San Andrés Semetabaj.

- Por medio de la propuesta del plan de manejo integral de residuos sólidos se puede observar cual es la situación del municipio sin el proyecto y con el proyecto, así como también se describe el diseño que se propone para la planta de tratamiento integral, indicando a su vez los costos de operación que esta conlleva. Concluyendo así que es impredecible promover la construcción de un centro de manejo de residuos sólidos con la finalidad de dar una gestión integral que ayude a minimizar los impactos negativos provocados al ambiente.

## **8. RECOMENDACIONES**

Se recomienda trabajar con las instituciones educativas para un próximo muestreo, debido a que en este informe no fueron tomadas en cuenta porque no se logró comunicación con de dichas instituciones.

Se recomienda trabajar en el diseño de un modelo de relleno sanitario para el Municipio de San Andrés Semetabaj para que cuando exista disponibilidad de fondos pueda tomarse en cuenta como un proyecto a realizar.

Se recomienda profundizar en un estudio financiero para establecer una tarifa diferenciada que permita darle mayor sostenibilidad a la planta.

## 9. BIBLIOGRAFÍA

AMSCLAE (Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca del Lago de Atitlán y su Entorno). (2011). Consultado: 20 de Enero del 2015. Disponible en red: <http://www.amsclae.gob.gt/>

AMSCLAE (Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca del Lago de Atitlán y su Entorno). (2013). Plan 15-15. Consultado: 10 de Febrero del 2015.

Cepis. (2008). Guía para la caracterización de Residuos Sólidos domiciliarios. Consultado: 02 de febrero de 2015. Disponible en red: <http://www.bvsde.paho.org/bvsars/fulltext/evaluacion/anexo2.pdf>

Barrios, R. (2013). Gestión de residuos sólidos y agua en el municipio de Esquipulas Palo Gordo, San Marcos, Guatemala. Consultado: 08 de Febrero del 2015.

Flores, C. M. (2009). The soild waste problem. Journal of Management Studies. P-24-35.

Hernández, F. (2008). Diagnóstico y pronóstico socioeconómico. Consultado: 20 de Enero del 2015. Disponible en red: [http://biblioteca.usac.edu.gt/EPS/03/03\\_0676\\_v17.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/EPS/03/03_0676_v17.pdf)

INE (Instituto Nacional de Estadística). (2006). Censo de Gestión Ambiental Municipal. Consultado: 28 de Enero del 2015. Disponible en red: <http://www.ine.gob.gt/>

MARN (Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales). (2009). Informe Ambiental del Estado de Guatemala GEO. Consultado: 20 de Enero del 2015. Disponible en red: <http://marn.gob.gt/documentos/novedades/geo.pdf>

SEGEPLAN (Secretaria de Planificación y Programación de la Presidencia). (2007). Plan de Desarrollo Municipal con Enfoque Territorial 2008-2022. Consultado: 28 de Enero del 2015. Disponible en red: <http://www.segeplan.gob.gt/2.0/>

Tchobanoglous, G.; Theissen, H. y Eliassen R. (1982). Desechos Sólidos - Principios e Ingeniería Y Administración. Consultado: 10 de Febrero del 2015. Disponible en red: <http://www.fio.unicen.edu.ar>.



## 10. ANEXOS

### Anexo 1. Encuestas realizadas en otros municipios

#### Proyecto: Saneamiento Ambiental Urbano en Santiago Atitlán

##### Encuesta del Sector residencial

ENCUESTA Np. \_\_\_\_\_

##### A. INFORMACIÓN GENERAL

Pregunte por el o la jefe del hogar o un adulto responsable. Si no está, pase a la vivienda siguiente. Complete o circule las respuestas.

1. Cantón \_\_\_\_\_
2. Dirección \_\_\_\_\_
3. Sexo del encuestado: F M
4. Hasta que año estudió? Ninguno Primaria Básicos Diversificado Universitario
5. Cuántas personas viven en esta casa? \_\_\_\_\_
6. Cuántas de ellas trabajan? \_\_\_\_\_
7. En que trabajan? (Si dos o mas personas realizan la misma actividad, escriba el total)

Actividad	Cuántas personas?
A. Comerciante	
B. Artesano	
C. Agricultor	
D. Pescador	
E. Tulero	
F. Otro	
G. Otro	
H. Otro	

Ufficio locale: Santiago Atitlán, cantón Pachichaj, tel. (502) 77217306,  
– www.africa70.org

africa70.guate@yahoo.com

1

---

**B. INFORMACIÓN SOBRE MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS EN LA VIVIENDA**

8. Reutiliza las basuras que se producen en su vivienda? SI NO

SI, diga cual,

Materia orgánica          Plástico          Papel y cartón          Vidrio

Otro, especificar \_\_\_\_\_

---

9. Separa algún tipo de basura para entregarlo luego al servicio municipal o algún reciclador?

SI NO

SI, cuales?

Residuos orgánicos    Vidrio    Papel y cartón    Metales    Plástico

Otros, especificar \_\_\_\_\_

10. Que hacen finalmente con la basura?

A. Entregan la basura al servicio municipal?

Siempre          Algunas veces          Nunca

Por qué? \_\_\_\_\_

B. Servicio privado, cual? \_\_\_\_\_ Costo Q \_\_\_\_\_ Frecuencia \_\_\_\_\_

C. Tiran en el Lago: \_\_\_\_\_

D. La quema: \_\_\_\_\_

E. Tira en la calle: \_\_\_\_\_

F. La entierra en terreno propio: \_\_\_\_\_

G. Otro, Cual? \_\_\_\_\_

Ufficio locale: Santiago Atitlán, cantón Pachichaj, tel. (502) 77217306,  
- www.africa70.org

africa70.guate@yahoo.com <sup>2</sup>

(Si la respuesta de A es "siempre", continúe con la pregunta 11, de lo contrario, pase a la 16.

