

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS  
ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO  
MAESTRÍA EN FORMULACIÓN Y EVALUACIÓN DE PROYECTOS**

**Estudio de prefactibilidad para la implementación municipal de un programa de recolección de residuos sólidos urbanos en Sanarate, El Progreso.**

**Informe final de tesis para la obtención del grado de Maestro en Formulación y Evaluación de Proyectos con base en el normativo para la elaboración de la Tesis de Grado y Examen General de Graduación de la Escuela de Estudios de Postgrado del 4 de febrero de 1993.**

**Ing. Jairo Omar Cifuentes Morales**

**Guatemala, noviembre de 2006.**

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS  
ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO  
MAESTRÍA EN FORMULACIÓN Y EVALUACIÓN DE PROYECTOS**

**Estudio de prefactibilidad para la implementación municipal de un programa de recolección de residuos sólidos urbanos en Sanarate, El Progreso.**

**Informe final de tesis para la obtención de Maestro en Formulación y Evaluación de Proyectos con base en el normativo para la elaboración de la Tesis de Grado y Examen General de Graduación de la Escuela de Estudios de Postgrado del 4 de febrero de 1993.**

**PROFESOR CONSEJERO: Dr. Adolfo Narciso Gramajo Antonio**

**Postulante            Ing. Jairo Omar Cifuentes Morales**

**Guatemala, agosto de 2006**

**HONORABLE JUNTA DIRECTIVA  
DE LA FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS  
DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

Decano	Lic. José Rolando Secaida Morales
Secretario	Lic. Carlos Roberto Cabrera Morales
Vocal primero	Lic. Canton Lee Villela
Vocal segundo	Lic. Mario Leonel Perdomo Salguero
Vocal tercero	Lic. Juan Antonio Gómez Monterroso
Vocal cuarto	P.C. Efrén Arturo Rosales Álvarez
Vocal quinto	P.C. Deiby Boanerges Ramírez Valenzuela

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL  
DE TESIS SEGÚN ACTA No. 39-2006 DEL 27 DE NOVIEMBRE DE 2006.**

Director de la Escuela	Lic. MAI. Santiago Alfredo Urbizo Guzmán
Secretario	Ing. Agr. MSc. Hugo Romeo Arriaza Morales
Vocal I	Ing. Msc. César Vermin Tello Tello
Vocal II	Ing. Agr. Msc. Mario Norberto López Rodríguez
Vocal III	Dr. Francisco Ramírez

## **ACTO QUE DEDICO**

A DIOS

Luz que ha iluminado el sendero de mi vida.

A MI ABUELA, CÁNDIDA ROSA CONTRERAS DE MORALES (Q. E. P. D.)

Por enseñarme desde niño el amor a la vida.

A MI ABUELO, LUIS MORALES CASTRO

Por enseñarme a tomar decisiones firmes.

A MI MADRE, VITA GUEDALEA MORALES CONTRERAS

Ser a quien debo su esfuerzo, amor y mi vida.

A MIS AMIGOS, RENALDO GIRÓN, LUIS ALFREDO MENDOZA.

Quienes gracias a sus consejos y apoyo, de alguna forma han contribuido a alcanzar esta meta.

A MIS COMPAÑEROS DE LA MAESTRÍA DE FORMULACIÓN Y EVALUACIÓN DE PROYECTOS

Por los conocimientos profesionales aportados en cada área de especialización y por los gratos momentos compartidos durante todo el período académico.

A LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

Casa máxima de estudios a la que debo mi formación profesional.

## CONTENIDO

Resumen Ejecutivo

Introducción

<b>CAPÍTULO I</b> .....	1
<b>1. IDENTIFICACIÓN DEL PROYECTO</b> .....	1
1.1. Antecedentes.....	1
1.2. Problema a resolver.....	4
1.4. Justificación .....	10
1.5. Metodología para formular y evaluar el proyecto.....	11
1.6. Marco teórico conceptual .....	11
1.7. Alternativas de solución .....	18
1.8. Planta de incineración.....	21
1.9. Análisis de alternativas .....	22
1.10. Limitaciones de las alternativas para tratamiento de los RSU .....	23
1.11. Resumen identificación del proyecto .....	25
<b>CAPÍTULO II</b> .....	27
<b>2. ESTUDIO DE MERCADO</b> .....	27
2.1. El Servicio en el mercado .....	27
2.2. Área de mercado .....	29
2.3. Análisis de la demanda .....	32
2.4. Oferta para tratamiento de Residuos Sólidos Urbanos .....	35
2.5. Comportamiento de los precios .....	36
2.7. Resumen estudio de mercado.....	39
<b>CAPÍTULO III</b> .....	40
<b>3. ESTUDIO TÉCNICO</b> .....	40
3.1. Tamaño de la planta .....	40
3.2. Localización.....	41
3.3. Proceso de producción .....	42
3.4. Descripción de instalaciones .....	50
3.5. Procedimientos previos a la instalación de la planta .....	58
3.6. Resumen estudio técnico .....	58
<b>CAPÍTULO IV</b> .....	60
<b>4. ESTUDIO LEGAL Y ADMINISTRATIVO</b> .....	60
4.1. Figura legal .....	60

4.2.	Aspectos legales y fiscales .....	61
4.3.	Estudio administrativo .....	67
5.3.	Resumen estudio legal y administrativo .....	85
<b>CAPÍTULO V .....</b>		<b>86</b>
5.	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL .....</b>	<b>86</b>
5.1.	Identificación del área de influencia .....	86
5.3.	Infraestructura y servicios cercanos al área del proyecto .....	91
5.4.	Identificación y valoración de los impactos .....	92
5.5.	Riesgos amenazas y planes de contingencia.....	97
5.6.	Normas de seguridad generales .....	99
5.7.	Plan de manejo ambiental.....	101
5.8.	Resumen del estudio de impacto ambiental.....	101
<b>CAPÍTULO VI.....</b>		<b>103</b>
6.	<b>ESTUDIO FINANCIERO.....</b>	<b>103</b>
6.1.	Ingresos .....	103
6.2.	Costos .....	108
6.3.	Depreciaciones.....	128
6.4.	Supuestos financieros .....	131
6.5.	Valor Actual Neto .....	132
6.6.	Análisis de sensibilidad .....	137
6.7.	Resumen estudio financiero.....	139
<b>CAPITULO VII.....</b>		<b>141</b>
<b>Conclusiones .....</b>		<b>141</b>
<b>Recomendaciones.....</b>		<b>143</b>
<b>Bibliografía.....</b>		<b>144</b>
<b>Glosario</b>		<b>146</b>
<b>Anexos</b>		<b>151</b>

## Índice de Cuadros

Cuadro 1. 1	Análisis de involucrados	3
Cuadro 1. 2	Matriz de Marco Lógico	7
Cuadro 1. 3	Matriz de Marco Lógico	8
Cuadro 1. 4	Matriz de Marco Lógico	9
Cuadro 1. 5	Composición de los materiales inorgánicos	17
Cuadro 2. 1	Proyección de la distribución de población urbana y rural	35
Cuadro 3. 1	Consumo de agua potable	55
Cuadro 3. 2	Demanda de energía eléctrica por hora	56
Cuadro 3. 3	Consumo de combustible Diesel	56
Cuadro 3. 4	Sistema de comunicación	58
Cuadro 4. 1	Personal requerido para la planta de tratamiento de RSU	68
Cuadro 4. 2	Planilla del personal para la planta de tratamiento de RSU	70
Cuadro 6. 1	Ingresos para la planta de tratamiento de RSU	106
Cuadro 6. 2	Valor de rescate de equipos depreciados	107
Cuadro 6. 3	Inversión inicial para la planta de tratamiento de RSU	114
Cuadro 6. 4	Inversión Inicial para la planta de tratamiento de RSU	115
Cuadro 6. 5	Inversión Inicial para una planta de incineración	116
Cuadro 6. 6	Calendario de inversión para la planta de tratamiento de RSU (Alternativa 2). Cifras en miles de Quetzales.	118
Cuadro 6. 7	Inversión inicial	120
Cuadro 6. 8	Costos de Producción de la planta de tratamiento de RSU	121
Cuadro 6. 9	Costos de Producción de la planta de tratamiento de RSU	122
Cuadro 6. 10	Costos de Administración de la planta de tratamiento de RSU	125
Cuadro 6. 11	Costos de Ventas de la planta de tratamiento de RSU	127
Cuadro 6. 12	Depreciaciones de activos fijos para la planta de tratamiento de RSU (Costos en Quetzales)	129
Cuadro 6. 13	Valores residuales de activos fijos para la planta de tratamiento de RSU (Valor en libros). Costos en Quetzales.	130
Cuadro 6. 14	Riesgo de mercado para empresas dedicadas al tratamiento de RSU	131

Cuadro 6. 15 Valor Actual Neto y Tasa Interna de Retorno Alternativa 1, Con inflación-----	133
Cuadro 6. 16 Valor Actual Neto y Tasa Interna de Retorno Alternativa 2, Con inflación-----	134
Cuadro 6. 17 Valor Actual Neto y Tasa Interna de Retorno Alternativa 3, Con inflación-----	135
Cuadro 6. 18 Valor Actual Neto y Tasa Interna de Retorno Alternativa 4, Con inflación-----	136
Cuadro 6. 19 Análisis de sensibilidad para Alternativa 2 -----	137
Cuadro 6. 20 Resumen de Análisis Financiero-----	140

## Índice de Figuras

Figura 1. 1 Organigrama de Puestos del municipio de Sanarate_____	4
Figura 1. 2 Árbol de problemas _____	6
Figura 1. 3 Proporción de los residuos según su utilización _____	17
Figura 2. 1 Contraste entre personas que estudian y trabajan por hogar _____	31
Figura 2. 2 Contraste entre Número de Trabajadores y Precio del Servicio _____	32
Figura 3. 1 Macrolocalización del proyecto para tratamiento de RSU _____	42
Figura 3. 2 Microlocalización del proyecto para tratamiento RSU _____	44
Figura 3. 3 Cadena de Eliminación de RSU _____	47
Figura 3. 4 Estrategia de producción e inventario _____	49
Figura 3. 5 Vista en planta del área de tratamiento de RSU en Sanarate _____	51
Figura 3. 6 Isométrico del área de tratamiento de RSU en Sanarate _____	52
Figura 4. 1 Organigrama de la planta de tratamiento y disposición final de RSU _____	71
Figura 5. 1 Matriz de Leopold para una planta de tratamiento de RSU en Sanarate. _____	93
Figura 6. 1 Distribución normal del VAN _____	138

## Índice de Anexos

### Anexo 1. Resultados Estudio de mercado

Figura A.1. 1	Pregunta 1 ¿Cree que el servicio de extracción de RSU es bueno?.....	151
Figura A.1. 2	Pregunta 2 ¿Cuánto estaría dispuesto(a) a pagar por el servicio de extracción de RSU? .....	151
Figura A.1. 3	Pregunta 3 ¿Dónde piensa que existe mayor contaminación por RSU?.....	152
Figura A.1. 4	Pregunta 4 ¿Con qué frecuencia recogen los RSU en su casa?.....	152
Figura A.1. 5	Pregunta 5 ¿Usaría bolsas de colores para separar los desechos de su casa? ....	153
Figura A.1. 6	Pregunta 6 ¿Cuál sería la mejor forma para divulgar un programa de control de desechos en Sanarate? .....	153
Figura A.1. 7	Pregunta 7 ¿Cree que el problema de desechos debe resolverlo la Municipalidad o todos en Sanarate? .....	154
Figura A.1. 8	Pregunta 8 ¿Cree que la gente está consciente del problema de contaminación en Sanarate?.....	154
Figura A.1. 9	Pregunta 10 ¿Conoce donde está el relleno sanitario de Sanarate? .....	155
Figura A.1. 10	Pregunta 11 ¿Cree que está en buena ubicación?.....	155
Figura A.1. 11	Pregunta 13 ¿Cuántos miembros viven en su hogar? .....	156
Figura A.1. 12	Pregunta 14 ¿Cuántos trabajan? .....	156
Figura A.1. 13	Pregunta 15 ¿Cuántos estudian?.....	157
Figura A.1. 14	Pregunta 16 ¿Tiene teléfono? .....	157
Figura A.1. 15	Pregunta 18 ¿Tiene automóvil o moto? .....	158
Figura A.1. 16	Pregunta 19 ¿Cuántos años tiene?.....	158
	Instrumento de medición (Encuesta) 1 .....	159

### Anexo 2 Resultados Estudio Técnico

Cuadro A.2. 1	Proyección de población en Sanarate .....	160
Cuadro A.2. 2	Proyección de generación de RSU en Sanarate. ....	161
Alternativa 1.	Cálculo de Relleno Sanitario (enterrando el 100%).....	162

### Anexo 3 Resultados Estudio Legal y Administrativo

Cuadro A.3. 1	Obligaciones patronales. ....	165
---------------	-------------------------------	-----

## **Resumen Ejecutivo**

Este proyecto consiste en la implementación de un programa para manejo de Residuos Sólidos Urbanos (RSU) en Sanarate, El Progreso, que satisfaga las necesidades de manejo y tratamiento apropiado de los RSU; así como de orientar a la población sobre los beneficios de un ambiente limpio. El proceso de tratamiento de residuos sólidos está orientado hacia la transformación de la materia orgánica en abono y los materiales inorgánicos en material para reciclaje; y compartir con la población los beneficios de un ambiente limpio y sin riesgos de enfermedades por la ausencia de higiene ambiental.

Partiendo de un análisis de involucrados y del árbol de problemas se encontró que el problema centra es “la falta de un programa adecuado para la recolección y tratamiento de RSU”, a través de este análisis de causas y efectos se elaboró la matriz de marco lógico para asignar las tareas derivadas de cada uno de los objetivos.

El estudio de mercado permitió analizar los principales factores que influyen con el producto y servicio en el mercado, así mismo se estableció como área de mercado el municipio de Sanarate y sus aldeas a través de las cuales se encontró las proporciones de población de origen urbano y rural para realizar una proyección a 20 años, que será el horizonte del proyecto. Se analizó la demanda a través de una encuesta que aportó datos cualitativos y cuantitativos muy importantes para la realización de este proyecto. Para realizar esta investigación primero se determinó el tamaño de muestra, necesario para obtener un 10% de error y se encontró que se debían visitar 65 casas en Sanarate, pero por aspectos prácticos se realizó en 100 viviendas. Según el análisis de la oferta se encontró que se está atendiendo únicamente al 23% de la población sanarateca, lo que deja la oportunidad para atender al 77% y brindar junto con el servicio privado actual de extracción de RSU.

Para que el estudio técnico fuera efectivo se consideraron diferentes aspectos operacionales como la separación de materiales inorgánicos, producción de abono a través de la descomposición de la materia orgánica y entierro de aquellos materiales inorgánicos que no puedan reciclarse, lo anterior integrado con un sistema administrativo que haga eficiente el proceso productivo y promueva el compromiso y participación de la población sanarateca para garantizar un manejo apropiado de los recursos y mejoras al ambiente.

Se estableció que lo más apropiado es reubicar el lugar de descarga de los residuos sólidos hacia una planta de tratamiento de RSU, ubicada a 2 kilómetros de Nuevo Amatillo a un costado de la carretera que conduce hacia Pila Escondida, ambas poblaciones del municipio de Sanarate. Se realizó la selección de este lugar como punto de gravedad para realizar cuatro rutas de recolección de RSU y disminuir la distancia de transporte hacia la planta de tratamiento. Ver Figura 3.2., en este lugar se procesarán 23.87 toneladas métricas de RSU diariamente. La planta de tratamiento permitirá aprovechar al máximo lo que otros consideran desecho y que en lugar de ser eliminado completamente será procesado para asegurar la sostenibilidad del proyecto y mejorar la calidad de vida de la población. Para realizar esta labor se contará con maquinaria, equipo, instalaciones y servicios básicos; necesarios para que la planta preste un servicio eficiente en las diferentes áreas de trabajo.

El estudio legal y administrativo analiza aquellos aspectos relacionados con la construcción y operación de las instalaciones que permitan un manejo apropiado de los residuos sólidos. Aunque la fase de operación es la última en implementarse, no se perdió de vista los aspectos legales que se relacionan con el proceso administrativo (salarios, prestaciones, contratos, horarios, etc.), por lo que se elaboró una estructura organizativa con los perfiles requeridos para el reclutamiento de personal.

Algo que se debe destacar es la formación autónoma de la administración a través de un Fideicomiso de Administración por medio de alguno de los bancos del sistema, quien se encargará de realizar los pagos de salarios y deudas que la entidad haya adquirido en cualquiera de sus fases, así mismo administrará los ingresos para reinversión y operación.

Consciente de la realidad ambiental relacionada con los RSU y en busca de reconocimientos positivos, se plantearon las medidas de mitigación y el plan de manejo ambiental para los posibles impactos negativos que pueda generar el proyecto. Así mismo, se elaboraron los planes de contingencia, de seguridad industrial y normas de seguridad e higiene para fortalecer la salubridad y garantizar la seguridad humana.

Todos los factores abordados finalmente se interrelacionaron para efectuar la evaluación financiera del proyecto. Para el cálculo del Valor Actual Neto -VAN- y Tasa Interna de Retorno -TIR-, se plantearon 4 alternativas: La primera para enterrar el 100% de los RSU; la segunda para producir abono del 70% de la materia orgánica, separar 20% de los materiales inorgánicos reciclables y enterrar el 10% restante; la tercera para producir 70% de abono, incinerar el 20% de materia inorgánica reciclable, 7.5% de no reciclable, y enterrar el resto; y la cuarta trabajar en las mismas proporciones que la tercera pero pagando un servicio de incineración externo. Los resultados obtenidos de la evaluación de las 4 alternativas, determinaron que la número 2 resulta ser financieramente más atractiva con un VANF = Q 18,103,395.30, TIRF = 52.2842% y BF/CF = 1.62.

El Cuadro 6.20 muestra el resumen de las alternativas y sus respectivos indicadores, se operaron las alternativas con una tasa de descuento de 25.93%, riesgo de mercado 1.12 y 20 años como horizonte del proyecto.

Finalmente dentro del análisis de sensibilidad y en los escenarios, se disminuyó el valor del punto de corte ( $VAN=0$ ), se disminuyó la variable ingresos (*ceteris paribus*), y aumentó la variable de egresos (*ceteris paribus*), el resultado de la evaluación encontró los valores mínimos y máximos para el VANF respectivamente donde el proyecto únicamente recupera la inversión (valores límite), una prueba de simulación Montecarlo evaluada con iteraciones produjo 10,000 escenarios entre pesimistas y optimistas con la probabilidad de éxito del 67%, y una media del VANF con un valor positivo de Q 18,278,734.38. Esto indicó que el proyecto sigue siendo rentable, por lo que bajo el modelo planteado financieramente sí conviene ejecutarlo.

## Introducción

En Guatemala existe una red de empresas que venden, compran y utilizan una gran cantidad de residuos que se producen por la compra de artículos de consumo diario, regalos, actividades mercantiles en general y/o actividades de producción. Sin embargo aún se mantiene un alto índice de residuos producidos que no tienen un canal alternativo de empleo eficiente.

Al país ingresa gran cantidad de materias primas y productos terminados que complementan la fabricación de otros productos para consumo local. Todos estos bienes llegan a los consumidores de Sanarate departamento de El Progreso; a través de una red de comercialización bien establecida. Sin embargo los consumidores están poco conscientes de los riesgos implicados en el manejo y disposición final de residuos y existe poco conocimiento sobre programas de reciclaje.

Con relación a la gestión y el manejo de los residuos provenientes de las actividades humanas, éstos pueden llegar a afectar seriamente la salud humana y tener una influencia negativa sobre el medio ambiente, si no son manejados correctamente. El primer paso para desarrollar estrategias de manejo de residuos domiciliarios es contar con un diagnóstico sobre la situación actual y un estudio relacionado con generación y disposición final. En tal sentido, se ha desarrollado el presente trabajo dentro del municipio de Sanarate, llamado: “Estudio de prefactibilidad para la implementación municipal de un programa de recolección de residuos sólidos urbanos en Sanarate, El Progreso”.

Por lo tanto este estudio contempla la realización de un diagnóstico de la situación actual y la implementación de un sistema de recolección y disposición final de RSU, que satisfagan la necesidad de mejorar la calidad del ambiente y disminuir la proliferación de plagas y enfermedades.

En general este estudio está compuesto de ocho capítulos, el CAPÍTULO I, lo compone la identificación del problema, tiene como fin el análisis de los antecedentes, la identificación del problema, los objetivos y la justificación; la exposición o análisis de las teorías y enfoques conceptuales utilizados para fundamentar el desarrollo del proyecto.

El CAPÍTULO II comprende el estudio de mercado, el cual busca obtener la visión del comportamiento de la oferta y demanda de servicios de recolección de RSU en los hogares, precios y el área de mercado que abarca, con el fin de determinar la existencia de alguna necesidad insatisfecha en el mercado, y conocer la aceptación o rechazo del servicio.

El CAPÍTULO III es el estudio técnico, el cual presenta los datos relacionados con tamaño, localización y capacidad de una planta de tratamiento de RSU, proceso de tratamiento de residuos sólidos, insumos principales y secundarios, productos principales y descripción de instalaciones. De los resultados del estudio se derivarán las alternativas técnicas de solución del problema a evaluar con los demás estudios.

El CAPÍTULO IV se refiere al estudio legal y administrativo, hace un análisis de la legislación guatemalteca, que puede influir directa o indirectamente en el correcto y legal funcionamiento de la planta de tratamiento de residuos sólidos. El estudio administrativo propone un organigrama y una cuantificación correcta de recurso humano necesario, las descripciones de los puestos y los perfiles necesarios.

El CAPÍTULO V es el estudio de impacto ambiental, el cual permite determinar e identificar los diferentes impactos ambientales potenciales y definir las respectivas medidas de mitigación y los planes de contingencia necesarios que el proyecto pueda originar en el entorno o medio ambiente durante sus fases de construcción y operación.

El CAPÍTULO VI presenta el estudio financiero, en el cual se efectúan los cálculos de los diferentes costos e ingresos respectivos necesarios para la ejecución del proyecto. Para la estimación de los ingresos fue necesario considerar el crecimiento de la población, la tarifa para servicio de extracción de RSU, la venta de materiales separados y compost. Adicionalmente existen otros ingresos por servicios especiales y por pago del derecho por entrada al vertedero. Por otra parte están los costos: inversión inicial, costos de operación, costos de administración y costos de ventas, depreciaciones e ingresos, entre los cuales se efectúan las estimaciones y cálculos. Así mismo, se elaboró el estado de resultados, para finalmente evaluar la aceptación o rechazo del proyecto, a través de los indicadores VAN, TIR, Relación Beneficio-Costo y Análisis de Sensibilidad.

El CAPÍTULO VII integra las conclusiones, recomendaciones y bibliografía propuestas con base a los resultados del presente estudio.

Luego de integrar toda la información, en la parte de anexos se incluyen datos y cálculos adicionales complementarios para el lector.

## CAPÍTULO I

---

### 1. IDENTIFICACIÓN DEL PROYECTO

---

A continuación se presenta la identificación del proyecto dando a conocer los antecedentes del problema a resolver, y determinando el problema principal a través del árbol de problemas para realizar un plan de acción en función de los objetivos y actividades con la ayuda del Marco Lógico. También se explica la metodología para evaluar el proyecto, se redacta el marco teórico y se formulan las alternativas de solución.

#### 1.1. Antecedentes

Actualmente la Municipalidad de Sanarate cuenta con una oficina técnica de desarrollo para administrar y supervisar algunos proyectos sobre aquellas inversiones realizadas con el fin de mejorar las condiciones de vida de sus habitantes. Se ha establecido a través de entrevistas con algunos habitantes del lugar que la ciudad crece sin que algunos de los servicios municipales sean atendidos adecuadamente, por lo que esto puede presentar una oportunidad para involucrar a la municipalidad y pobladores con el fin de establecer un programa de control de Residuos Sólidos Urbanos en la región.

La “Estrategia de reducción de la pobreza departamental” emitida por las oficinas de la SEGEPLAN<sup>1/</sup> de El Progreso en el 2003<sup>2/</sup>, tenía al sector de medio ambiente dentro de sus objetivos estratégicos, a ejecutarse a partir del 2004. Hasta ahora el programa sigue en marcha, pero no se ha propiciado la creación de plantas de tratamiento de RSU.

---

<sup>1/</sup> SEGEPLAN: Secretaría General de Planificación

<sup>2/</sup> Fuente: Bibliografía #14.

Además se han realizado publicaciones financiadas por la Agencia de Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID)<sup>3/</sup>, a través de PROARCA<sup>4/</sup> SIGMA<sup>5/</sup>, en apoyo a la agenda de la Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo (CCAD), en el contexto de CONCAUSA<sup>6/</sup>, (la declaración Conjunta entre Centroamérica y Estados Unidos, Miami octubre de 1994) sobre la conservación del ambiente en Centroamérica. En estas publicaciones sobre el manejo de residuos en Guatemala se establece qué tipo y proporciones de residuos son eliminados por la población.

El Cuadro 1.1 muestra los grupos involucrados en el desarrollo de la investigación, sus intereses y la estrategia que podría seguirse para obtener mejor provecho de sus intervenciones.

---

<sup>3/</sup> USAID: United States Agency International Development, por su siglas en inglés.

<sup>4/</sup> PROARCA: Programa Ambiental Regional para Centro América.

<sup>5/</sup> SIGMA: Sistemas de Gestión para el Medio Ambiente.

<sup>6/</sup> CONCAUSA: Declaración Conjunta entre Centro América y Estados Unidos.

Cuadro 1. 1 Análisis de involucrados

Involucrados	Tipo C-I-A	Interés en el proyecto	Medidas a tomar
Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales	C	Dar a conocer las directrices para dirigir y controlar el proyecto	Contactar y adquirir la información procedente del Ministerio
Municipalidad	C	Conocer y monitorear el éxito del proyecto	Informar sobre los beneficios esperados del proyecto
COCODEs <sup>7/</sup>	I	Conocer la necesidad comunitaria sobre tratamiento de residuos.	Recepción de solicitudes de lugares que necesitan ayuda con residuos
Oficina técnica de desarrollo	I	Autorizar la alternativa de solución para el tratamiento de residuos sólidos.	Presentarles el estudio de prefactibilidad con la solución óptima
Servicio municipal de recolección de residuos	A	Delegar la función de recolección de residuos	Recomendar a la municipalidad su reubicación
Población Sanarateca	I	Colaborar con la municipalidad para alcanzar el objetivo del proyecto	Realizar campaña de sensibilización para el tratamiento de residuos sólidos.
Vecinos a Sanarate <sup>8/</sup>	A	Conocer los beneficios del sistema	Promover los beneficios del servicio de extracción de RSU.
Mercados	I	Colaborar con la municipalidad para alcanzar el objetivo del proyecto	Dirigir un plan de aseo y ordenamiento para control de residuos sólidos.
Comercios	I	Colaborar con la municipalidad para alcanzar el objetivo del proyecto	Orientar para que ellos promuevan el correcto uso de los residuos sólidos.
Servicio privado de recolección de residuos	I	Presentan la oferta de servicio de extracción de residuos	Dar a conocer el programa de ejecución del proyecto

Nota:

C = Controla el éxito del proyecto

I = Influye en el éxito del proyecto

A = Aprecia los resultados del proyecto

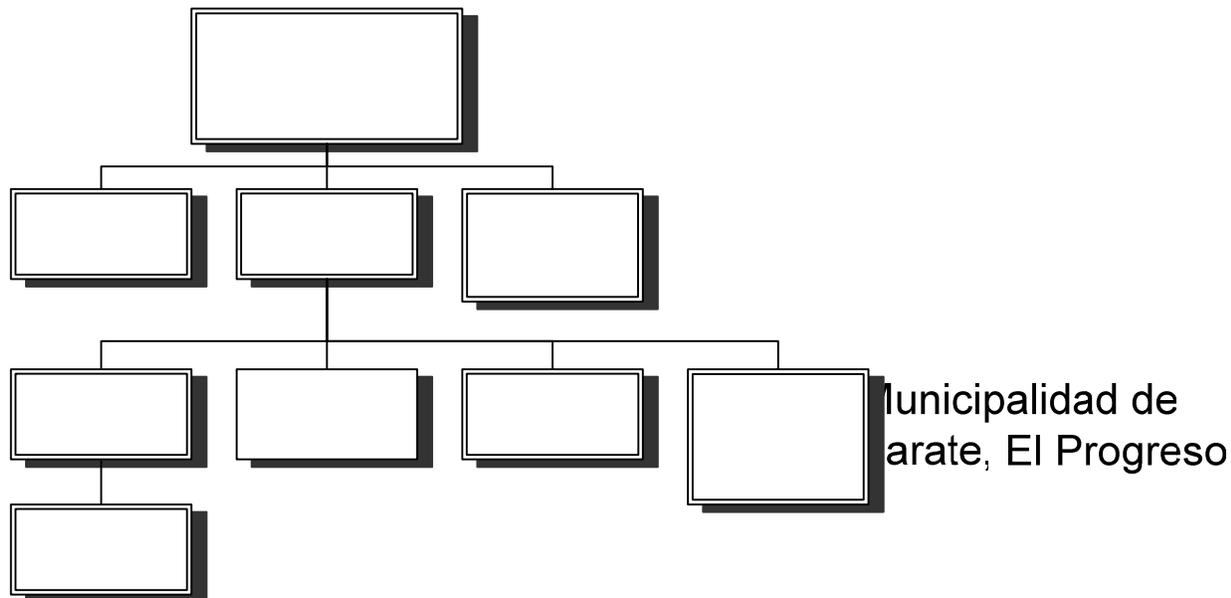
Fuente: Elaboración propia con base al análisis del problema.

Dichos involucrados se encuentran organizados como lo muestra la Figura 1.1 Organigrama de Puestos.

<sup>7/</sup> COCODEs: Plural de Consejo Comunitario de Desarrollo.

<sup>8/</sup> Los vecinos a Sanarate serán aquellas aldeas y caseríos cercanos que pertenecen a otra jurisdicción municipal.

Figura 1. 1 Organigrama de Puestos del municipio de Sanarate



Fuente: Elaboración propia con base al análisis del problema e involucrados.

Oficina Técnica  
de Desarrollo

COCODEs

## 1.2. Problema a resolver

En Sanarate, El Progreso, el servicio de recolección de RSU no atiende a toda la población, pues algunos de ellos deciden hacerlo personalmente, dejando los RSU en lugares inadecuados. Esto ha originado “basureros clandestinos”; entre las causas de su origen están los ingresos bajos de población, y la falta de regulación en terrenos municipales o privados.

Población

Mercados

Por otra parte están los terrenos de FEGUA<sup>9</sup>, los cuales son propicios para que tiren los RSU aquellas personas que no quieren pagar por el servicio de extracción de RSU, para este lugar se ha observado que no existe control, multas o llamadas de atención.

sanarateca

Sin embargo, algunos botaderos han sido regulados y casi eliminados por orden municipal para los oferentes del servicio de extracción de RSU, por originarse clandestinamente, pero algunos habitantes persisten en tirar los RSU en dichos sitios.

Vecinos a  
Sanarate

<sup>9</sup> FEGUA: Ferrocarriles de Guatemala.

La falta de organización comunitaria a través de los COCODEs y la falta de interés municipal por el mejoramiento del ambiente, conlleva a la falta de respeto a la ley; así también el desconocimiento de la importancia del medio ambiente y la falta de conciencia ambiental ocasionan que no existan propuestas para el tratamiento de RSU.

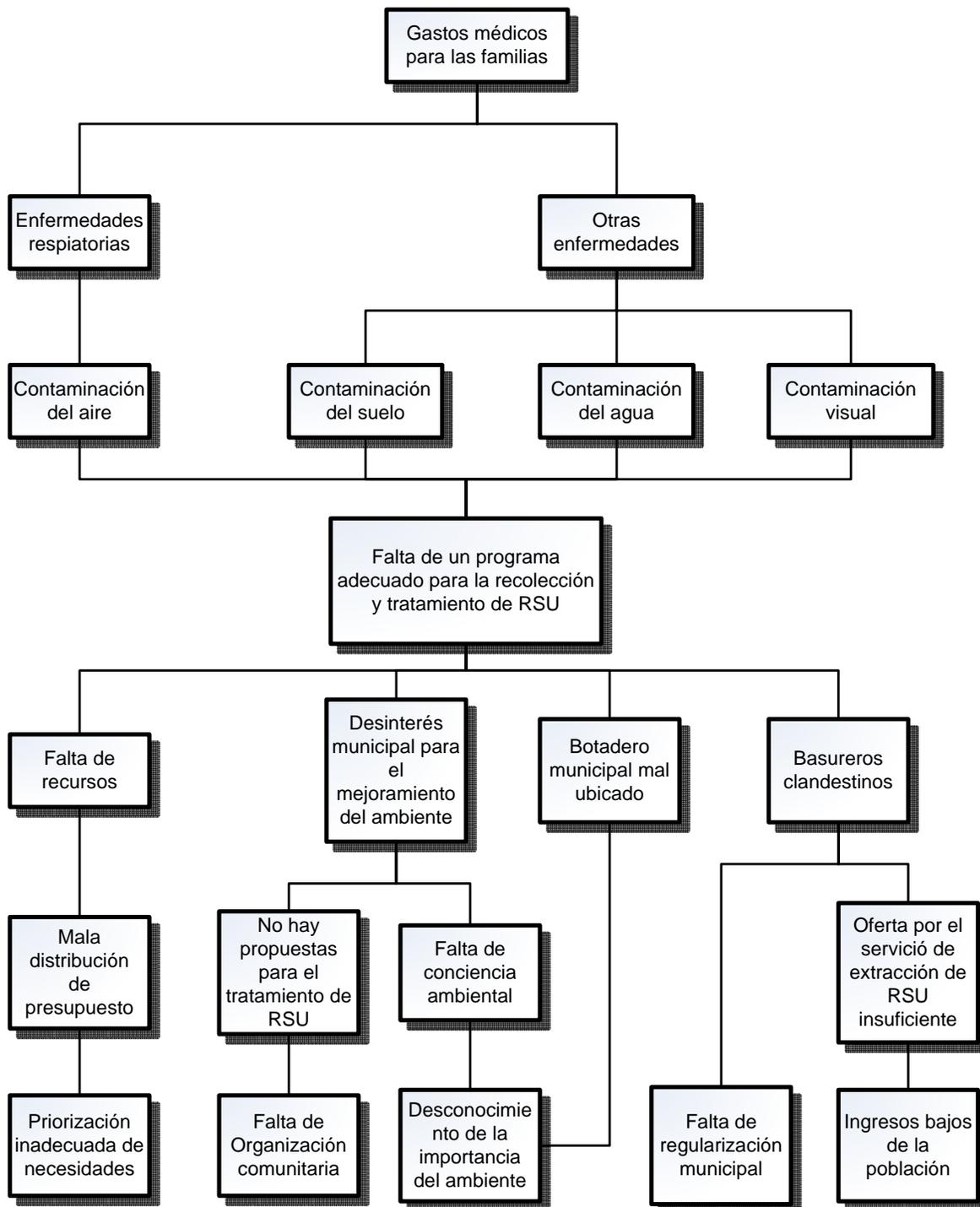
Se observado que se existe una inadecuada priorización de necesidades al construir canchas deportivas, salones comunales, etc.; esto ocasiona una mala distribución en el presupuesto que posteriormente dejarán sin recursos a otras actividades con mayor importancia.