SI ENTREGAN LA BASURA AL TREN DE ASEO MUNICIPAL (Conteste 11ª 15)

11. Cuántas veces por semana pasa el servicio municipal? \_\_\_\_\_

12. Cuánto paga por el servicio de aseo? Q. \_\_\_\_\_ /costal \_\_\_\_\_

No sabe / No responde

13. Cómo considera el servicio actual: Bueno Regular Malo

Por qué? \_\_\_\_\_

14. Qué recipiente usa para la presentación de sus basuras al tren de aseo?

A. Costal D. Bolsa plástica colocada en tarro

B. Bolsa plástica E. Otro Cuál? \_\_\_\_\_

C. Tarro plástico

15. Donde hace la presentación de sus basuras para recolección?

En la puerta de su casa En la acera de la casa En la esquina mas próxima

En otro sitio, especificar donde \_\_\_\_\_ y distancia \_\_\_\_\_

16. Estaría dispuesto a separar la basura de su vivienda? SI NO

17. Como se limpia la calle donde vive?

A. No se barre

B. La barre el servicio municipal Cada cuanto? \_\_\_\_\_

C. La barren los vecinos

D. Se lo lleva la corriente de Lluvia

Ufficio locale: Santiago Atitlán, cantón Pachichaj, tel. (502) 77217306,  
- www.africa70.org

africa70.guate@yahoo.com 3

**C. INFORMACIÓN SOBRE CAPACIDAD Y DISPONIBILIDAD DE PAGO**

18. La casa es: Propia Alquilada Valor alquiler Q. \_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_

No sabe /No responde

19. Cuanto pagó la última vez por la energía eléctrica? Q. \_\_\_\_\_ /mensual

20. Tiene servicio de cable TV? NO SI, cuanto Q. \_\_\_\_\_ /mes

21. Tiene teléfono celular? NO SI, cuanto gasta en tarjetas Q. \_\_\_\_\_ /mes

22. Cuánto gasta su familia en alimentación? Q. \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_

23. Cuánto gasta mensual en la educación de sus hijos? Q. \_\_\_\_\_

24. A continuación se presentan algunas opciones para que conteste con tranquilidad, esto no conlleva ningún compromiso. Si se garantizara un buen servicio de tren de aseo: con recolección cerca de su vivienda, en horarios puntuales, al menos dos veces a la semana, y con una disposición final adecuada protegiendo el ambiente y la salud de la comunidad, pagaría Q. \_\_\_\_\_ /semanal por el servicio (ver diagrama)

25. Estaría usted dispuesta(o) a apoyar un mejor manejo de la basura en Santiago Atitlán?

SI NO

SI, Como: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Encuestador(a): \_\_\_\_\_ Fecha \_\_\_\_\_

## Anexo 2. Modelo de Encuestas realizadas.

### Encuesta domiciliaria para la elaboración del estudio de factibilidad para el manejo adecuado de residuos sólidos en el municipio de San Andrés Semetabaj, Sololá.

Encuesta No. \_\_\_\_\_

Pregunte por el o la jefe del hogar o un adulto responsable. Si no está, pase a la vivienda siguiente.  
Complete o circule las respuestas.

#### **A. DATOS GENERALES**

NOMBRE: \_\_\_\_\_

1. Sector \_\_\_\_\_

2. Dirección \_\_\_\_\_

3. Municipio \_\_\_\_\_

4. Sexo del encuestado: F    M

5. ¿Hasta qué grado estudió?

A. Ninguno                    ( )

B. Primaria Incompleta    ( )

D. Secundaria Incompleta ( )

F. Diversificado Incompleto ( )

H. Universidad incompleta ( )

C. Primaria Completa      ( )

E. Secundaria Completa    ( )

G. Diversificado Completo ( )

I. Universidad completa    ( )

6. ¿Cuántas personas viven en esta casa? \_\_\_\_\_

7. ¿Cuántas de ellas trabajan? \_\_\_\_\_

8. ¿En que trabajan usted y su familia? (Si dos o más personas realizan la misma actividad, escriba el total)

Actividad	No. de personas
A. Comerciante	
B. Agricultor	
C. Pescador	
D. Artesano	
E. Ama de casa	

F. Desempleado	
G. Otro	
H. Otro	

**B. INFORMACIÓN SOBRE LOS RESIDUOS SÓLIDOS DE LA VIVIENDA**

9. ¿Qué es lo que más bota al recipiente de la basura en su casa?

- A. Sobras de alimentos ( )                      B. Plástico ( )  
 C. Papel ( )    D. Latas ( )  
 E. Otro \_\_\_\_\_

10. ¿Separa la basura que se producen en su vivienda?    SI        NO

SI, diga cual,

- A. Materia orgánica ( )                              B. Plástico ( )  
 C. Papel ( )    D. Latas ( )  
 E. Otros \_\_\_\_\_

11. ¿Reutiliza la basura que se producen en su vivienda?    SI        NO

12. ¿Entrega su basura al tren de recolección municipal?    SI        NO

(Si la respuesta es afirmativa) Costo: Q. \_\_\_\_\_

SI ENTREGA LA BASURA AL TREN DE ASEO MUNICIPAL (Conteste 13ª 18 de lo contrario pase a la 19)

13. ¿En cuántos días se llena el bote de basura de su casa?

- A. En 1 día ( )                                      B. En 2 días ( )  
 C. En 3 días ( )                                      D. En más de 3 días ( )

14. ¿Cada cuánto tiempo recogen la basura de su casa?

- A. Todos los días ( )                              B. Cada 2 ó 3 días. ( )                              C.  
 Muy pocas veces ( )                              D. Nunca ( )  
 E. Otro \_\_\_\_\_

16. ¿Cómo considera el servicio actual:    Bueno        Regular                      Malo

¿Por qué? \_\_\_\_\_

17. ¿Qué recipiente usa para entregar su basura al servicio de recolección municipal?