Los residuos sólidos urbanos ocupan cada vez mayor espacio, aumentando de esta forma la contaminación visual del agua, del suelo y del aire. Algunas poblaciones del municipio, están recibiendo en las aguas del río Plátanos los lixiviados del botadero ubicado en la región llamada La Cumbre.

Por lo tanto no existe un sistema adecuado de recolección y tratamiento de Residuos Sólidos Urbanos.

El problema a resolver es analizado en la Figura 1.2 , donde en la parte inferior se muestra las causas y en la superior las consecuencias del problema principal. En el Cuadro 1.2 se realiza la propuesta de solución a través de la Matriz de Marco Lógico tal como se ve a continuación:

Figura 1. 2 Árbol de problemas



Fuente: Elaboración propia con base al análisis del problema

Cuadro 1. 2 Matriz de Marco Lógico

Resumen narrativo			
Actividades	Indicadores	Medios de verificación	Supuestos
Contribuir al mejoramiento de las condiciones de vida en el Municipio de Sanarate, a través de la reducción de la contaminación ambiental ocasionada por la disposición inadecuada de los RSU.	El número de habitantes con problemas respiratorios disminuye del año 2006 de 18.98%, a 15% en el año 2026. El número de habitantes con otras enfermedades producto de la contaminación disminuye del año 2005 de 20.99, a 18% en el año 2008.	Las estadísticas auditadas por el centro de salud de la ciudad son notificadas a la municipalidad sanarateca.	Que los centros de salud tengan estadísticas correctas y actualizadas.
Objetivo del Proyecto			
Establecer sosteniblemente un programa de control de residuos sólidos urbanos en la municipalidad de Sanarate, con la participación activa de los habitantes y autoridades del municipio.	Informe de manejo de residuos completo y recibido por la municipalidad sanarateca.	Copia del Acta de recepción recibida. Alternativa de manejo de residuos y disposición final aprobada.	Que la municipalidad de Sanarate esté de acuerdo con la estrategia del proyecto.
Objetivos específicos:			
1. Sensibilizar a la población sanarateca sobre el problema ambiental	Eliminación del 95% de los basureros clandestinos en los primeros 6 meses de implementado el programa. Aceptación del programa en un 95% de la población a los tres meses de iniciado el programa.	Monitoreo de campo. Sondeo dentro de una muestra representativa de la población.	La población y autoridades trabajan en forma organizada y con compromisos sociales y ambientales.
2. Diseño de un sistema de tratamiento de RSU	Documentos y planos.	La municipalidad aprueba la propuesta.	
3. Designar recursos para ejecución del proyecto	Compromisos de financiamiento obtenidos por parte de las autoridades municipales para las fases iniciales del Programa. El Gobierno Municipal hace la gestión y obtiene los recursos financieros para todo el programa en el primer trimestre del Programa	Estado de disponibilidad de fondos en la cuenta del Programa. Resolución municipal y contrato de financiamiento para el Programa de Manejo de RSU.	El Municipio dispone de recursos propios y con capacidad de endeudamiento.
4. Construcción del Centro Tratamiento de RSU y coordinación de la Implementación de componentes complementarios	Existe un contrato para la construcción de la obra con una firma calificada en el primer trimestre del programa de manejo de RSU. La obra es construida dentro del Cronograma y dentro presupuesto aprobado por parte del Concejo Municipal	Copia del Contrato para la construcción de la obra. Acta de recepción de obra	Existe el compromiso por parte de autoridades y vecinos para alcanzar las metas propuestas
5. Operar el Programa de Tratamiento de Residuos Sólidos Urbanos con enfoque de sostenibilidad en el horizonte del proyecto.	Estado de resultados de cada mes y estados financieros de cada año. Las metas de recolección y procesamiento son alcanzadas en un 90% de lo planeado.	Copia de los estados de resultados mensuales y otros estados financieros con la periodicidad apropiada Comparación entre las estadísticas de las metas propuestas para el programa y los resultados obtenidos.	

Fuente: Elaboración propia con base al análisis del problema.

Cuadro 1. 3 Matriz de Marco Lógico

Resumen narrative			
Actividades	Indicadores	Medios de verificación	Supuestos
1.1. Concientizar a las autoridades municipales sobre la importancia del mejoramiento del ambiente	Talleres de concientización para obtener la colaboración de las autoridades realizado. Proyecto en plena operación respondiendo a los objetivos del programa de manejo de RSU, al primer mes de la gestión del Programa de Manejo de RSU.	Informe de cada uno de los talleres realizados Acta del consejo expresando su beneplácito.	Autoridades, vecinos y trabajadores, responden a los compromisos contraídos y las normas internacionales y de convivencia social y ambiental
1.2. Socializar el programa de Manejo RSU con los vecinos.	En el primer mes de operación del programa se tendrá una estrategia que incluirá, 3 folletos educativos, contratos con radios locales para minutas informativas y la elaboración de un video. Los cuales estarán en operación en el primer trimestre del Programa de Manejo del RSU.	Colaboración mutua entre vecinos y personal de tratamiento de RSU.	
1.3 Establecer una estrategia para mejorar la relación con el vecino	Departamento de Servicio al Cliente creado, responsable de una comunicación y educación permanente de la población usuaria desde el inicio del Programa de Manejo de RSU.	Informe de creación y alcance de la oficina del servicio al cliente. Informes mensuales de actividades.	
2.1 Gestión de los terrenos necesarios en un rango de ubicación apropiada	Concejo Municipal obtiene y otorga derechos de usufructo de terrenos que cumplen con las expectativas técnicas, legales y ambientales del programa.	Copia de documentación municipal que otorga el inmueble.	
2.2. Licitación para diseño de ingeniería y componentes complementarios del Programa	En el primer trimestre de operación del Programa se tienen ofertas de empresas calificadas para la elaboración de Planos de construcción y de otros documentos técnicos.	Copia de las bases de licitación y listado de las empresas invitadas a licitar	
2.3. Licitación de la construcción de la planta.	Al menos tres empresas son invitadas a participar en la licitación para construir la infraestructura requerida por el programa de manejo de RSU	Copias de las bases de licitación. Copia de las notas de recepción de las empresas invitadas	
3.1. Gestión a lo interno del municipio de fondos para iniciar el programa de manejo de RSU.	Recursos financieros para operar planeamiento en el primer semestre del Programa obtenido.	Ingresos y egresos balanceados en la primera fase del Programa.	
3.2 Gestionar financiamiento de largo plazo para la construcción y puesta en marcha del Programa en el municipio	Fondos para cubrir los costos totales de la construcción del Programa y cubrir los costos operativos obtenidos, hasta lograr la sostenibilidad del mismo.	Contrato de financiamiento con entidad legalmente constituida. Fondos disponibles para su ejecución dentro de un cronograma aceptable	

Fuente: Elaboración propia con base al análisis del problema.

Cuadro 1. 4 Matriz de Marco Lógico

Resumen narrativo			
Actividades	Indicadores	Medios de verificación	Supuestos
4.1. Contratar la construcción de las obras necesarias para el programa	Se dispone inmediatamente de los recursos. Se hace la contratación de la empresa ganadora de la licitación	Copia del contrato firmado con empresa calificada y legalmente instituida en Guatemala	Autoridades, vecinos y trabajadores, responden a los compromisos contraídos y las normas internacionales y de convivencia social y ambiental
4.2 Hacer la supervisión y recepción de las obras dentro del cronograma y presupuesto acordado	Existe un contrato de supervisión con una entidad calificada para verificar el cumplimiento de los contratos de construcción, hasta la recepción final de la obra	Copias de contrato firmado con empresa supervisora. Copia de los informes periódicos de la supervisión	
5.1. Definir manual de procedimientos.	En el primer trimestre debe estar preparado el manual de procedimientos del Programa de Manejo de RSU	Control de producción y consumo de materias orgánicas e inorgánicas.	
5.2. Establecer Programa de capacitación.	La estrategia de capacitación en el primer trimestre está establecida. Programa al menos tres cursos anuales para todos los elementos del personal.	Copia de la estrategia de capacitación Copia del material técnico de cada uno de los cursos a impartir e informe de cada curso impartido con lista de participantes.	
5.3. Programa de supervisión y monitoreo	La estrategia de supervisión y monitoreo de personal y actividades en el primer trimestre está establecida. El 90% del personal está satisfecho con la estrategia de administración y operación del programa.	Copia de la estrategia de supervisión Resultados de las entrevistas con el 100% del personal del Programa.	
5.4. Establecer procesos administrativos eficientes	Las estrategias para lograr la sostenibilidad del programa está establecida. 100% del personal conoce y respeta las normas.	TIR igual o mayor que la TREMA Resultados de las entrevistas con el 100% del personal del Programa.	

Fuente: Elaboración propia con base al análisis del problema.

### **1.3.1. Objetivos de la investigación**

A continuación se presentan el objetivo general y específicos.

#### **1.3.1.1. General:**

Establecer la viabilidad de la puesta en marcha de una planta para el tratamiento de residuos sólidos urbanos en el municipio de Sanarate.

#### **1.3.1.2. Específicos:**

- Determinar la demanda insatisfecha para extracción de Residuos Sólidos Urbanos (RSU).
- Determinar la capacidad y tipo de proceso necesario para la planta de tratamiento de Residuos Sólidos Urbanos.
- Determinar los aspectos legales y fiscales que influirán en el funcionamiento del proyecto.
- Determinar la cantidad y cualidades del personal necesario para operación de la alternativa seleccionada.
- Identificar los impactos actuales y potenciales producidos al ambiente. Así como las respectivas medidas de mitigación.
- Comparar los indicadores financieros VAN, TIR y B/C para las alternativas tecnológicas propuestas para el manejo de RSU.
- Determinar el valor de la inversión inicial y costo de capital para la alternativa que cumpla con los requerimientos técnicos, legales, ambientales y financieros

### **1.4. Justificación**

Se ha observado que la población del municipio de Sanarate ha crecido y los servicios de extracción de RSU no han sido atendidos en su totalidad. Así mismo, el municipio cuenta con un servicio municipal para limpieza que se encarga únicamente de los sectores públicos, es decir para limpiar el parque, mercado municipal, algunas calles y avenidas; por otra parte está el servicio privado que atiende a la población cobrando una cuota mensual para extracción de los RSU de sus casas, pero que no tienen proyecciones de expansión hacia todo el municipio; tampoco existe un programa municipal de inducción que involucre al sector educativo o comercial y laboral para cuidar el ambiente y/o mantenerlo limpio.

El sistema actual de recolección de RSU utiliza como lugar de acopio un barranco alejado de la ciudad, el cual ocupa cada vez mayor espacio y también está creciendo desordenadamente. Este estudio servirá como referencia para posteriores alternativas sobre manejo de residuos.

## **1.5. Metodología para formular y evaluar el proyecto**

El presente estudio se inició con una investigación exploratoria y posteriormente se utilizó el método deductivo, con el cual se obtuvo información general relacionada con residuos sólidos, hasta llegar a definir una propuesta concreta para atender el problema.

### **1.5.1. Proceso de investigación**

La información recolectada fue de dos categorías:

- **Primaria:** Obtenida a través de entrevistas con personal médico, municipal y población de Sanarate quienes se encuentran relacionados directamente con el área de estudio.
- **Secundaria:** Obtenida a través de fuentes bibliográficas e Internet.

## **1.6. Marco teórico conceptual**

A continuación se presenta una serie de conceptos y elementos que ayudarán a entender la propuesta conceptual.

Inicialmente es importante aclarar que los residuos y los desechos se diferencian unos de otros, en algunos de los residuos es posible recuperar su valor energético, o materia para reciclaje y los desechos son aquellos de los cuales ya no es posible obtener nada.

### **1.6.1. El concepto de Residuo Sólido Urbano (RSU)**

Para efectos del presente estudio se establece que: residuos sólidos urbanos son los materiales en estado sólido que son generados por cualquier actividad en los núcleos de población o sus zonas de influencia, ya sea doméstico o de otras actividades generadoras.

### **1.6.2. Clasificación y Composición de los residuos sólidos**

Considerando los distintos orígenes de generación de los residuos dentro del núcleo urbano, éstos representan características diferentes y se pueden agrupar de la siguiente manera:

- **Residuos Domiciliarios:**

Son generados por las actividades del hogar y los pequeños establecimientos comerciales y productivos, siempre y cuando su cantidad y calidad sean semejantes a los residuos domiciliarios. Generalmente para su recolección requieren sólo bolsas o pequeños contenedores.

- **Residuos Voluminosos:**

También son del origen doméstico, pero su tamaño y volumen dificultan su traslado por los servicios de recolección de RSU (por ejemplo colchones, muebles, etc.), por lo que con frecuencia son abandonados clandestinamente.

- **Residuos Comerciales:**

Son los residuos producidos por las actividades de distribución de bienes de consumo, de compra y venta de productos. En esta categoría de residuos se consideran:

- Mercados y mataderos
- Actividades comerciales y de oficinas
- Depósitos de mercaderías, embalajes.

- **Residuos Sanitarios:**

Son resultado de actividades de los establecimientos de salud:

- Hospitales, clínicas, puestos de salud
- Laboratorios de análisis
- Farmacias e industrias vinculadas.

Estos residuos son altamente peligrosos porque contienen agentes patógenos y restos de sustancias químicas y medicamentos diversos. Tal vez los más peligrosos son aquellos que provienen de tratamientos radioactivos (sesio, cobalto, quimioterapia); o bien órganos o partes del cuerpo, lo cuales son fuente de riesgos biológicos.

- **Residuos de Construcción y Demolición:**

Proceden de obras de construcción, reparaciones domiciliarias y devastación de infraestructura, están compuestos de escombros, ladrillos, maderas, residuos de materiales de construcción, etc. Tampoco son manejables por los sistemas tradicionales de recolección de RSU.

- **Residuos de limpieza urbana:**

Se generan en grandes cantidades y derivan de actividades de mantenimiento de áreas públicas:

- Barrido de calles, parques y zonas recreativas
- Lodos y fangos procedentes de limpieza de alcantarillas, pozos sépticos, canales de drenaje, etc.
- Restos de podas, mantenimiento de áreas verdes.
- Recolección de animales muertos
- Abandono de vehículos

- **Residuos Industriales:**

Son generados por cualquier actividad industrial, necesitan recipientes adecuados para evitar su dispersión. Está prohibido su vertido en redes de alcantarillado público, en el suelo, en el subsuelo y en los cauces públicos. Pueden ser aceites, solventes químicos, etc.

La **composición y cantidad** de residuos sólidos producidos en una ciudad es muy variable y depende de muchos factores:

- **El nivel de vida de la población:** mientras más alto sea este producirá más cantidad de RSU porque el consumo será mayor. Sin embargo la cantidad de RSU per cápita en el municipio de Sanarate muestra que los barrios populares tienen un índice alto, no por los RSU sino por la cantidad de arena que se barre en las casas que tienen piso de tierra.
- **De la época del año:** las actividades recreativas pueden producir mayor cantidad de R.S.U. en verano, en invierno aumenta el volumen de RSU domiciliaria. Los días de fiesta se incrementa el consumo callejero y los residuos que quedan en las áreas públicas requieren de esfuerzos especiales para la limpieza.
- **Del modo de vida de la población:** está influenciada por el traslado diario entre el centro de la ciudad y la periferia, entre las zonas residenciales y las zonas de trabajo, de donde se alimentan los trabajadores, del desplazamiento de los estudiantes, de las costumbres y formas de recreación, etc.
- **Del movimiento de la población en épocas de vacaciones,** los fines de semanas y los días de fiesta. Una ciudad vacacional o turística no tendrá la misma cantidad y composición de RSU que una ciudad laboral o una ciudad “dormitorio”
- **Del Clima:** el aumento de la cantidad de RSU depende también de las condiciones climáticas para su generación en cualquiera de sus estaciones. Se multiplican los envases desechables de bebidas y helados en climas cálidos como el de Sanarate, en tanto que en los climas fríos podrán encontrarse más residuos combustibles.
- **De los métodos de acondicionamiento y embalaje de mercancías** con la tendencia actual a utilizar envases no retornables. Frecuentemente se ve un producto de dimensiones pequeñas en una caja enorme llena de publicidad.

- **De los hábitos alimentarios:** el mayor consumo de frutas y verduras producirán mayor cantidad de cáscaras; los alimentos elaborados, envases; los animales consumidos en el hogar, vísceras, plumas y sangre, por ejemplo.

#### **1.6.4. Problemática ambiental de los RSU**

Los procesos de descomposición de la materia producen una proliferación de gases, líquidos, bacterias, insectos, roedores y olores que pueden ser nocivos para la salud humana; hecho que establece la necesidad de tener bajo control estricto los residuos sólidos. La gestión incorrecta de los RSU está asociada al menos a 22 enfermedades humanas, algunas de las cuales pueden incluso derivar en epidemias con alto costo en vidas.

Cuando los residuos son dispersados en pequeñas cantidades pueden ser asimilados por el medio ambiente, pero no es el caso de los centros urbanos que generan grandes cantidades de RSU procedente de todas las actividades laborales, domésticas y sociales.

#### **1.6.5. Problemática económica de los RSU**

Hay dos aspectos fundamentales relacionados con la problemática económica de los RSU:

- el costo del servicio de eliminación de RSU y
- el costo social que demanda la administración de los RSU.

El precio del servicio de eliminación de RSU afecta directamente la economía de los hogares y de las empresas, es por esta razón que deberá ser establecido de manera racional y justa.

En la experiencia de Sanarate, este servicio fue implementado con carácter gratuito; luego se estableció un sistema de cobro de monto fijo por vivienda a través de un servicio particular.

Otro enfoque de la problemática económica de RSU, muestra que algunos de los procesos de descomposición de los RSU pueden producir daños permanentes y/o irreversibles a la naturaleza, es el caso de residuos químicos, derivados del petróleo, baterías y radioactivos. Su reparación demanda costos muy elevados en tecnología, recursos humanos y sustancias necesarias para la limpieza.

Los gastos de reparación de la salud de la población afectada por contaminación es también muy grande, en algunos casos demanda campañas masivas de educación, prevención y curación.

Es importante que la municipalidad de Sanarate establezca una forma equitativa y eficiente de cobrar el servicio de limpieza urbana. Se requiere por tanto establecer un sistema de tarifa que corresponda proporcionalmente a los beneficios recibidos.

#### **1.6.6. Tipos de residuos**

De los residuos obtenidos más comunes en Guatemala se seleccionaron 16 de acuerdo con el estudio realizado por PROARCA/SIGMA en el 2004, siendo estos los siguientes:

- Aceites usados
- Acumuladores usados
- Cartón
- Equipo de cómputo
- Metales ferrosos
- Madera
- Neumáticos usados
- Metales no ferrosos
- Papel
- Polietilentereftalato (PET)
- Plásticos Agrícolas
- Plásticos Diversos
- Residuos Orgánicos
- Solventes
- Textiles
- Vidrio

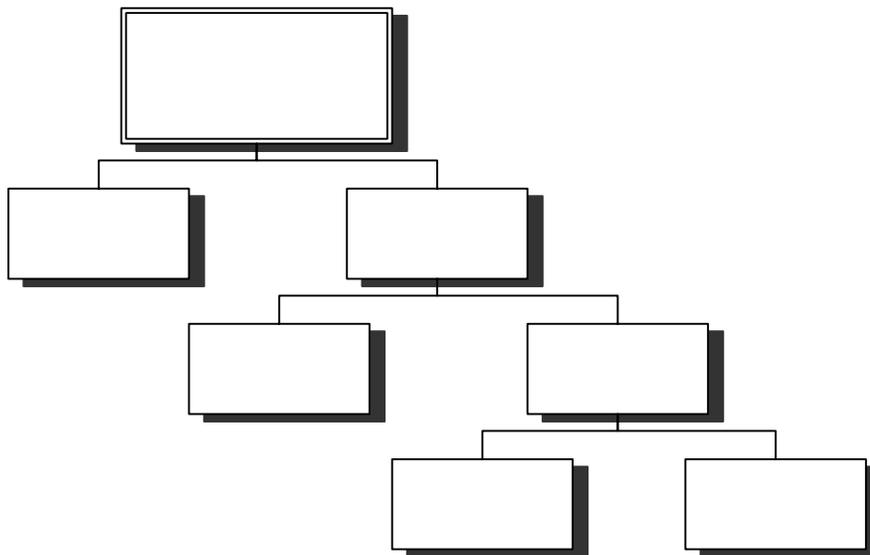
Cuadro 1. 5 Composición de los materiales inorgánicos

Residuo	Porcentaje en peso
Vidrio	4%
Papel	10%
Aluminio	2%
Cobre	2%
Plástico	4%
Madera	1%
Materiales ferrosos	2%
PET	4%
Textiles	3%

Fuente: PROARCA/SIGMA, "Reporte Nacional de Manejo de Residuos en Guatemala 2004"

En el Cuadro 1.5 se presentan los porcentajes en peso promedio presentes en los residuos sólidos, así mismo en la Figura 1.3 se presentan los residuos según su utilización, ambos serán de utilidad para presentar y evaluar las alternativas de solución para el problema de manejo de residuos sólidos en Sanarate.

Figura 1. 3 Proporción de los residuos según su utilización



Fuente: PROARCA/SIGMA, "Reporte Nacional de Manejo de Residuos en Guatemala 2004"

## 1.7. Alternativas de solución

Existen cuatro procedimientos para procesar los RSU, estas son: Relleno Sanitario o Vertido Controlado, Incineración, Reciclado y Compostaje. A excepción de la primera, cada una de ellas por separado no proporciona una solución eficiente, porque no se aprovechan algunos residuos que proporcionan recursos económicos a través del reciclaje o producción de abono; o contaminan el aire, agua o suelo. Por tal razón se analizará la combinación de ellas en alternativas para determinar cual es la que proporcione la solución óptima.

### 1.7.1. Alternativa 1. Enterrar el 100% de los RSU en un Relleno Sanitario o Vertido controlado

La alternativa inmediata al vertido incontrolado y a las descargas a cielo abierto, deberá ser la instalación de un vertedero controlado o relleno sanitario, sistema de eliminación de residuos que, en síntesis, supone la acumulación o disposición de los mismos en una celda de control, manteniendo bajo riguroso control todos los factores de degradación ambiental. Se debe señalar que cualquier método de tratamiento de residuos sólidos requerirá de un vertedero controlado para la disposición final, debido a que una parte de los RSU no podrá ser reciclada o procesada orgánicamente y será completamente de desecho. El relleno sanitario se define como “un sistema para verter los residuos sólidos en el terreno, sin crear molestias o peligros a la seguridad y salud públicas, utilizando para ello los criterios de ingeniería que permiten su funcionamiento en el menor volumen posible y cubriéndolos con una capa de tierra al concluir las operaciones diarias, o más frecuentemente si se considera necesario” <sup>10/</sup>.

Con esta alternativa se pueden aprovechar los gases producidos por la descomposición de la materia orgánica. Dentro de la construcción de la celda de control deberá considerarse la introducción de tubería para su recuperación.

Ventaja:

- Producción de Metano<sup>11/</sup>

---

<sup>10/</sup> Szanto, Marcel, “Guía para la preparación, evaluación y gestión de proyectos de residuos sólidos domiciliarios”, ILPES. Santiago de Chile, A-0 1998.

<sup>11/</sup> Metano: Gas incoloro que se desprende de la descomposición de la materia orgánica, al mezclarse con el aire se hace inflamable.

Desventajas:

- No se aprovecha la materia inorgánica para reciclaje
- Se necesita un terreno de mayor tamaño que las otras alternativas
- Si no se atiende correctamente puede ser fuente de contaminación del suelo a través de los lixiviados; y del aire a través de los olores y gases.
- Manejo difícil del Metano

**1.7.2. Alternativa 2. Compostaje del 70% de la materia orgánica, Reciclaje del 20% de la materia inorgánica y Vertido Controlado del 10% de la materia inorgánica no reciclable.**

El compostaje es un proceso de producción biológica de abono por vía aeróbica de la materia orgánica contenida en los residuos sólidos urbanos en condiciones controladas. No se considera la producción de gases, debido a que la materia orgánica será separada para producir abono.

El reciclado es un proceso que tiene por objeto la recuperación de forma directa o indirecta de los componentes que contienen los residuos urbanos. La recuperación directa consiste en la recolección selectiva con la participación ciudadana para depositar en recipientes distintos los diferentes componentes de los residuos que desean recuperarse. La recuperación indirecta consiste en la separación de las materias de los RSU brutos, mediante el uso de mano de obra destinada para ello.

El resto de materia que no pueda ser para compost o reciclaje se depositará en el vertedero.

Dentro de esta alternativa se considerará la construcción de instalaciones para las compost y reciclado, dichas instalaciones serán independientes del área administrativa.

Ventajas:

- Aprovechamiento de la materia orgánica para producción de compost
- Ingresos elevados por producción de compost
- Aprovechamiento de la materia inorgánica para reciclaje
- Se necesita de terreno de menor tamaño que el vertido controlado.

Desventaja:

- Financieramente sensible si no se atiende correctamente la producción de compost

**1.7.3. Alternativa 3. Compostaje del 70% de la materia orgánica, incineración del 20% de la materia inorgánica reciclable, incineración del 7.5% de la materia inorgánica no reciclable, y vertido controlado del 2.5% de la materia no reciclable y no incinerable (Incineración Interna)**

Al igual que la alternativa anterior, ésta considera compostaje y reciclaje, además introduce dentro del proceso la incineración interna, lo cual significa que deberá comprarse el equipo de incineración para dicha actividad.

La incineración es un proceso de combustión controlada que transformará la fracción inorgánica de los residuos sólidos urbanos en materiales inertes (cenizas) y gases. No es un sistema de eliminación total, pues genera cenizas, escorias y gases, pero determina una importante reducción de peso y volumen de los RSU originales. La reducción del peso es aproximadamente 70% y el volumen del 80 al 90%, dependiendo fundamentalmente del contenido de fracciones de combustibles e inertes.

El 2.5% restante de las actividades anteriores será enterrado, así como las cenizas producto de la incineración.

**Ventajas:**

- Aprovechamiento de la materia orgánica para producción de compost
- Ingresos elevados por producción de compost
- Se necesita de terreno de menor tamaño que el vertido controlado.

**Desventajas:**

- Se debe considerar una inversión extra para instalar una planta de incineración
- La planta de incineración requiere inversión y mantenimiento elevado si los volúmenes de RSU son bajos
- Presiones sociales altas para instalar una planta de incineración
- Pérdida del valor residual de la materia inorgánica para reciclaje
- Si no se atiende correctamente puede ser fuente de contaminación del suelo a través de las cenizas; y del aire a través de partículas, dioxinas, monóxido de carbono, óxidos de azufre, nitrógeno e hidrocarburos.

**1.7.4. Alternativa 4. Compostaje del 70% de la materia orgánica, incineración del 20% de la materia inorgánica reciclable, incineración del 7.5% de la materia inorgánica no reciclable, y vertido controlado del 2.5% de la materia no reciclable y no incinerable (Incineración Externa)**

La diferencia con la alternativa anterior, es que ésta considera el pago de servicios por incinerar la materia inorgánica a una empresa o institución que se dedique a ello o que permita incluirlo dentro de su proceso de producción, por lo que no deberá invertirse en una planta de incineración para el proceso de tratamiento de los RSU.

Ventajas:

- Aprovechamiento de la materia orgánica para producción de compost
- Ingresos elevados por producción de compost
- Se necesita de terreno de menor tamaño que el vertido controlado

Desventajas

- Costos altos por contratar servicio de incineración
- Pérdida del valor residual de la materia inorgánica para reciclaje

**1.8. Planta de incineración**

La sección de incineración está incluida para informar al lector, pero no forma parte de la solución propuesta para Sanarate.

Incinerar los residuos sólidos tiene dos aspectos muy positivos. Se reduce mucho el volumen de restos a almacenar porque, las cenizas ocupan menos espacio que los RSU y además se obtiene energía que se puede aprovechar para diferentes usos.

Es muy conveniente quitar algunos de los componentes de los RSU antes de incinerarlos. Uno de ellos es el vidrio porque se funde y es difícil de retirar del incinerador. Otro son los restos de los alimentos que contienen demasiada humedad y hacen más difícil la incineración. Los materiales que mejor arden y más energía dan son el papel, los plásticos y los neumáticos.

Al incinerar se produce CO<sub>2</sub>, partículas diversas, metales tóxicos y otros compuestos que salen como humo. Para evitar que salgan a la atmósfera se deben limpiar los humos con filtros electrostáticos que atraen las partículas, las aglutinan y caen por gravedad para unirse a las cenizas.

También pasa el humo por una lluvia de agua con productos químicos que neutraliza y retira los compuestos tóxicos del humo. Al final salen los humos mucho más limpios, esto sucede si el proceso se ha vigilado continuamente. Otro importante peligro está en que algunos compuestos como el PVC (policloruro de vinilo) y algunas tintas, cuando arden producen dioxinas y otras sustancias gravemente tóxicas y muy difíciles de eliminar de los gases. Una planta incineradora de moderna tecnología que funciona bien, produce unas emisiones perfectamente aceptables, aunque también su costo es muy alto, como se verá en el Estudio Financiero.

### **1.9. Análisis de alternativas**

El siguiente análisis busca encontrar la alternativa que optimice los requerimientos técnicos, de mercado, legales y administrativos, mejoramiento del ambiente y financieros.

El estudio técnico busca hacer eficiente el proceso seleccionado a través del análisis del espacio físico recomendado para su instalación y de los diferentes requerimientos de transporte y comercialización para iniciar su gestión.

El análisis de mercado busca la población a la que se prestará el servicio, así como a través de él se determinan las cantidades producidas de RSU.

El análisis legal y administrativo buscará que la implementación del proyecto se realice dentro del marco legal y con el personal adecuado para su operación.

El análisis de medio ambiente, busca a través de las recomendaciones de los ecologistas que para producir un impacto ecológico positivo se debe utilizar la materia orgánica para producir abono, gas u otras formas de aprovechamiento de energía; para los materiales inorgánicos se deben realizar las siguientes operaciones excluyentes una de la otra en el orden mostrado: separación (para reciclaje), cogeneración (para aprovechar la energía por su combustión) e incineración (para su eliminación).

Y por último que al cumplir con todos los requerimientos anteriores se encuentre la alternativa que financieramente sea sostenible.

La alternativa 1, aprovecha la materia orgánica para producir gas metano, pero no aprovecha la materia inorgánica para reciclaje, esta operación no contribuye con el sostenimiento ecológico porque los recursos deben ser adquiridos nuevamente desde la naturaleza, además existe riesgo de contaminar el manto freático, a través de la filtración de los lixiviados al subsuelo.

La alternativa 2, combina las proporción de los residuos según su utilización, por lo que resulta ser la mejor para la solución presentada a Sanarate, debido a que aprovecha la materia orgánica e inorgánica para producir compost y materiales reciclados respectivamente.

Basado en la información mostrada en la sección 1.7 de este documento se puede observar que la alternativa 3 presenta desventajas que pueden hacerla no viable, sin embargo se realizará la evaluación de ingresos y costos en el capítulo respectivo, para determinar que muestran los indicadores financieros.

La alternativa 3, realiza una separación de la materia orgánica e inorgánica para producir compost, pero no aprovecha los recursos inorgánicos para reciclarlos y los incinera, es una forma fácil de deshacerse de estos materiales, pero no contribuye con el sostenimiento ecológico de la naturaleza, ya que el mercado requerirá nuevamente estos materiales extraídos de la naturaleza. Así mismo se ha considerado la inversión de una sola planta de incineración la cual al presentar problemas de mantenimiento puede producir acumulación de materiales sin eliminar por lo que algunas plantas instalan plantas paralelas para realizar esta tarea sin retrasos. La mayor dificultad de la incineración, es la ineficiencia en su combustión y lanzar al ambiente cenizas volátiles y gases tóxicos.

La alternativa 4 aprovecha la materia orgánica para producir compost, sin embargo no aprovecha la materia inorgánica debido a que envía todos los materiales a incineración hacia una planta especializada para ello y esto puede producir costos elevados por deshacerse de algo que puede ser aprovechado para reciclaje.

#### **1.10. Limitaciones de las alternativas para tratamiento de los RSU**

Para las alternativas descritas anteriormente no se considera el tratamiento de desechos sanitarios, de construcción o demolición, ni aquellos industriales relacionados con aceites y solventes químicos. <sup>12/</sup>

---

<sup>12/</sup> Ver paginas 11 y 12 de este documento.

1.9.1. Para los desechos sanitarios provenientes de los centros de salud o clínicas dentro del municipio pueden ser incinerados en la planta de fabricación de cemento ubicada en el kilómetro 46 de la ruta al Atlántico. El costo de este servicio deberá estar integrado dentro del presupuesto del centro de salud correspondiente.

1.9.3. Para los desechos provenientes de la construcción o demolición, la municipalidad sanarateca deberá indicar cuales son los lugares autorizados para botarlos y que puede servir de relleno para llenar barrancos u hondonadas.

1.9.2. Para los aceites y solventes químicos, una buena parte de las actividades de recolección y reutilización de aceites usados son dominados por pequeños intermediarios sin preparación técnica ni medios para un eficaz tratamiento, acopio y traslado del aceite.

Este mercado paralelo de recogida y reutilización sin tratamiento de los aceites usados, ha incrementado el aprovechamiento del aceite usado y lo revende principalmente para la quema del aceite en lugares como caleras artesanales, hornos de cerámica, pequeñas fundidoras y aquellos lugares donde se requiera un combustible de alto valor energético, en donde las temperaturas no son controladas, por lo que no existe seguridad que las emisiones sean inocuas.

Otros usos que tiene el aceite usado son: en caminos de terracería se riega para controlar el polvo que se levanta; es utilizado como impermeabilizante cuando se aplica a la madera o como antioxidante para las piezas de metal; lubricación de bajo costo para maquinaria. En otros casos el aceite es recuperado por las aceiteras y filtrado en forma artesanal para su reutilización como lubricante de bajo costo en los automóviles.

Según la investigación realizada por el Programa Ambiental Regional para Centro América, existen empresas que se dedican a la recolección profesional de aceite usado; las más mencionadas son DVG Servicios, S.A. y Multifiltros Fama. Estas empresas cuentan con tanques de acopio y vehículos adecuados para el transporte, así como plantas de tratamiento donde transforman el aceite para su correcta disposición y valoración energética. Otras empresas menos mencionadas son Gilmex y Represar.

La opción de manejo más apropiada y viable que hay en Guatemala actualmente es el coprocesamiento del aceite usado en hornos de cemento y hornos de fundición de materiales como plomo, que alcanzan temperaturas de hasta 2000°C, previo un refinamiento.

Esta es una opción poco contaminante sobre todo porque se aprovecha el potencial energético del aceite usado y los niveles de emisiones a la atmósfera están controlados y por debajo de la norma.

### **1.11. Resumen identificación del proyecto**

Sanarate es un municipio que se encuentra a 52 kilómetros de la ciudad capital hacia el oriente del país, actualmente no cuenta con un plan específico para manejo de residuos sólidos, el problema está combinado con el manejo inapropiado de agua negras, con descargas directas al ambiente, que se transforma en lugar propicio para botar RSU.

El análisis de involucrados nos muestra la influencia directa o indirecta que existe entre los distintos sectores sociales y el proyecto, los primeros pueden controlar, influir o apreciar los resultados del proyecto.