- A. Costal ( )    B. Bolsa plástica ( )  
 C. Bote plástico ( )                                      E. Otro ¿Cuál? \_\_\_\_\_

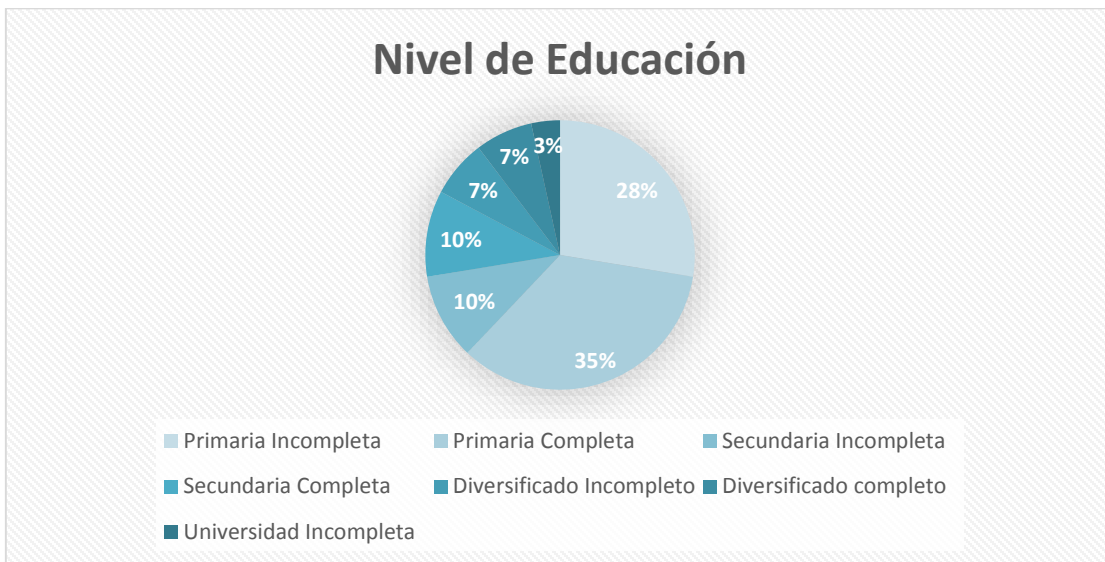
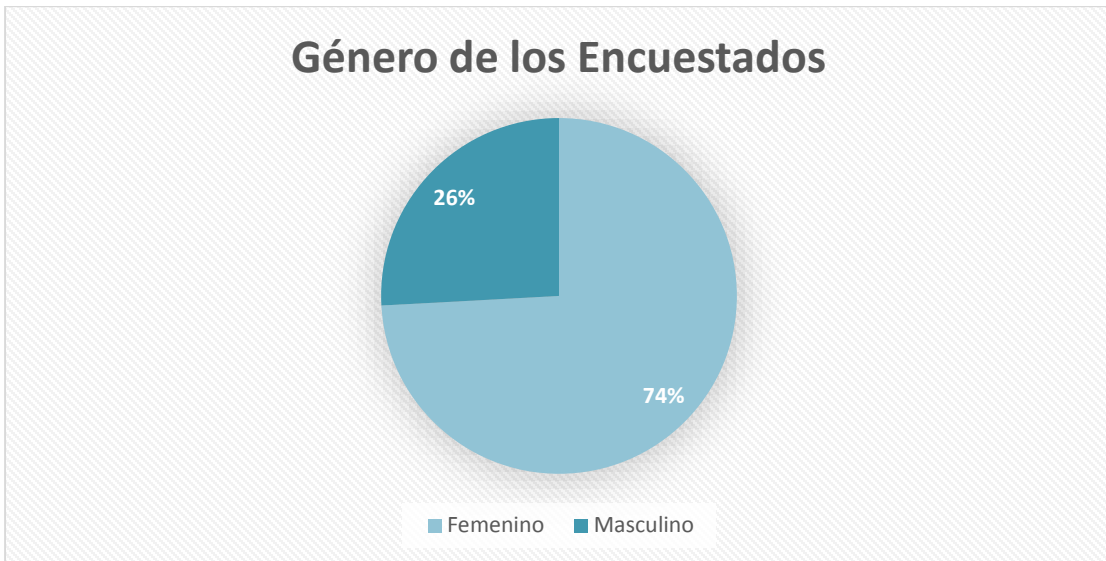


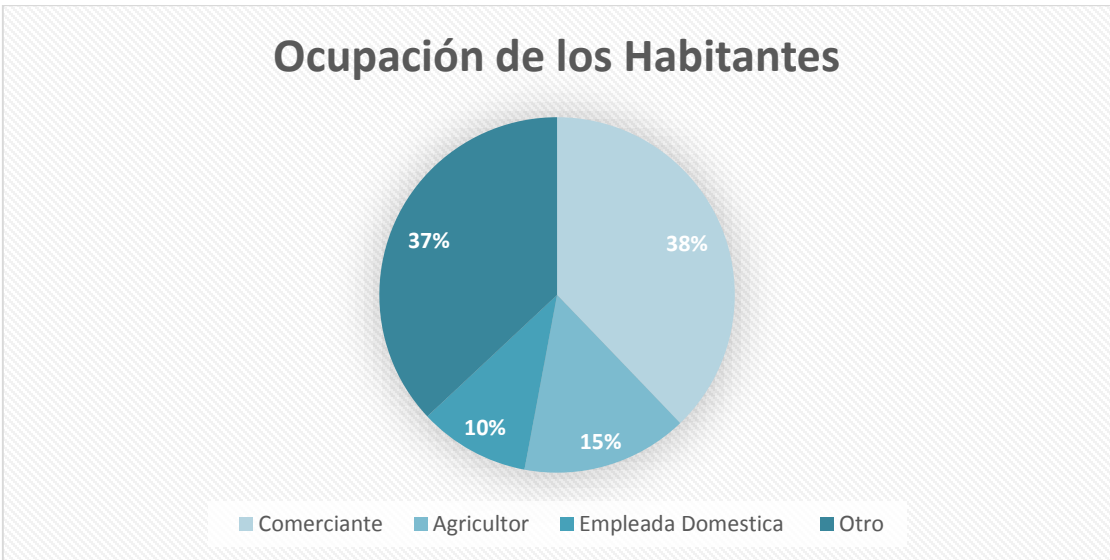
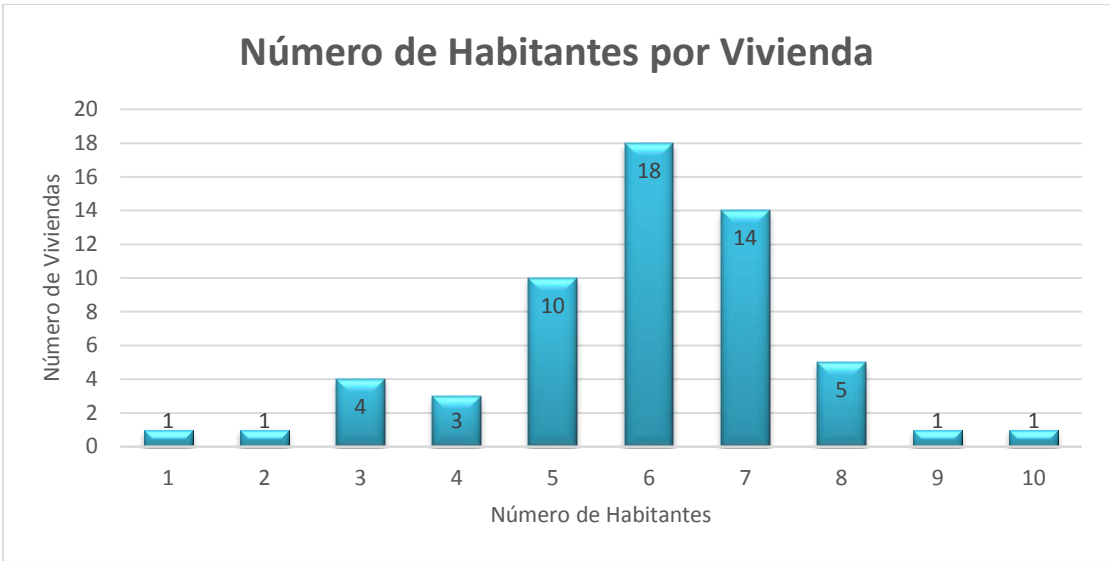
### Anexo 3. Boleta de Caracterización San Andrés Semetabaj.