Se encontró a través de análisis del árbol del problemas, que el problema central es “la falta de un programa adecuado para la recolección y tratamiento de RSU”, se elaboró la matriz de marco lógico a través del análisis de causas y efectos para asignar las derivadas de cada uno de los objetivos.

Como complemento a los conocimientos del lector, se ha adjuntado en este capítulo un marco teórico conceptual, el cual describe la clasificación de los RSU según algunas actividades y hábitos sociales; así mismo su composición y proporción según su utilización, y a través de ellas se logró formular 4 alternativas de solución que incluye la evaluación y combinación de los diferentes procedimientos para procesar los RSU.

Se inició la investigación de este problema relacionado con algunas enfermedades producto del mal manejo de los residuos, por la contaminación del río Plátanos y otros sectores dentro y fuera de la ciudad de Sanarate. Se determinó cuales son los residuos sólidos comunes y sus proporciones dentro del volumen total a través de datos obtenidos por el “Reporte Nacional de Manejo de Residuos en Guatemala 2004”, esta información se pudo asociar con las diferentes alternativas para tratamiento de residuos sólidos que son: Relleno Sanitario o Vertido Controlado, Incineración, Reciclado y Compostaje.

La alternativa que resulta más eficiente técnica y financieramente es la identificada con numeral 2 y propone producir abono con el 70% de la materia orgánica, reciclar el 20% de la materia inorgánica y el vertido controlado del 10% de la materia inorgánica no reciclable (Ver resumen financiero Cuadro 6.19).

## CAPÍTULO II

---

### 2. ESTUDIO DE MERCADO

---

Este estudio fue realizado para determinar los límites de mercado hacia el cual será dirigido el proyecto, así como para realizar un análisis de la oferta, demanda y precios para el servicio de extracción de RSU en el municipio de Sanarate.

#### 2.1. El Servicio en el mercado

A continuación se presenta un análisis del servicio:

##### 2.1.1 Definición del servicio

El manejo de los residuos sólidos municipales es un servicio público esencial que beneficia a todos los residentes urbanos, y a toda la sociedad, ya que el aseo público y la disposición final adecuada de los RSU son esenciales para la salud pública y para la protección del medio ambiente.

Debido a estas características, el manejo de los RSU es un servicio público, del cual es generalmente responsable el gobierno municipal o metropolitano. Esto sin embargo no significa que el gobierno municipal está obligado a prestar los servicios de RSU exclusivamente con su propio personal, equipo y recurso económico. En realidad, este es un campo donde la participación del sector privado puede ser una buena alternativa.

El servicio de extracción de RSU se realizará de puerta en puerta para cada vivienda, el personal contratado para ello recogerá las diferentes bolsas, donde se ha separado la materia orgánica de la inorgánica, que posteriormente serán llevadas al camión que las transportará hacia la planta de tratamiento de RSU. Para los servicios requeridos por comercios o instituciones se aplicará el mismo concepto que el anterior servicio, a esta fase se le llama recolección.

Los depósitos de RSU ubicados en calles y otros sectores de uso público deberán estar correctamente ubicados y con una bolsa plástica en su interior que reciba los residuos de los transeúntes.

La municipalidad sanarateca deberá proveer a la población las bolsas de colores para separación de los residuos para un ritmo de consumo de 2 veces por semana para cada vivienda.

### **2.1.2. Servicio principal y subproductos**

El servicio principal será el prestado para la extracción de RSU de los hogares.

Los subproductos que se generarán del tratamiento y valorización serán:

- Materiales reciclables, como papel, bolsas plásticas, envases PET<sup>13</sup>/, vidrio y algunos metales,
- De la descomposición de la materia orgánica, el compost y gas metano,
- La lombriz que se alimenta de la materia orgánica se reproducirá en este ambiente y también será un subproducto,
- De la incineración serán las cenizas, las cuales al ser tratadas podrán ser descartadas al enterrarlas dentro del relleno sanitario, este producto está descrito sin embargo no es parte de la propuesta como se verá más adelante.

### **2.1.3. Servicios y subproductos, sustitutos o similares**

El servicio de extracción de RSU alternativo será prestado por los dos servicios privados durante los horarios regulares, dos veces por semana. Estas empresas son origen familiar, uno de ellos ha prestado el servicio desde hace 20 años y el otro desde hace 6 años aproximadamente.

Los materiales separados de los residuos serán aquellos extraídos de los procesos donde la materia prima se encuentra directamente en la naturaleza, tal es el caso de la resina para el papel, derivados del petróleo para plástico y PET<sup>14</sup>/, sílice para el vidrio y minerales directos en la tierra para el hierro.

El compost puede ser sustituido por abonos inorgánicos, producto que puede ser adquirido en cuatro tiendas dentro de la ciudad de Sanarate y en cualquier venta de insumos agrícolas.

---

<sup>13</sup>/ PET: Polietilentereftalato

<sup>14</sup>/ PET: Polietilentereftalato

El gas natural tiene como similar el gas derivado del petróleo utilizado para cocinar, este último es altamente distribuido dentro del municipio por algunos expendios.

Las cenizas no presentan ningún ingreso para el proyecto, no tienen ningún sustituto debido a que son consideradas completamente como desecho.

## **2.2. Área de mercado**

El área de mercado será aquella extensión de terreno y población directamente relacionada con este estudio.

### **2.2.1. Población consumidora actual y futura**

El municipio de Sanarate se estima tiene 35,893 habitantes para el 2006, y tendrá 59,691 habitantes para el 2026, según proyección propia realizada, tomando como base el censo del Instituto Nacional de Estadística INE del 2002, tal como lo muestra la sección 2.3.3. en el Cuadro 2.1.

#### **2.2.1.1. Determinación de la población y tamaño de la muestra para analizar la demanda**

- A. Se seleccionó el municipio de Sanarate, por ser considerado el municipio con mayor densidad poblacional de El Progreso (136 personas por kilómetro cuadrado), tiene una ciudad en crecimiento y por ende con necesidades. Además a la fecha no se ha propuesto una solución para el manejo de los Residuos Sólidos Urbanos.
- B. El municipio de Sanarate tiene 35,893 habitantes desde el 2006 según proyección realizada tomando como base censo del Instituto Nacional de Estadística INE del 2002.
- C. Cada familia está compuesta con un promedio de 4 miembros, tomado del censo del INE del 2002. Por lo que se consideran 8,973 hogares para realizar la investigación.
- D. Del total de habitantes de Sanarate 42.18% (3,785 viviendas) viven en el área urbana y 57.82% (5,188 viviendas) en el área rural.

- E. El peso promedio de la RSU extraída por hogar es de 48 kg/mes, dato obtenido de producción de RSU en área urbana y rural de 0.4 kg/habitante/día.<sup>15/</sup> El calculo es el siguiente  $0.4 \text{ kg/hab.día} \times 30 \text{ días} \times 4 \text{ hab} = 48 \text{ kg/hogar.mes}$ .

El tamaño de la muestra se determinó a través de la fórmula estadística que se describe a continuación:

$$n \approx \frac{(N z^2 pq)}{(N - 1)e^2 + z^2 pq}$$

Donde:

n = tamaño de la muestra

N = tamaño de la población = 8,973 viviendas

z = nivel de confianza al 95% = 1.6449

p = Proporción de la población de Sanarate residente en el área urbana = 42.18%

q = Proporción de la población de Sanarate que no es residente del área urbana = 57.82%

e = Error de muestreo = 10%

Tamaño de la muestra de casas de la población sanarateca urbana

$$n \approx \frac{8973 \times 1.6449^2 \times 0.4218 \times 0.5782}{(8973 - 1) \times 0.1^2 + 1.6449^2 \times 0.4218 \times 0.5782}$$

n = 65.51 = 66 casas en el área urbana de Sanarate

Este cálculo determinó que se deberá realizar la investigación en 66 viviendas en el área urbana y no urbana al azar de Sanarate; sin embargo se realizó en 100 tomando los cuatro puntos cardinales del municipio, para minimizar el error y tener mayor certeza en la investigación.

### 2.2.2. Estructura de la población

Según la distribución de población por municipios en el departamento de El Progreso, Sanarate representa el 23.68% de la población total. Así mismo, el 42.18% de la población sanarateca vive en el area urbana y el 57.82% en el area rural.<sup>16/</sup>

<sup>15/</sup> ECONSULT, "Reporte Nacional de Manejo de Residuos en Guatemala-2004"

### 2.2.3. Tasa de crecimiento de la población

La población sanarateca crece de forma exponencial a una tasa del 2.54% anual.<sup>17/</sup>

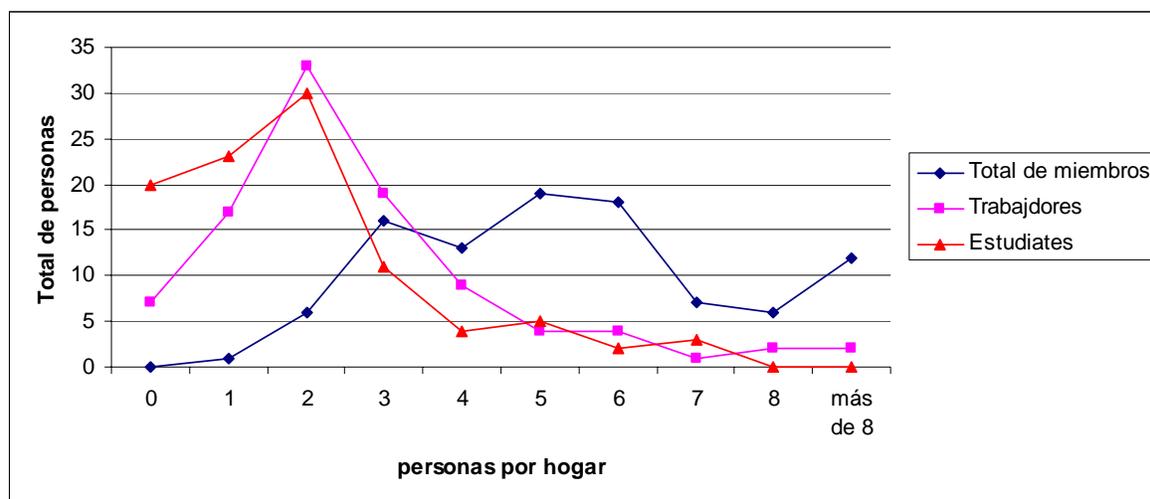
### 2.2.4. Ingreso de la población

No existen datos estadísticos sobre el ingreso de la población sanarateca. Sin embargo el análisis de la demanda como se indica más adelante muestra que el 94% está económicamente activa por hogar (pregunta 14), el 57% paga servicio telefónico por hogar (pregunta 16) y el 62% tiene vehículo o moto como transporte propio por hogar (pregunta 18).

### 2.2.5. Estratos actuales y cambios en la distribución del ingreso

Se puede observar en la Figura 2.1, que existe una relación fuerte entre las personas que trabajan y estudian, ya que al existir ingreso familiar las personas pueden satisfacer la necesidad de estudiar.

Figura 2. 1 Contraste entre personas que estudian y trabajan por hogar



Fuente: Elaboración propia con base al estudio de mercado.

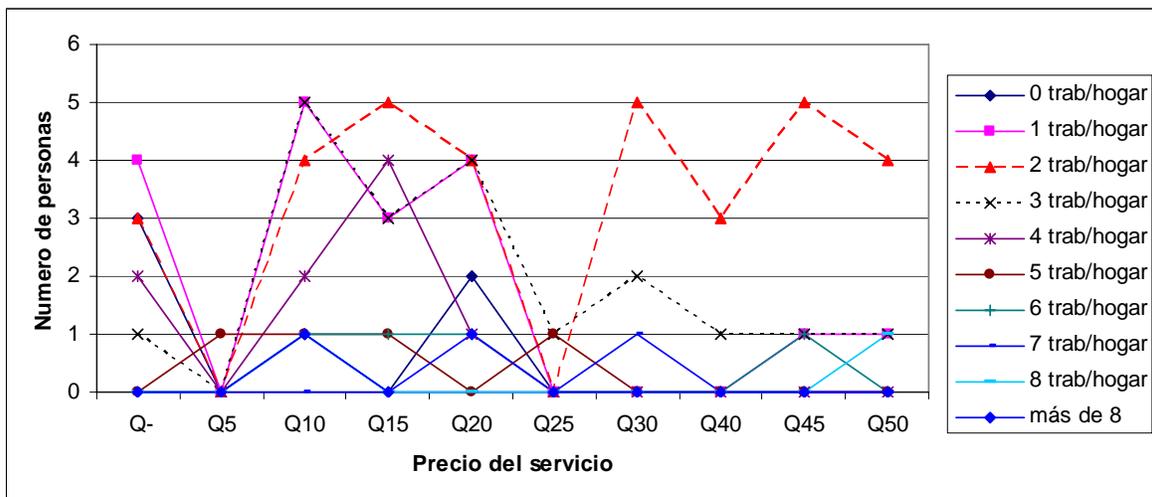
<sup>16/</sup> Instituto Nacional de Estadística, Características de la población y de los locales de habitación. Censo 2002.

<sup>17/</sup> Investigación propia, basado en regresión exponencial con datos del INE, Censo 2002

$$y \approx 1.0588 \times 10^{-17} \cdot e^{0.0254X}$$

Se encontró que no existe una relación entre el número de trabajadores en una familia y la cantidad que estaría dispuesta a pagar por el servicio de extracción de RSU. Sin embargo se encontró un comportamiento similar en la forma de pago para las familias donde trabaja 1 y 3 personas con una correlación del 76.35% y le sigue las familias con 1 y 4 personas con una correlación del 72.57%, tal como se muestra en la Figura 2.2

**Figura 2. 2 Contraste entre Número de Trabajadores y Precio del Servicio**



Fuente: Elaboración propia con base al estudio de mercado.

### 2.3. Análisis de la demanda

A continuación se presenta la demanda y otros aspectos relacionados con el mercado.

#### 2.3.1. Situación actual

En Sanarate el servicio de recolección de RSU ha sido evaluado a través de una investigación de mercado para determinar las preferencias y opiniones de la muestra de la población, tomando como base 100 hogares encuestados con los siguientes resultados: <sup>18/</sup> Ver Anexo 1.

- Pregunta 1. El estudio indica que el 53% de los ciudadanos de Sanarate está conforme con el servicio de extracción de RSU en sus casas. Ver Anexo 1. Figura 1.1

<sup>18/</sup> Investigación propia.

- Pregunta 2. El 57% de la población sanarateca estarían dispuestos a pagar entre Q10.00 y Q. 20.00 por el servicio de extracción de RSU. Ver Anexo 1. Figura 1.2
- Pregunta 3. Que la mayor contaminación de RSU se encuentra en el mercado local. Ver Anexo 1. Figura 1.3
- Pregunta 4. La frecuencia con que se recoge la RSU en los domicilios es 2 veces por semana. Ver Anexo 1. Figura 1.4
- Pregunta 5. El 65% de la población urbana estaría dispuesto a utilizar bolsas de colores para separar el tipo de RSU. Ver Anexo 1. Figura 1.5
- Pregunta 6. La radio y la televisión serían los mejores medios para divulgar un programa de control de RSU, 35 y 31% respectivamente. Ver Anexo 1. Figura 1.6
- Pregunta 7. El 56% piensa que toda la población debe resolver el problema de los RSU, y el 44% piensa que es responsabilidad de la municipalidad. Ver Anexo 1. Figura 1.7
- Pregunta 8. El 71% respondió reconocer que no hay conciencia ambiental. Ver Anexo 1. Figura 1.8
- Pregunta 10. El 57% respondió conocer donde está el relleno sanitario actual. Ver Anexo 1. Figura 1.9
- Pregunta 11. El 62% respondió creer que el botadero actual estaba en mala ubicación, debido a la contaminación que ocasiona al río Plátanos. Los RSU se botan en un barranco con una pendiente de 60 grados aproximadamente, cuando llueve arrastra los RSU y lixiviados al fondo. Ver Anexo 1. Figura 1.10
- Pregunta 13. La mayoría de hogares tiene una cantidad de miembros entre 3 y 6, con la siguiente distribución: 3 miembros 16%, 4 miembros 13%, 5 miembros 20% y 6 miembros 19%. Ver Anexo 1. Figura 1.11
- Pregunta 14. La cantidad de miembros que trabajan en su mayoría son 2 personas representado por el 35%, seguido por 1 y 3 personas; representado por el 18% y 19% respectivamente. Ver Anexo 1. Figura 1.12

- Pregunta 15. La cantidad de miembros que estudian en su mayoría son 2 miembros representado por el 32%, seguido por 0 y 1 miembros; representado por el 20% y 23% respectivamente. Ver Anexo 1. Figura 1.13
- Pregunta 16. El 57% cuenta con comunicación telefónica. Ver Anexo 1. Figura 1.14
- Pregunta 18. El 19% no tiene ningún tipo de transporte, el 38% tiene automóvil y el 21% tiene moto. Ver Anexo 1. Figura 1.15
- Pregunta 19. De esta manera se distribuyen las edades de los encuestados, donde el mayor número de encuestados se encontró en el rango de edades entre 36 y 40 años. Ver Anexo 1. Figura 1.16

### **2.3.2. Características teóricas de la demanda**

Se considerará como 99% del total de la población sanarateca para atender como demanda para el servicio de extracción de RSU, ya que únicamente el 1% respondió en la Pregunta 4 que nunca llegaban a recoger los RSU a su casa.

La curva de la demanda estará representada por la proyección de la población sanarateca mostrada en la sección 2.3.3.

### **2.3.3. Situación actual**

Dentro del municipio de Sanarate, solamente la ciudad cuenta con servicio de extracción de RSU, es decir que se está atendiendo con servicio privado al 23% del total de este municipio. El resto de la población crea basureros clandestinos, entierra o quema los RSU.