Vivienda No.										
Tipo de residuos.	Día 1 Kg.	Día 2 Kg.	Día 3 Kg.	Día 4 Kg.	Día 5 Kg.	Día 6 Kg.	Día 7 Kg.	Día 8 Kg.	Total Kg.	Composición porcentual.
Materia Orgánica.										
Papel										
Cartón										
PET										
Vidrio										
Bolsas plásticas										
Bolsas de Golosinas										
Tetrabrick										
Duroport										
Aluminio										
Desechos bioinfecciosos										
Otros										

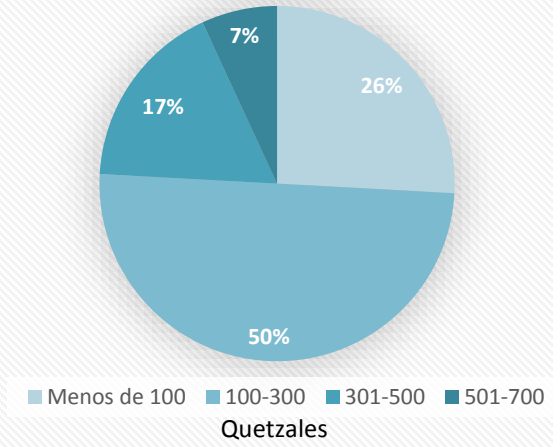


#### Anexo 4. Información General del diagnóstico realizado en San Andrés Semetabaj.

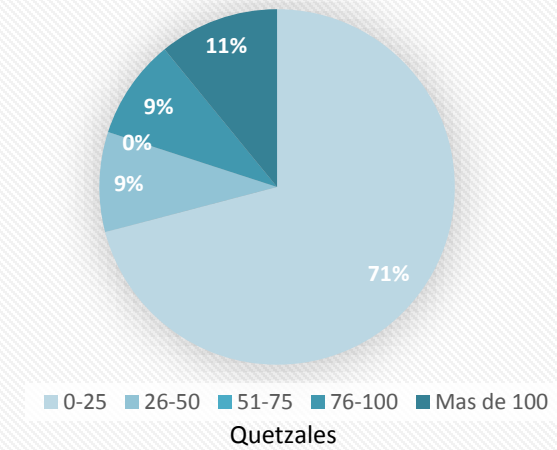




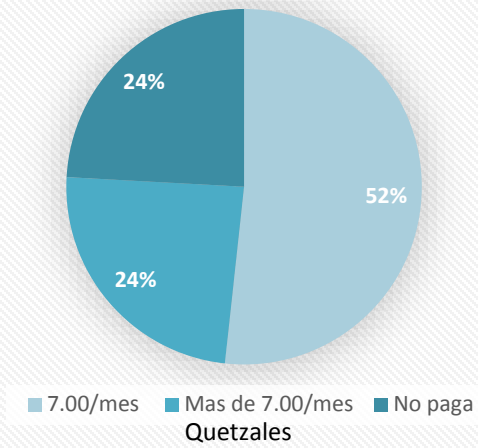
## Pago por Servicio de Energía Eléctrica



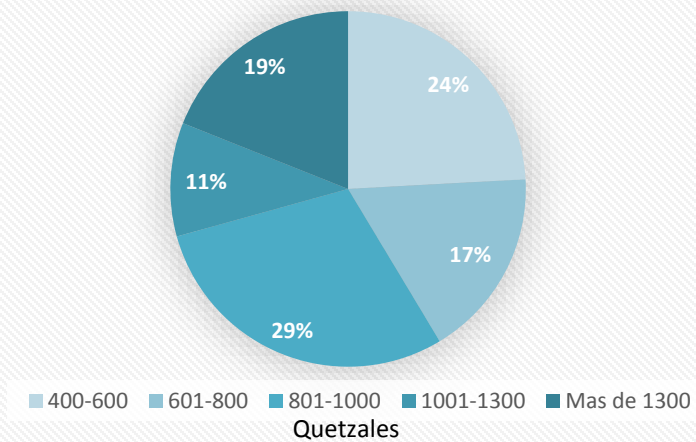
## Pago por Servicio de Telefonía Celular



## ¿Cuánto paga por el servicio de agua?



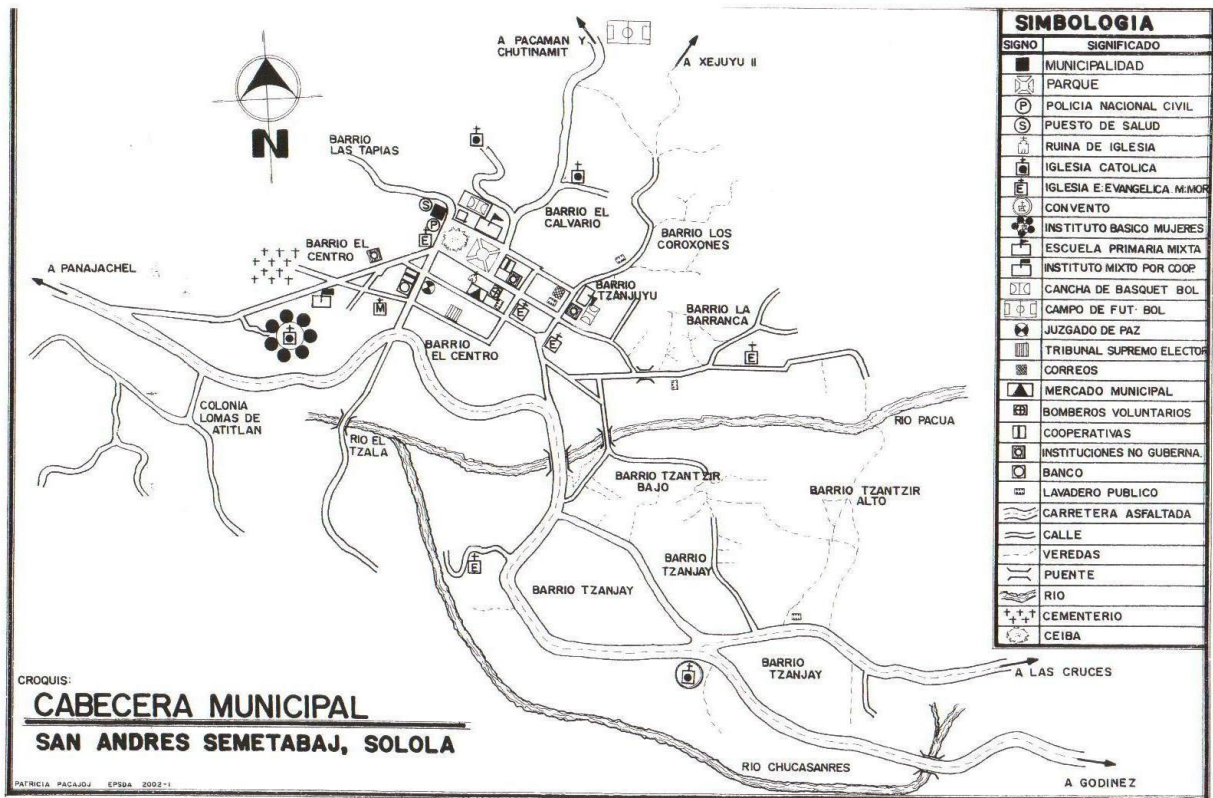
## Gasto por Alimentación



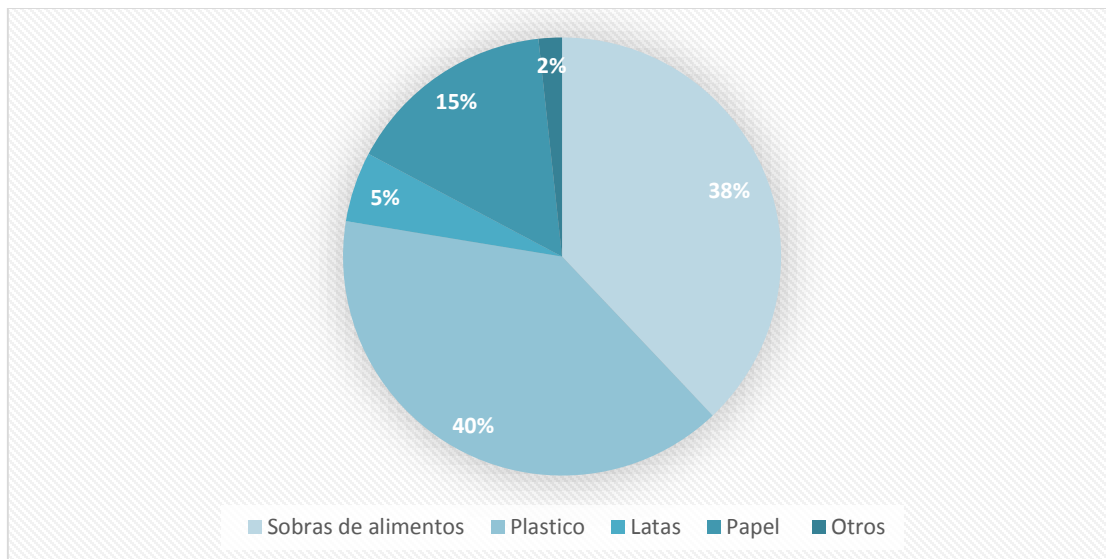
### Anexo 5. Calculo de Número de Muestra.

$$n = \frac{(1,96)^2 * (1159) * (0,2)^2}{(1159-1) * (0,05)^2 + (1,96)^2 * (0,2)^2} = 58 \text{ viviendas}$$