### **2.3.4. Situación futura**

A continuación se muestra una proyección de la población sanarateca hasta el año 2026.

**Cuadro 2. 1 Proyección de la distribución de población urbana y rural**

Año	Sanarate			
	Urbana	Rural	Total	Hogares <sup>19/</sup>
1981	8,109	11,116	19,225	4,806
1994	10,827	14,842	25,669	6,417
2002	13,933	19,099	33,031	8,258
2006	15,140	20,754	35,893	8,973
2011	17,193	23,568	40,760	10,190
2016	19,524	26,763	46,287	11,572
2021	22,171	30,392	52,564	13,141
2026	25,178	34,513	59,691	14,923

*Fuente: Del año 1981 a 2002 INE Características de la población y de los locales de habitación censados 2002. De año 2006 al 2026 proyección propia a través de la regresión exponencial  $y \approx 1.0588 \times 10^{-17} \cdot e^{0.0254X}$*

#### **2.4. Oferta para tratamiento de Residuos Sólidos Urbanos**

La oferta será el conjunto de bienes o servicios que se ofrecerán en el mercado a un precio dado y durante la vida útil del proyecto.

##### **2.4.1. Situación actual**

La municipalidad de Sanarate cuenta con un camión y personal para proporcionar servicio de limpieza y extracción de residuos sólidos en las áreas públicas; el camión tiene capacidad para transportar 4 toneladas métricas de carga. La limpieza del mercado se hace a diario, en cuanto que en los lugares públicos periféricos se hace una vez por semana, atendiéndolos en el transcurso de la misma. Esto forma parte del servicio principal y subservicios para la extracción de RSU.

El servicio privado de extracción de RSU de Sanarate está compuesto por 2 camiones, cada uno de 10 toneladas métricas de capacidad de transporte, el recorrido diario que realizan permite pasar dos veces por semana por la misma casa durante la semana. Cada camión le presta servicio a aproximadamente 1,000 hogares para un total de 2,000 hogares al mes con servicio, dejando libre aproximadamente el 77% de la demanda.

<sup>19/</sup> Se consideran 4 personas por cada hogar. Ver inciso “C”, sección 2.2.1.1. de este documento.

#### **2.4.2. Oferta potencial del proyecto**

La oferta se realizará en función de la demanda proyectada a 20 años que será la vida útil del proyecto en el diseño.

#### **2.4.3. Análisis del régimen de mercado**

No existe subsidio municipal para el servicio privado de extracción de RSU y no se observa alto grado de competencia por los oferentes, únicamente han pactado verbalmente el área de suministro de servicio para cada uno.

#### **2.4.4. Situación futura de la oferta**

El volumen de residuos en Sanarate continúa creciendo y se presenta la oportunidad para que quienes suministran el servicio crezcan en capacidad instalada; sin embargo desde hace varios años los habitantes de Sanarate han observado que esto no ha sucedido y que la contaminación por RSU se ha convertido en algo común. De continuar esta situación, la oferta actual no será capaz de atender la demanda de todos los usuarios potenciales del servicio y podría provocar el aumento de botaderos clandestinos y en consecuencia la proliferación de insectos, roedores y por ende enfermedades asociadas con la contaminación.

### **2.5. Comportamiento de los precios**

Los precios serán las cantidades monetarias exigidas por la prestación del servicio de extracción de basura y por la venta de productos y subproductos del tratamiento de RSU.

#### **2.5.1. Análisis de series históricas de precios**

Los incrementos de precio en el servicio han sido en primer lugar a causa de incrementos en el costo de combustible diesel, y en segundo lugar, por el aumento en los precios de repuestos para los camiones.

Actualmente los camiones de servicio de extracción de RSU cobran a cada vivienda Q 25.00 mensuales para servirles durante dos días a la semana, para un total de 8 días al mes.

### **2.5.2. Estimación de la evolución futura de precios**

Los combustibles tienen un crecimiento de precio anual de aproximadamente 10%, y el incremento de precios en el servicio de extracción de RSU un incremento de Q 5.00 cada dos años.<sup>20/</sup>

### **2.5.3. Influencia prevista de los precios sobre la demanda**

Como se observó en el análisis de la demanda la mayor parte de la población está conforme con el servicio de extracción de RSU, pero no con el precio actual de Q 25.00. En la Figura 1.2, del Anexo 1, se observa que existe una tendencia de disminución del precio por el servicio a partir de Q 25.00. Un análisis de sensibilidad futuro en el precio ayudará a determinar la influencia de este ingreso para el proyecto.

### **2.5.4. Márgenes de comercialización**

El estudio de mercado indica que el 57% de la población sanarateca está dispuesta a pagar entre 10 y 20 quetzales por el servicio de extracción de RSU, por lo que se debe cobrar Q 20.00 mensuales por el servicio de extracción de RSU, el precio actual por dicho servicio es de Q 25.00, el margen de comercialización respecto al precio actual será cero para iniciar el proyecto ya que un incremento a partir de Q 25.00 puede ocasionar rechazo en los usuarios.

## **2.6. Análisis de la comercialización**

La comercialización serán las condiciones y vías para las cuales se prestará el servicio de extracción de RSU.

### **2.6.1. Promoción del proyecto**

Simultáneamente a la instalación de la planta de tratamiento de residuos sólidos deberá divulgarse el objetivo del proyecto con los colegios locales, y así orientarlos hacia una mejora continua del medio ambiente, lo cual inicia con la separación de residuos desde sus hogares y colaboración con el servicio de extracción de RSU, así como aprovechar los materiales que normalmente son de desecho. Estas actividades deberán incluirse como parte de la información que recibe la población a través de la radio y televisión (cable local).

---

<sup>20/</sup> La municipalidad sanarateca no tiene el registro de control de precios para el servicio privado de extracción de RSU, por lo que este dato fue obtenido de entrevista directa con el usuario final.

### **2.6.2. Canales de comercialización**

El departamento de comunicación de la planta de manejo de residuos se encargará de buscar los medios para hacer efectivo el proyecto con la ayuda de la población, así mismo encontrará otros clientes potenciales para los productos de la operación de la planta.

Para realizar un programa que lleve esta información a la población, el estudio sobre el comportamiento de la demanda indica que el 35% opina que es mejor hacerlo por radio, 31% por televisión (cable local), el 11% por medios escritos y 10% en eventos sociales.

El mercado de los materiales producto de la separación (papel, vidrio, plástico, etc.) se encuentra en la ciudad de Guatemala, por lo que deberá considerarse el transporte desde la planta de tratamiento hasta el lugar de comercio.

El mercado para el compost será para la agricultura local y otros municipios que lo requieran.

### **2.6.3. Formas de comercialización del proyecto**

La comercialización de la materia inorgánica separada para reciclaje, será principalmente a través del transporte y venta directa en el relleno sanitario ubicada en la zona 3 de la ciudad de Guatemala. El compost será comercializado a través de la oferta a distribuidoras de productos agrícolas; así también para fincas, viveros y a grandes o pequeños productores agrícolas. Las lombrices serán comercializadas como parte de un paquete para producción de compost, productores agrícolas o para alimentar a centros de producción de aves, peces, etc.

Por su alto contenido proteínico, la carne de lombriz se transforma en harina para consumo humano, por lo que también pueden comercializarse como complemento proteínico en la elaboración de hamburguesas, picadillos y embutidos. En la industria farmacéutica se utiliza el colágeno presente en las lombrices, y a partir del líquido celomático, se han elaborado antibióticos.

Por otra parte se puede realizar un contrato de comercialización con alguna empresa que se encargue del gas natural.<sup>21/</sup>

---

<sup>21/</sup> Solamente para la alternativa 1.

#### **2.6.4. Capacidad de competencia del proyecto**

La capacidad instalada para atender la extracción de RSU está cubierta parcialmente por la oferta privada y municipal, pero el botadero actual de RSU no llena las condiciones sanitarias para tratamiento de residuos sólidos; después de tirarla se quema a cielo abierto y provoca gases tóxicos, y los lixiviados se conducen al fondo del río Plátanos.

El proyecto considera el tratamiento de los residuos sólidos a través de otros medios que no sean el vertido expuesto al aire, por lo que se considera altamente competitivo para la opción actual de tratamiento de residuos sólidos en Sanarate.

#### **2.7. Resumen estudio de mercado**

Este estudio permitió analizar los principales factores que influyen con el producto y servicio en el mercado, así mismo se estableció como área de mercado el municipio de Sanarate y sus aldeas a través de las cuales se encontró las proporciones de población de origen urbano y rural para realizar una proyección a 20 años, que será el horizonte del proyecto.

Se analizó la demanda a través de una encuesta que aportó datos cualitativos y cuantitativos muy importantes para la realización de este proyecto. Para realizar esta investigación primero se determinó el tamaño de muestra, necesario para obtener un 10% de error y se encontró que se debían visitar 65 casas en Sanarate, pero por aspectos prácticos se realizó en 100 viviendas.

Según el análisis de la oferta se encontró que se está atendiendo únicamente al 23% de la población sanarateca, lo que deja la oportunidad para atender al 77% y brindar junto con el servicio privado actual de extracción de RSU.

Se estableció a través del análisis de la demanda que el valor del servicio debe ser Q 25.00 mensual para recoger los RSU a domicilio dos veces por semana.

Se determinó que el departamento de Comunicación buscará los medios para hacer efectivo el proyecto con la ayuda de la población, así mismo encontrará los clientes potenciales para los productos de la operación de la planta. Este departamento deberá trabajar simultáneamente con la instalación de la planta, para divulgar y orientar a la población sanarateca para la mejora continua del medio ambiente.

## CAPÍTULO III

---

### 3. ESTUDIO TÉCNICO

---

Este capítulo incluye los procedimientos técnicos que permitirán al proyecto ser más eficiente. Para ello se ha calculado el tamaño necesario de la planta, y su localización (Alternativa 2); se describe el proceso de producción, se realiza una descripción de instalaciones y se recomiendan algunos procedimientos previos a la instalación de la planta de tratamiento de RSU.

#### 3.1. Tamaño de la planta

Para determinar el tamaño de la planta será necesario conocer la capacidad del proyecto así como los factores que condicionan su tamaño. Por lo que se describe a continuación.

##### 3.1.1. Capacidad del proyecto

La cantidad de residuos que serán arrojados en el relleno está en función de los habitantes de Sanarate que son 35,893 para el 2006 y proyectados para los siguientes 20 años para un total acumulado de 59,691 habitantes a finales del 2026.

- Cada familia está compuesta con un promedio de 4 miembros por lo que se consideran 14,923 hogares para extracción de RSU en el 2026.
- El peso promedio de los RSU extraídos por hogar es de 48 kg/mes, dato obtenido de la producción de RSU en el área urbana y rural de 0.4 kg/habitante/día.<sup>22/</sup>
- Por lo tanto el volumen total de RSU de la población urbana y rural en el 2026 será:  $59,691 \times 0.4 \times 365 = 8,714,886 \text{ kg} = 8,715 \text{ toneladas métricas de RSU}$ . Sin embargo es necesario considerar la acumulación de residuos durante los años anteriores para un total de 143,606 toneladas métricas de RSU desde el 2006 hasta el 2026 (año 20).

---

<sup>22/</sup> Fuente: PROARCA, “Reporte Nacional de Manejo de Residuos en Guatemala 2004”

- Tomando como referencia el año 2026 se recibirán 8,715 toneladas métricas de RSU por año equivalentes a 23.87 tm/día; cantidad que constituirá la capacidad de procesamiento de la planta diariamente.

### **3.1.2. Factores condicionantes del tamaño**

El tamaño de la planta también dependerá de la alternativa de solución para tratamiento de residuos sólidos que optimice técnica y monetariamente el manejo de los recursos.

## **3.2. Localización**

El botadero de RSU actual se encuentra en una ubicación que compromete la salud de los poblados que se encuentran aguas abajo del río Plátanos. La ubicación propuesta busca estar lejana de aldeas o caseríos, así como de ríos para no contaminar el manto freático<sup>23</sup>.

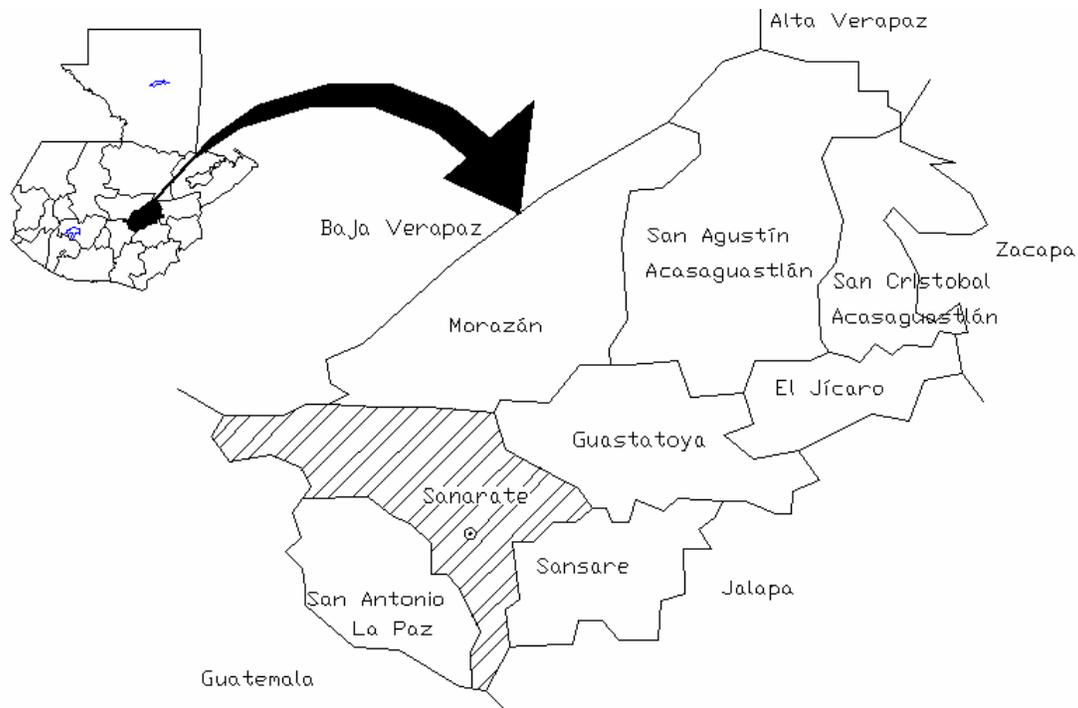
### **3.2.1. Macrolocalización**

El área macro donde se encontrará la planta será el municipio de Sanarate, El Progreso ubicado en el kilómetro 58 carretera al Atlántico. Situado en las afueras de la ciudad de Sanarate.

---

<sup>23</sup> Manto freático: Fuente de agua subterránea.

**Figura 3.1 Macrolocalización del proyecto para tratamiento de RSU**



*Fuente: Elaboración propia e información de enciclopedia Encarta.*

### 3.2.2. Microlocalización

La planta de tratamiento de RSU estará ubicada a 2 kilómetros de Nuevo Amatillo a un costado de la carretera que conduce hacia Pila Escondida, ambas poblaciones del municipio de Sanarate. Se realizó la selección de este lugar como punto de gravedad para realizar cuatro rutas de recolección de RSU y disminuir la distancia de transporte hacia la planta de tratamiento. Ver Figura 3.2.

### 3.3. Proceso de producción

Será el conjunto de operaciones encaminadas a dar a los residuos producidos en una zona, un destino adecuado que permita obtener materiales reciclables de la materia inorgánica; y abono, de la materia orgánica.

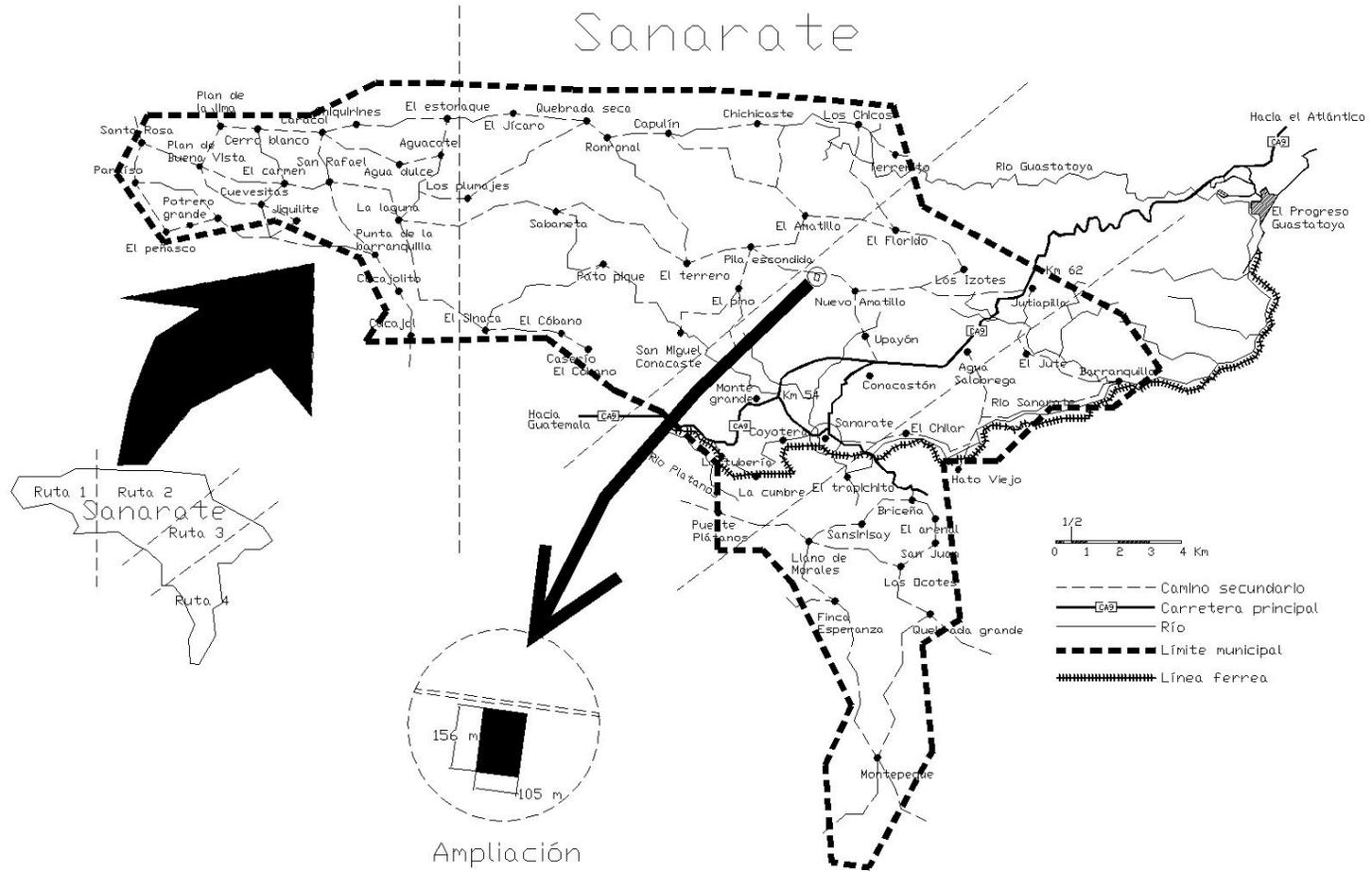
### **3.3.1. Prerrecolección**

La acumulación de los residuos en uno o varios recipientes apropiados estará a cargo de los usuarios y se inicia con una clasificación desde el hogar. Esta etapa se refiere a la “producción” de RSU, dependerá de la persona que toma la decisión de qué elementos van a ser desechados y cuáles serán todavía utilizados o transformados para tener mayor vida útil. El usuario de algún producto puede seleccionarlo pensando en los RSU que se van a generar. La entidad encargada de la administración del proyecto deberá proporcionar bolsas de colores para separar los diferentes tipos de residuos inorgánicos, que el personal encargado de recolección sabrá reconocer para facilitar la labor de separación final en la planta. Esta etapa puede ser vigorosamente optimizada a través de la educación ambiental de la ciudadanía.

### **3.3.2. Recolección**

Se realizará mediante vehículos de carga, acondicionados para recolección y vaciado de los residuos del usuario; los que son recogidos de casa en casa y conducidos hacia el camión de transporte, con destino final hacia la planta de tratamiento de residuos sólidos.

Figura 3. 2 Microlocalización del proyecto para tratamiento RSU



Fuente: Instituto Geográfico Militar, cuadrícula 2160 I y 2160 II (Adaptación)

### **3.3.3. Limpieza**

Barrido y lavado de calles, aceras y mercados, recolección de desperdicios. Incluye la tarea de limpieza de áreas públicas (plazas y calles) y terrenos baldíos, los cuales seguirá siendo responsabilidad municipal, pero pueden ser compartidos con la población, mediante campañas de limpieza, de recolección de materiales reutilizables, incluso de competencias entre distritos urbanos. Son especialmente aconsejables las actividades en las que participan los niños y jóvenes a través de la escuela o una organización vecinal o funcional para educar a la comunidad.

### **3.3.4. Vertido Controlado**

Este procedimiento consiste en verter y enterrar, en un área destinada para ese fin, todos los residuos inorgánicos que no puedan ser separados o aquellos que, producto de la separación, no puedan ser reutilizados. El vertido lo hará el camión, o carretillas si fueran cantidades menores, al pie de la pendiente de la celda de control<sup>24</sup>. Posteriormente, el cargador frontal pasará sobre los RSU por lo menos tres veces antes de cubrirla con tierra; esto se repetirá las veces que sea necesario si los volúmenes de RSU fueran grandes o frecuentes.

### **3.3.5. Separación**

Esta operación consiste en separar los residuos orgánicos e inorgánicos que no fueron seleccionados desde la prerrecolección, es importante considerar esta operación para aprovechar los recursos provenientes de los RSU y evitar llenar el relleno sanitario rápidamente. Se llevará a cabo en una instalación separada donde un grupo de personas vestidos con equipo de protección consistente en: guantes, mascarillas, gorros, gabachas y botas de hule; se encargarán de esta tarea. Como resultado de la separación se obtendrá papel, vidrio separado en colores, cartón, textiles, plástico, cobre, aluminio y materia orgánica. De no realizarse esta tarea inmediatamente, la materia orgánica iniciará su descomposición natural produciendo malos olores, que atraerán insectos y roedores. Con el tiempo se espera que esta operación disminuya ya que la labor de separación deberá hacerse desde el hogar.

---

<sup>24</sup>/ Celda de control, es aquella sección de terreno destinada para enterrar el material de desecho. Ver Figura 3.5 y 3.6

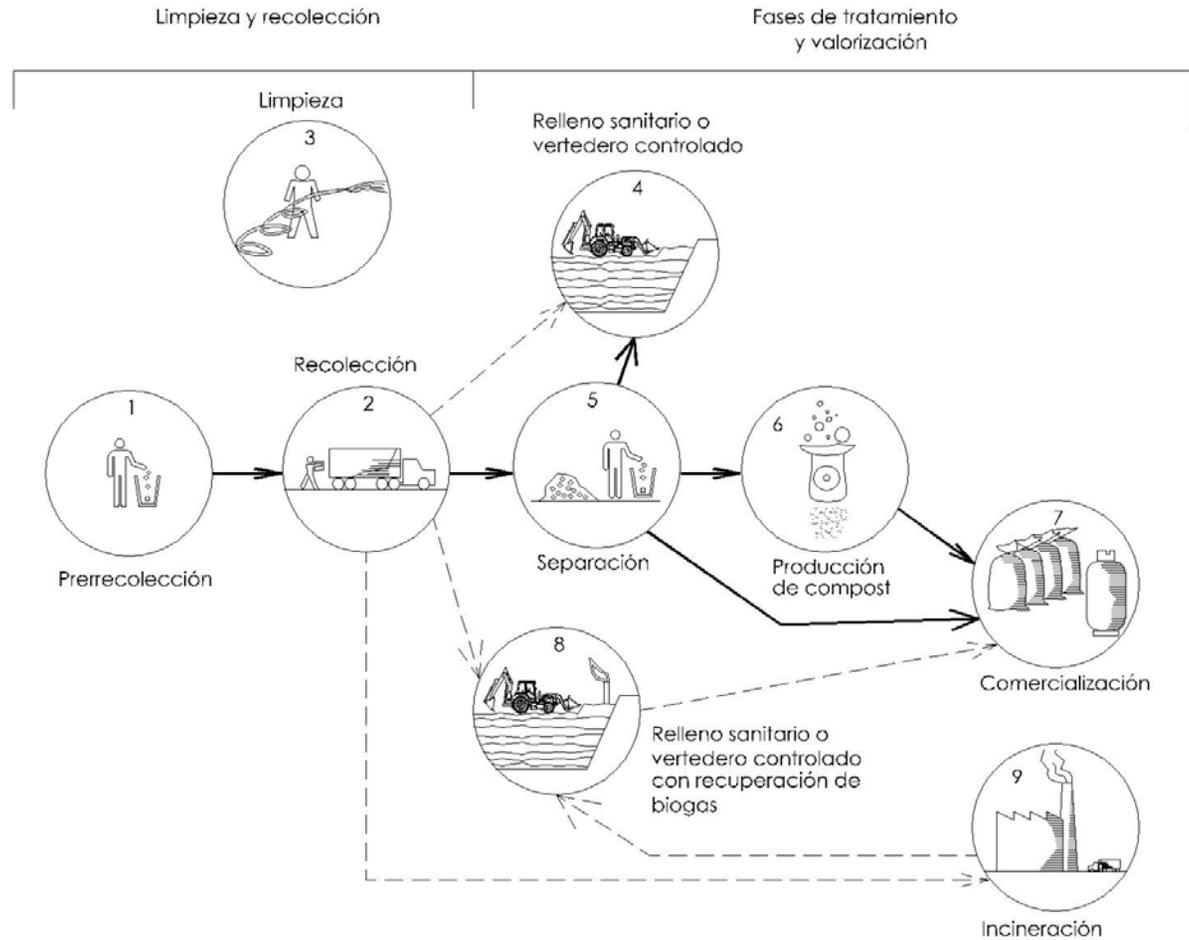
### 3.3.6. Producción de Compost

La descomposición de la materia orgánica con la ayuda de la lombriz coqueta roja<sup>25/</sup> producirá un abono orgánico llamado compost. Regularmente las lombrices desechan el 60% de lo que comen, de modo que esta será la cantidad de humus que se obtendrá del proceso. Las mejores condiciones para que logren su máximo desempeño son: temperatura ambiente de 25 grados centígrados, suelos con un pH de entre 6 y 7.5, y una humedad ente 75 y 80% para que puedan fragmentar los residuos y moverse entre ellos. Para que este proceso sea eficiente se dividirá el espacio designado para ello en cuatro áreas: una para recibir los residuos que servirán de alimento a la lombriz, otra parte para preparación de residuos, la tercera para establecer las camas o lechos donde las lombrices realizarán el trabajo de compost y una cuarta para cosechar y colocar el producto terminado.

---

<sup>25/</sup> Coqueta roja: Variedad de lombriz de apetito voraz, consume residuos orgánicos de tipo agropecuario, de la industria, ciudad, mataderos y otros.

Figura 3. 3 Cadena de Eliminación de RSU



Fuente: Elaboración propia con base al estudio técnico.

NOTA: Las líneas punteadas muestran alternativas de proceso. Sin embargo, la solución propuesta para Sanarate es con líneas continuas.

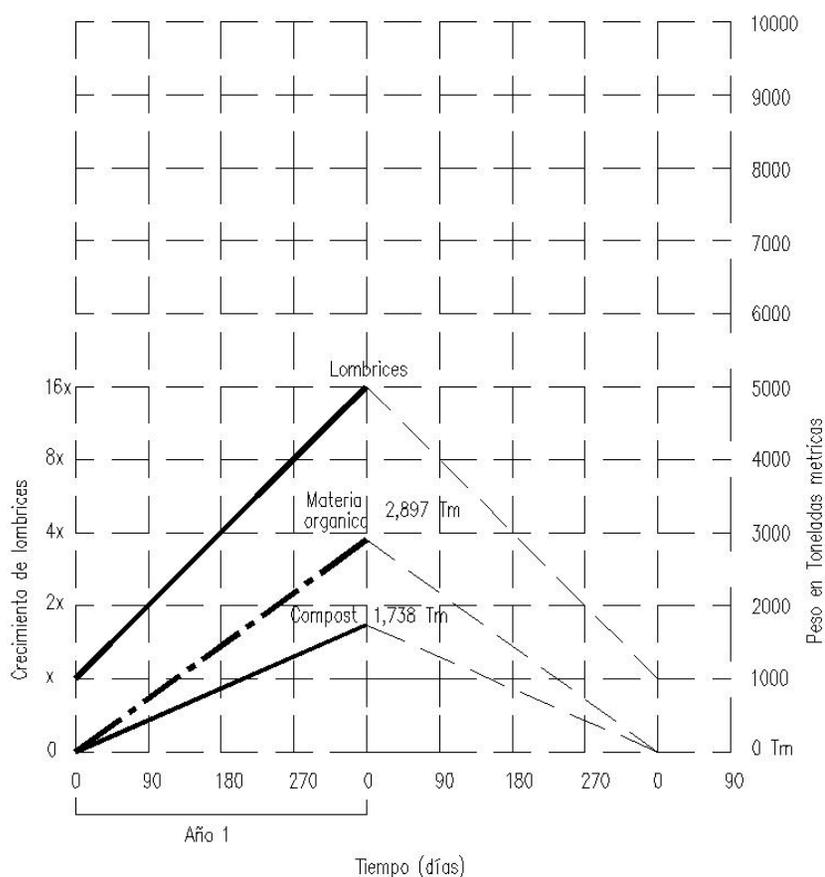
### 3.3.7. Comercialización

Esta tarea se llevará a cabo para coordinar el traslado y venta al cliente que requiera de los subproductos del tratamiento de los residuos sólidos, ya sea de la materia inorgánica separada para reciclaje, o del compost producido con la materia orgánica, así como de las lombrices que se alimentan de ella. Para ello el Departamento de Comunicación se encargará de realizar los contactos para posteriormente trasladar los productos a su destino coordinando con el Departamento de Transportes.

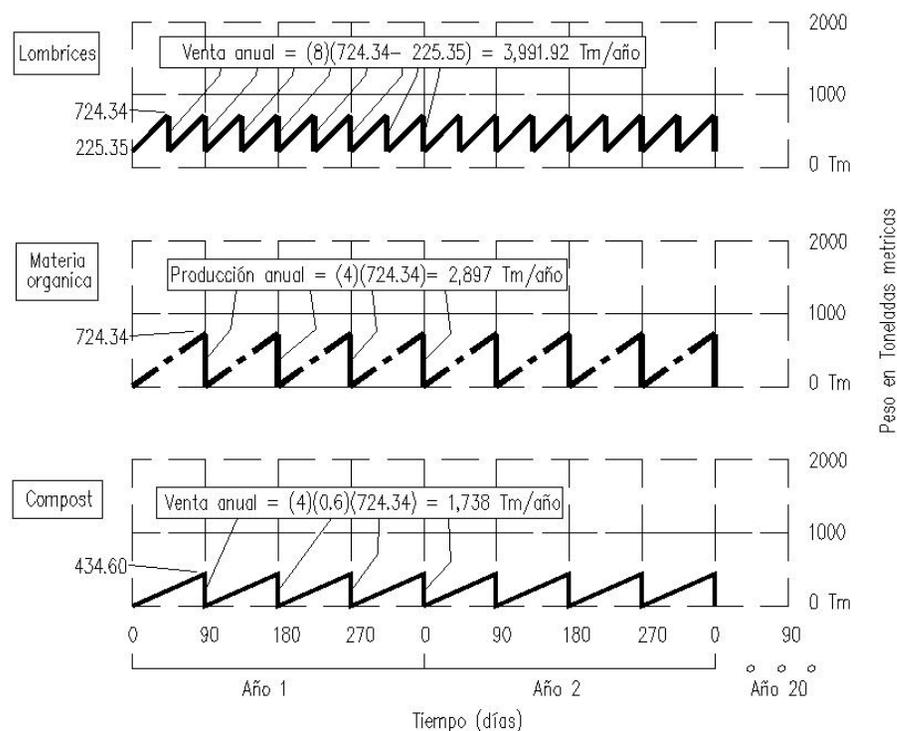
- **Producción Anual (Caso Ideal):** Para comercializar el compost y lombrices debe tomarse en cuenta que el volumen de materia orgánica se descompone y transforma en abono en 90 días; durante este tiempo las lombrices se duplican en número y en ciclos de 90 días, a final del año se habrán reproducido 16 veces (16x, Ver Figura 3.4) y se habrá producido el 60% de compost en peso con relación al 100% de materia orgánica inicial. Idealmente se produciría una vez durante todo el año y se vendería hasta tener el total, pero esto está lejos de la realidad por lo que es mejor mantener control sobre estas variables con un inventario mínimo de ambos productos. La siguiente figura muestra la producción anual y como debe generarse y venderse a lo largo del año.
- **Estrategia de Producción (Producir cada 90 días):** En el día cero se debe contar con una cantidad en peso de lombrices igual al 31.11% de la materia orgánica separada. Durante los primeros 90 días la lombrices se duplicaran dos veces (4x) y se producirá el 60% de abono orgánico, cada 45 días se deben vender lombrices y el total de abono orgánico producido para nuevamente tener en stock 225.35 Tm en peso de lombrices y cero de stock de abono orgánico, por otra parte se ha comenzado un nuevo inventario de materia orgánica para continuar con la producción. El inventario mínimo de lombrices se encontró gráficamente trabajando a escala con los valores calculados de materia orgánica y razón de crecimiento de lombrices, Ver Figura 3.4.

Figura 3. 4 Estrategia de producción e inventario

Producción Anual



Estrategia de Producción para comercialización



Fuente: Elaboración propia con base en el estudio técnico y de mercado.

Ver sección 3.3.7, segundo y tercer párrafo.

Del total de producción anual de lombrices únicamente se venderá el 25%, considerando saturación de mercado, disminución por depredadores naturales, materia orgánica contaminada, etc. =  $3,991.92 \times 0.25 = 998.98\ tm$  de lombrices/año.

### **3.3.8. Materia prima e Insumos principales**

La materia prima en este proyecto la constituyen los residuos sólidos generados en el municipio de Sanarate. Para 20 años de operación continua serán 149,078.71 toneladas métricas de RSU desde el 2006 hasta el 2026. Están excluidos aquellos productos de tipo industrial, hospitalario, y de construcción y/o demolición. Para los primeros dos es recomendable pagar el servicio para eliminarlos a través de incineración, y los terceros pueden ser botados en barrancos o en áreas que se necesite rellenar.

Los insumos y materiales serán: agua potable, servicio telefónico, combustibles, lubricantes, escobas, cepillos, mascarillas, guantes y demás equipo de limpieza y/o mantenimiento.

### **3.3.9. Residuos generados en el proceso**

El personal encargado de la operación de separación y producción de compost, utilizará mascarillas, guantes, anteojos y gorros para protección personal, éstos tienen una vida útil corta, por lo que serán reemplazados cada dos o tres días y formarán parte de los elementos de reciclaje según sea el caso.

Durante los mantenimientos se reemplazarán neumáticos y aceites; estos deben recibir un tratamiento externo, o pueden ser vendidos para su posterior uso en la industria como combustibles. También se reemplazarán filtros, bujías, acumuladores y otros elementos reemplazo de los vehículos que son reutilizados por algunos distribuidores y fabricantes locales.