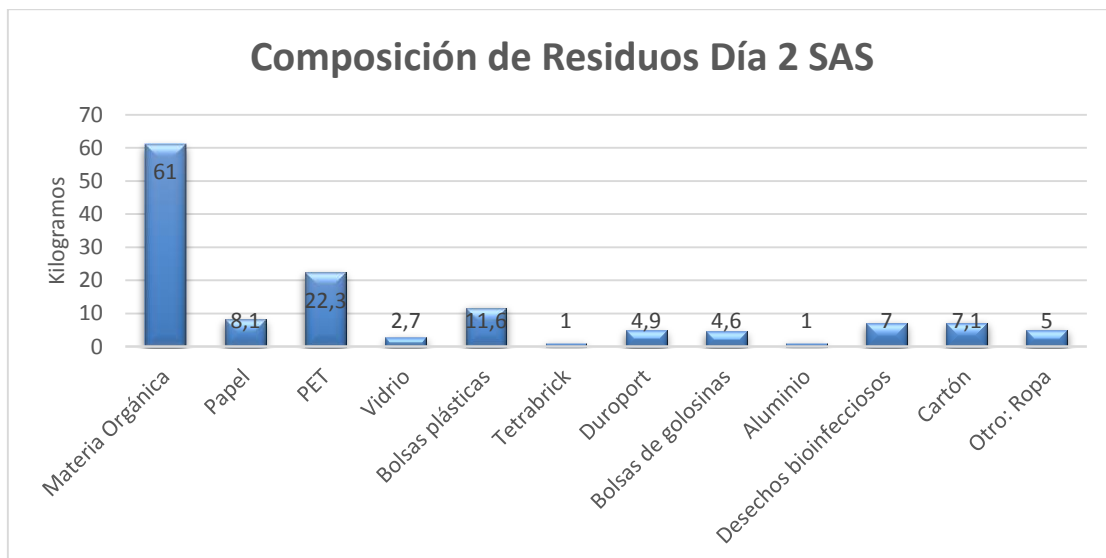
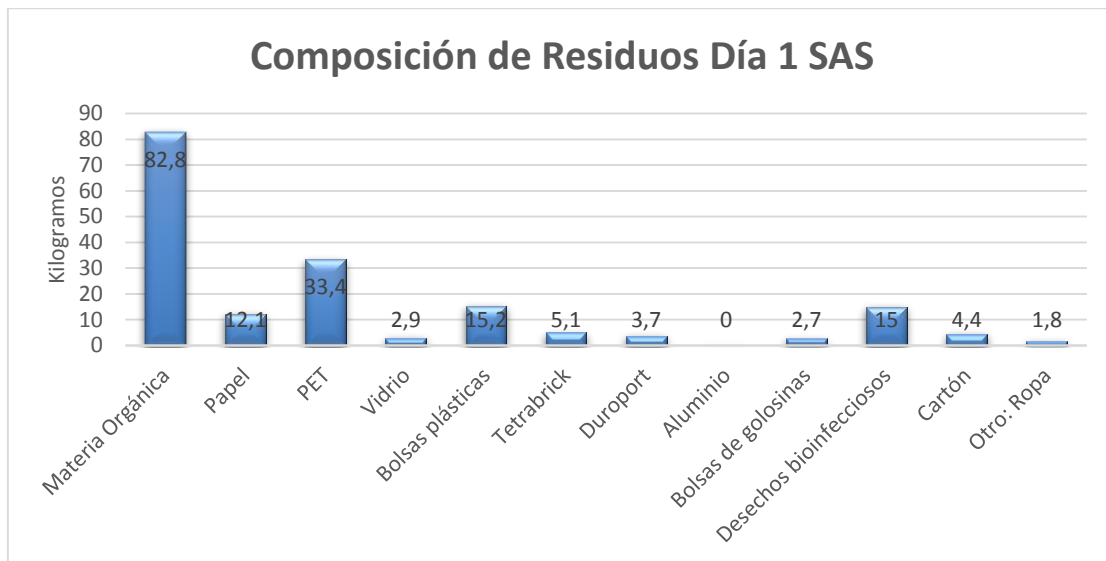
## Anexo 6. Mapa de distribución de sectores de San Andrés Semetabaj.

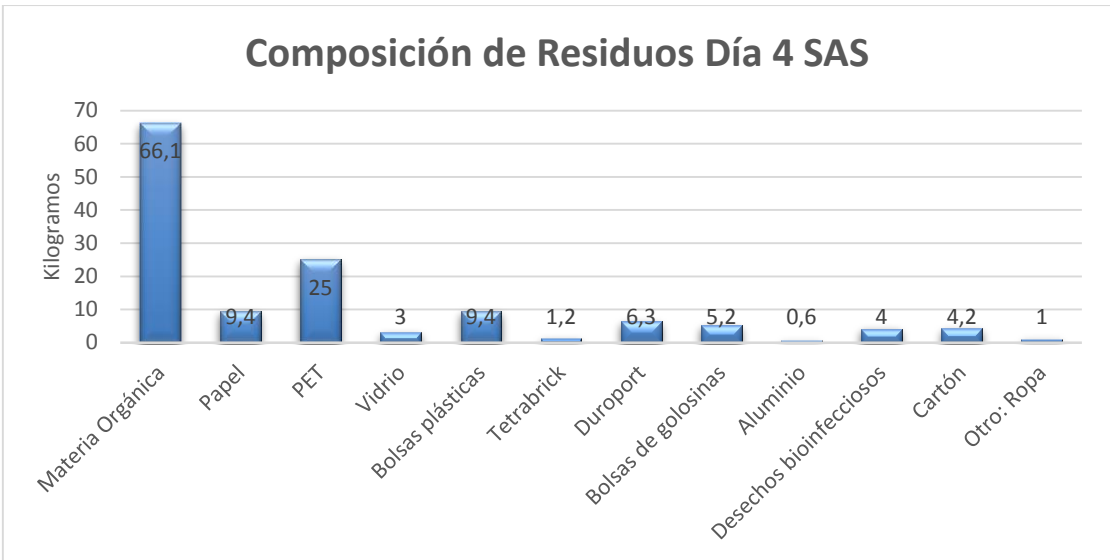
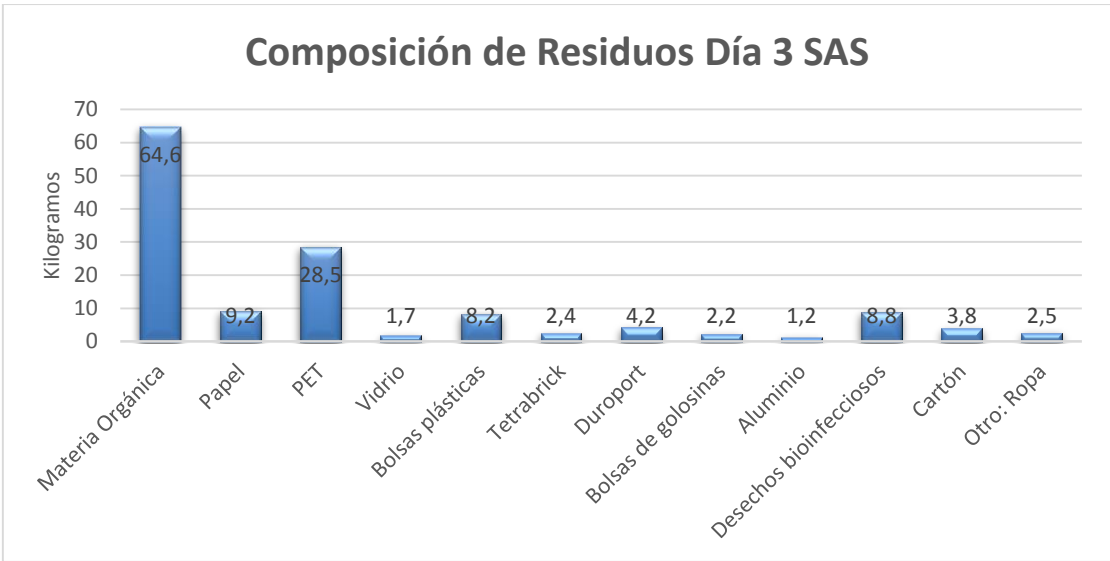


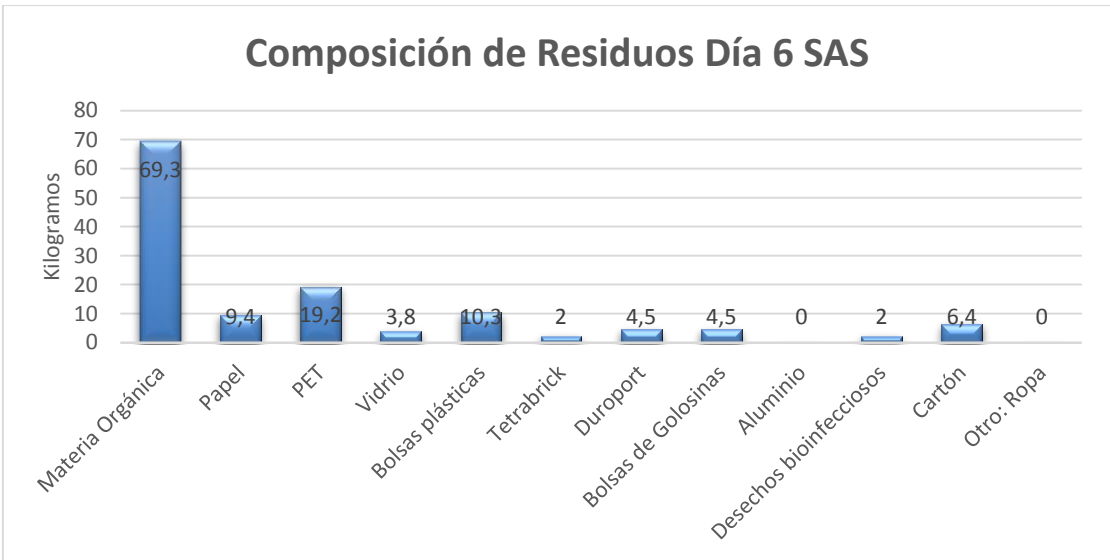
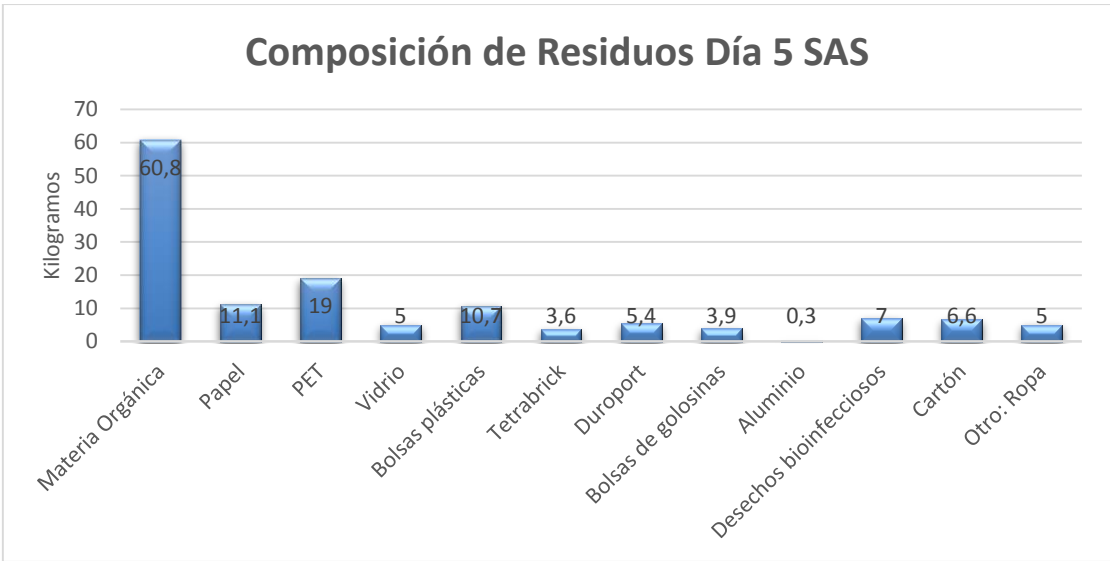
## Anexo 7. Composición de Residuos Sólidos San Andrés Semetabaj obtenida por medio de Encuestas.



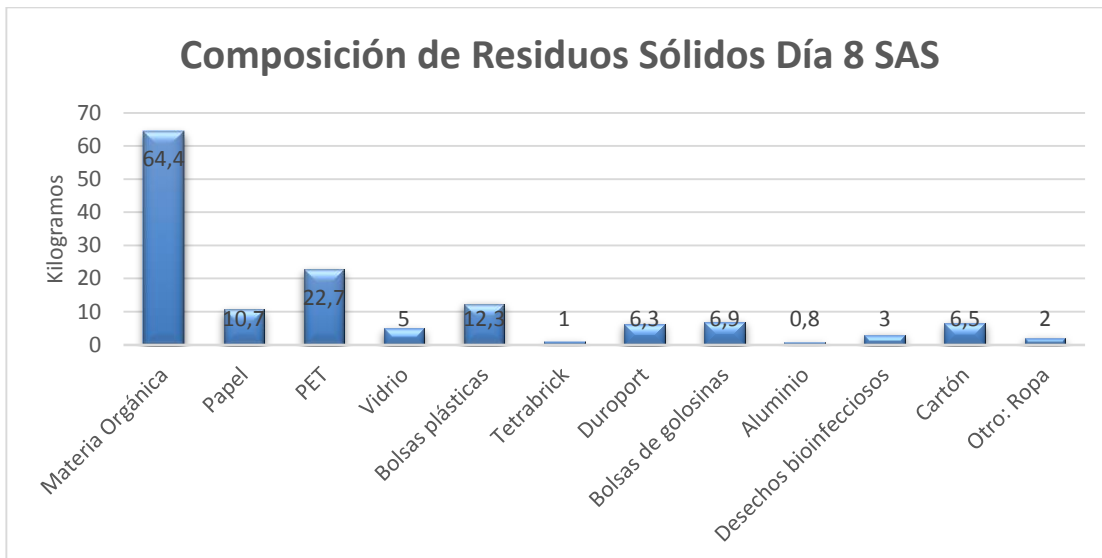
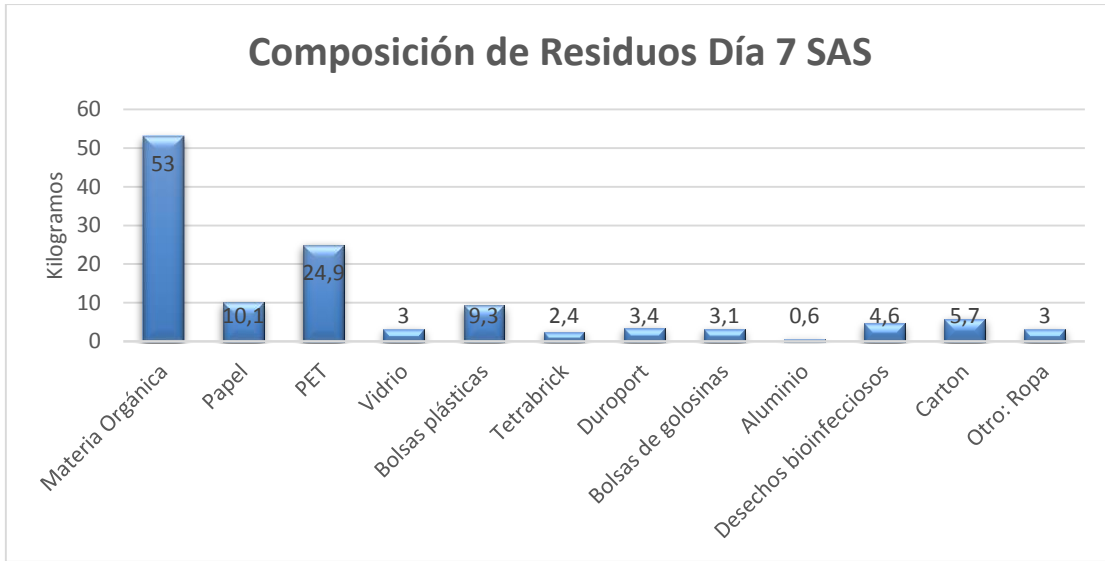
## Anexo 8. Composición de Residuos Sólidos por Día en San Andrés Semetabaj.











## **Anexo 9. Otras actividades realizadas**

- Topografía en San Lucas Tolimán, para definir el área de instalación de plantas potabilizadoras.
- Visita técnica a basurero clandestino Picacho.
- Visita técnica a planta de tratamiento de residuos sólidos de San José Chacaya.
- Jornada de limpieza en la carretera de Sololá a Panajachel.
- Tabulación de datos recabados para la elaboración del Plan Maestro de aguas residuales y agua potable.
- Caracterización de nacimientos y tanques de agua potable de Concepción, San José Chacaya y la Aldea Cerro de Oro.
- Intercambio de experiencia con Mancuerna sobre el manejo de planta de residuos sólidos en San Marcos.
- Apoyo técnico a Pro-Atitlán
- Caracterización de botadero Pamuch, Panajachel
- Caracterización del Vertedero Rey Tepepul, Santiago Atitlán
- Planificación Jornada de limpieza, San Juan La Laguna

**Anexo 10. Costo de operación de la planta de tratamiento de desechos sólidos**

Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Total
Encargado de la Planta	1	persona/mes	Q.1,500.00	Q.1,500.00
Clasificadores de Inorgánicos	2	persona/mes	Q.1,000.00	Q.2,000.00
Encargados Material Orgánico	2	Persona/mes	Q.1,000.00	Q.2,000.00
Encargado de Almacenamiento	1	Persona/mes	Q.1,000.00	Q.1,000.00
Guardián	1	Persona/mes	Q.1,000.00	Q.1,000.00
			<b>Subtotal</b>	<b>Q.7,500.00</b>
Tren de aseo				
Piloto de camión	1	Persona/mes	Q.1,500.00	Q.1,500.00
Ayudantes	2	Persona/mes	Q.1,000.00	Q.2,000.00
Combustible	70	Galones/mes	Q.20.00	Q.1,400.00
Imprevistos			Q.500.00	Q.500.00
			<b>Subtotal</b>	<b>Q.5,400.00</b>
			<b>Total</b>	<b>Q.12,900.00</b>

**Anexo 11. Fotografías**

Realización de Encuesta, San Andrés Semetabaj.



Área destinada para la Construcción de la Planta de tratamiento de desechos Sólidos.



### Topografía del Área a construir.



### Caracterización de basura en San Andrés Semetabaj.



Pesaje de basura de una vivienda en San Andrés Semetabaj.