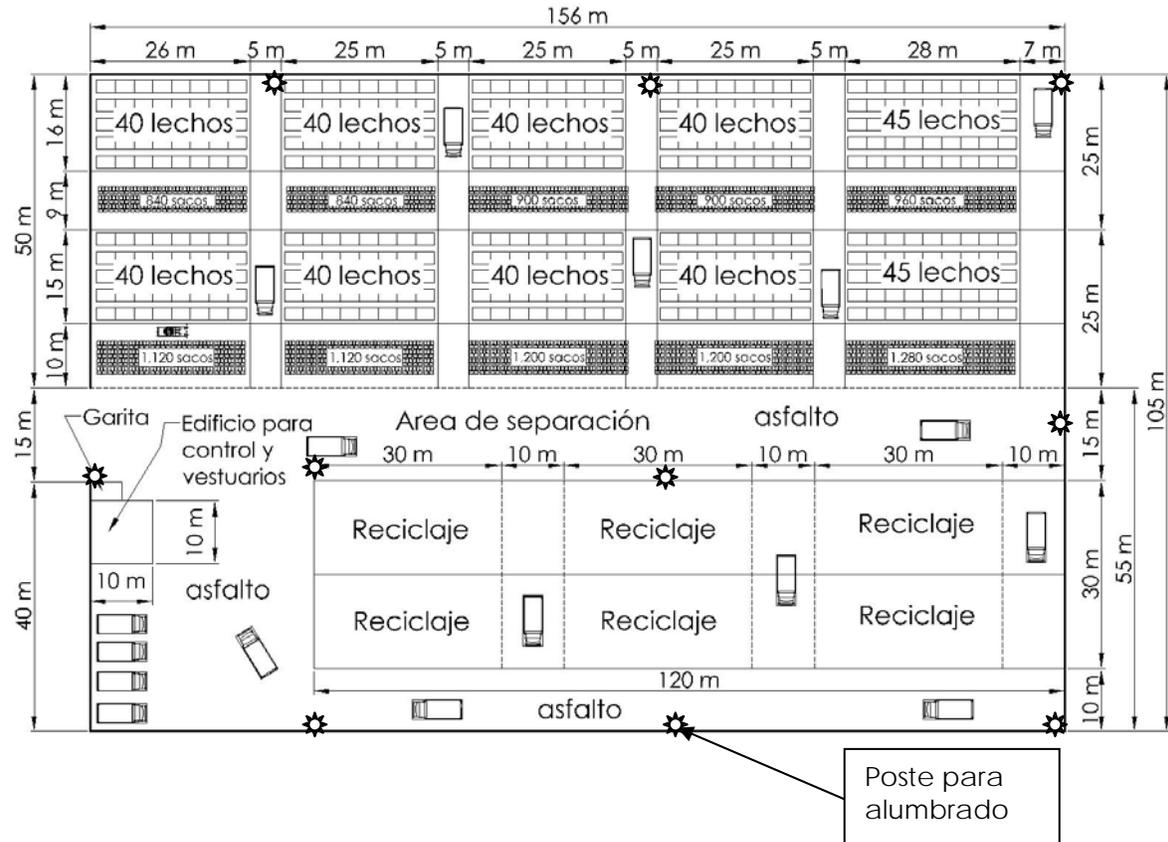
### **3.4. Descripción de instalaciones**

A continuación se describe la obra física necesaria para la planta de tratamiento de residuos sólidos en Sanarate.

**3.4.1. Terreno**

Este deberá tener como mínimo 105 x 156 metros por el interior, deberá estar rodeado por un cerco de protección con postes de 2.5 metros de longitud sobre el nivel del suelo a cada 10 metros y alambre espigado entre cada uno de ellos. Además deberá estar rodeado por una protección para aguas superficiales y tendrá 10 postes para iluminación de 500 watts cada uno. Tal como lo indica la Figura 3.5 y Figura 3.6.

**Figura 3. 5 Vista en planta del área de tratamiento de RSU en Sanarate**

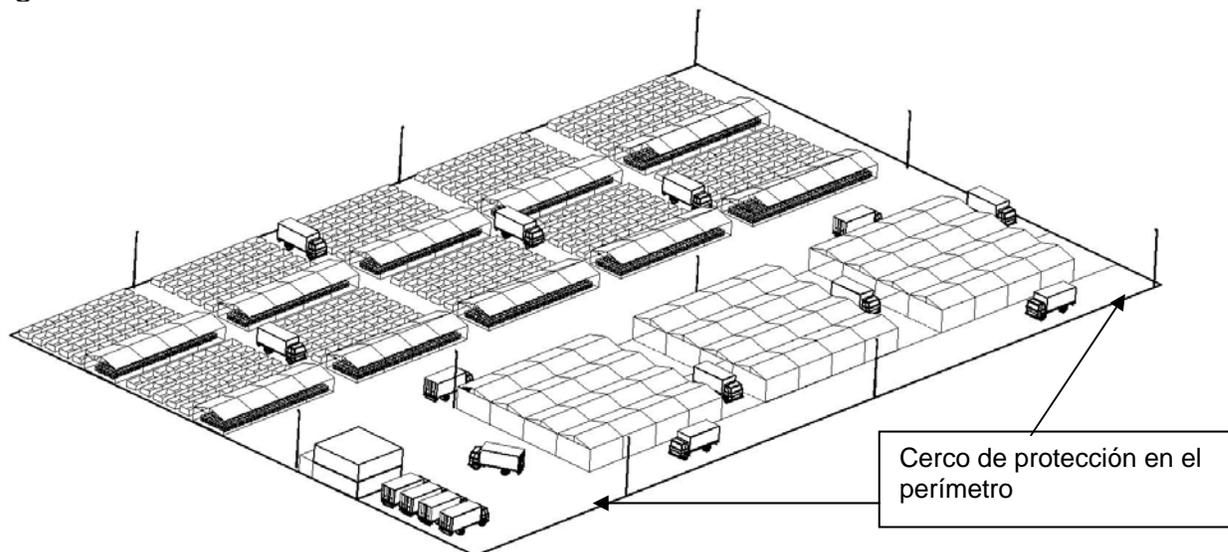


Fuente: Elaboración propia con base en el estudio técnico y de mercado.

NOTA: La celda de control está diseñada para la Alternativa 2 donde se enterrará el 10% de la materia inorgánica no reciclable durante los 20 años de operación.

 Postes con luminarias de 500 watts

Figura 3. 6 Isométrico del área de tratamiento de RSU en Sanarate



Fuente: Elaboración propia con base al estudio técnico y de mercado.

### 3.4.2. Movimiento de tierra

La Obra Civil deberá iniciar con el estudio topográfico para ubicar sobre la superficie las diferentes instalaciones y rutas de trabajo. A partir de este estudio se ubicará el lugar donde se realizarán las zanjas para construir los cimientos de las instalaciones, drenajes, etc.

### 3.4.3. Construcción de instalaciones y galeras

El área de producción de compost necesita una superficie de 50 x 156 metros para instalar los lechos<sup>26/</sup> y empacar el compost o producto final en costales. Toda esta superficie tendrá por debajo una geomembrana para evitar la filtración de lixiviados al subsuelo. El compost empacado será protegido por 10 galeras ubicadas entre los grupos de lechos para facilitar su movilidad y extracción para venta. Ocho de estas galeras estarán construidas sobre una superficie aproximada de 7 x 25 metros y las dos restantes serán de 7 x 28 metros, serán fabricadas de estructura metálica liviana con techo de dos aguas y forrado con lámina galvanizada. Tendrán una superficie total de construcción de 1,792 metros cuadrados. Ver Figura 3.5

<sup>26/</sup> Lechos: Sitio donde se aloja la materia orgánica y las lombrices para producción de compost. Está formado por cuatro paredes de madera y cubierta superior de plástico o cedazo.

La producción de compost es una operación muy sencilla que no necesita instalaciones especiales, más que ventilación natural, poca iluminación y que la materia orgánica no esté contaminada con agentes sintéticos o químicos.

Debido a que los lechos necesitan poca iluminación cada uno deberá cubrirse con nylon para protegerlos del ambiente. Los lechos serán construidos de madera con una altura de 90 centímetros, tendrán un ancho de 2 metros y una longitud de 3 metros, se unirán en la sección de 2 metros tantos lechos según se necesite, para este caso su unión en serie varía entre 25 y 28 metros.

El área de reciclaje de materia inorgánica estará formada por 3 edificios principales de 30 x 30 metros que a su vez estará formado por galerías estructura metálica liviana con techos de dos aguas y forrados con lámina galvanizada. La superficie total para su construcción es de 2,700 metros cuadrados. Ver Figura 3.5

El área de separación de materia orgánica e inorgánica se realizará al aire libre en el corredor central del terreno que tiene una superficie de 15 x 156 metros y desde el que se distribuirá cada una hacia su lugar correspondiente para producir compost o materia reciclada.

Las instalaciones deberán contar con los servicios básicos de agua potable, servicios sanitarios, suministro de energía eléctrica para los trabajadores, así como la infraestructura para realizar el tratamiento adecuado para la valorización de los residuos.

**El edificio de control y vestuarios**, tendrá una superficie de 10 x 10 metros, con dos niveles de construcción. Esta área será destinada para la sección administrativa del RSU, así como vestuario para los trabajadores. Estas también deberán contar con los servicios básicos, agua potable, servicios sanitarios, duchas, energía eléctrica y comunicación telefónica.

La garita, estará ubicada a la entrada de la planta de tratamiento y tendrá una superficie de 3 x 5 metros, será construida con la misma calidad que el edificio de control y vestuarios.

#### **3.4.4. Báscula**

Para llevar el control sobre la cantidad de RSU que ingresa a las instalaciones será necesario instalar una báscula en la entrada, ésta servirá tanto para conocer la cantidad acumulada en RSU, como para determinar el cobro por el ingreso al vertedero.

### 3.4.5. Camiones de transporte

Los camiones de transporte se dedicarán a prestar el servicio de acarreo de los residuos desde el lugar de recolección hasta la planta de tratamiento. Se consideró el último año como el promedio de RSU generados anualmente de 8,715 tm / año = 23.87 tm / día, más un margen de seguridad de 20% serán 30.70 tm / día. Cada camión tiene una capacidad de transporte de 10 tm y hará 2 viajes diarios (10 tm/camión x 2 es x 2 viajes/día = 40 tm/día), lo cual indica que por capacidad de carga 2 camiones pueden realizar el trabajo. Sin embargo por distancia y tiempo de transporte, es mejor dividir la recolección de RSU en 4 rutas, siendo necesario 4 camiones para realizar la tarea de transporte.

Las rutas a seguir incluyen las siguientes poblaciones:

- Ruta 1; Santa Rosa, Paraíso, El Peñasco, Potrero Grande, Plan de Buena Vista, Plan de la Lima, Cerro Blanco, El Carmen, Cuevesitas, Jiquilite, Chiquirines, San Rafael, Caracol, El Estoraque, Aguacate, Agua Dulce, La Laguna, Punta de la Barranquilla, Cucajolito y Cucajol.
- Ruta 2; El Júcaro, Quebrada Seca, Los Plumajes, Ronronal, Sabaneta, Pato Pique, El Sinaca, El Cubano, Caserío Cubano, Capulín, El Terrero, San Miguel Conacaste, Chichicaste, Los Chicos, Terrerito, El Amatillo, Pila Escondida y El Pino.
- Ruta 3; El Florido, Nuevo Amatillo, Los Izotes, Jutiapilla, El Upayón, Agua Salobrega, Conacastón, Monte Grande, Sanarate, Coyotera, La Tubería, La Cumbre y Puente Plátanos.
- Ruta 4; El Jute, Barranquillo, El Chilar, Hato Viejo, El Trapichito, Briseña, Sinsirisay, El Arenal, San Juan, Llano de Morales, Los Ocotes, Finca Esperanza, Quebrada Grande y Montepeque.

Los camiones deberán tener palangana de volteo hidráulico y utilizar diesel como combustible.

### 3.4.6. Mini cargador frontal neumático

En plantas como esta, un equipo de esta categoría tiene mayor versatilidad. Se debe utilizar un mini cargador frontal con una pala y ruedas que pueda movilizar 1 tonelada métrica (Caterpillar 942B), puede acoplar y extender los RSU, así como realizar cierta compactación. Puede servir como medio de transporte y carga interna.

### 3.4.7. Mobiliario y equipo de oficina

El mobiliario formará parte del equipo necesario para las operaciones tanto administrativas como de operación para los empleados; éste consistirá en: 7 computadoras, 20 lockers, 10 sillas, 4 escritorios, 4 bancas y otros. Ver Cuadro 6.3

### 3.4.8. Sistema de agua potable

El servicio de agua potable no llegará hasta donde se encuentre el relleno sanitario ya que su ubicación estará fuera del perímetro de la ciudad. Por lo que debe pensarse en el almacenamiento de agua en un recipiente y su distribución por medio de una red de tuberías y una bomba. El agua se extraerá de un pozo construido específicamente para la planta de tratamiento se almacenará en el tanque y quedará lista para su posterior uso.

**Cuadro 3. 1 Consumo de agua potable**

Area	Consumo de agua - litros/día				Subtotal litros
	Personal	Camiones/vehículos	Maquinaria pesada	Proceso	
Producción	800	400	200	136.67	1,536.67
Administración	128	0	0	0	128
Ventas	0	0	0	0	0
Total = 1,664.67 litros/día = 1.66 m3/día					

*Fuente: Elaboración propia con base al estudio técnico del consumo de agua.*

Además de las cantidades mostradas en el cuadro anterior, cada sección de producción de compost (lecho, para mayor detalle ver 3.4.3 de este documento) necesita 30 litros de agua cada tres meses, es decir 10 litros mensuales, son un total de 410 secciones de producción de compost de 3 x 2 metros, por lo que es necesario suministrar adicionalmente 4,100 litros mensuales = 136.67 litros/día.

### 3.4.9. Sistema eléctrico

El sistema eléctrico será básicamente utilizado para las instalaciones administrativas y el área de producción utilizada para la separación y producción de compost. La potencia eléctrica instalada para los equipos de las diferentes áreas no requerirá voltajes superiores a los domiciliarios, por lo que se puede adquirir una planta de energía para el suministro eléctrico únicamente para emergencia del área administrativa, con una potencia de suministro de 5 kW. La instalación formal de energía eléctrica deberá realizarse a través de las líneas aéreas de potencia que la DEORSA tiene a la orilla de la carretera y separadas 100 metros de donde se encontrará la planta.

**Cuadro 3. 2 Demanda de energía eléctrica**

Área	Potencia – Watts			Subtotal Watts.hora
	Computadoras	Iluminación	Motores eléctricos	
Administración	3 x 150 W	4 x 100 W	0	850 W
Comunicación	3 x 150 W	5 x 100 W	0	950 W
Producción	1 x 150 W	8 x 100 W + 7 x 500 W	1 x 373 W	4,823 W
Transporte	0	2 x 100 W	0	200
Total = 5,023 Watts				

*Fuente: Elaboración propia con base al estudio técnico del Sistema Eléctrico.*

**Cuadro 3. 3 Consumo de combustible Diesel**

Área	Consumo de combustible Diesel - galones/día			Subtotal galones
	Planta eléctrica	Camiones/vehículos	Maquinaria pesada	
Producción	4	20	10	34
Administración	0	0	0	0
Ventas	0	0	0	0
Total = 34 galones/día				

*Fuente: Elaboración propia con base al estudio técnico y equipos de combustión interna.*

#### **3.4.10. Sistema de drenajes**

Los drenajes serán necesarios para la conducción de las aguas negras producidas por las áreas de producción y administración, habrá un drenaje libre con tubería de concreto de 8 pulgadas de diámetro.

El drenaje será conducido hacia un pozo de absorción para su tratamiento. El pozo de absorción tendrá la capacidad de captar el 300% del volumen de agua utilizado por el sistema de agua potable diario, es decir, que se deberá cavar una pozo de  $1,272 \times 3 = 3,816$  litros =  $3.816 = 4$  metros cúbicos.

#### **3.4.11. Sistema de comunicación**

La comunicación externa, con proveedores, municipalidad, etc., se realizará a través de telefonía celular y la comunicación interna con radio comunicación. La primera será adquirida para uso del área administrativa y la segunda para el área administrativa y operativa.

Los teléfonos celulares deberán tener los requerimientos y accesorios mínimos necesarios para establecer comunicación, entre estos están: Batería, cargador y número telefónico activado.

Los radios deberán ser de dos bandas con una base de comunicación con antena para que todos se encuentren dentro de la misma frecuencia de comunicación, alcance de 20 kilómetros a la redonda. Cada radio deberá contar con los accesorios mínimos necesarios para su operación, como lo son: Cargador, batería y porta radio.

Los equipos de comunicación serán distribuidos según se muestra en el Cuadro 3.4

**Cuadro 3. 4 Sistema de comunicación**

Personal	Teléfonos	Radios
Asesor	1	1
Jefe de Planta	1	1
Jefe de Producción	1	1
Jefe de comunicación	1	1
Secretaria	1	1
Personal de recolección	0	0
Piloto	0	4
Personal de disposición final	0	0
Personal de separación	0	0
Personal de compost	0	0
Personal de comunicación	4	0
Guardia de seguridad	1	1
<b>Total</b>	<b>10</b>	<b>10</b>

*Fuente: Elaboración propia con base al estudio técnico.*

### **3.5. Procedimientos previos a la instalación de la planta**

El departamento de comunicación deberá lanzar una campaña de comunicación formal para formar conciencia ambiental, así como orientar a la población a crear un ambiente limpio y contribuir con los propósitos del proyecto. Para ello deberá usar como medio de divulgación la prensa escrita local o trifoliales, así como la radio y la televisión (cable local).

Así también deberán realizarse los contactos con clientes potenciales de los productos obtenidos del tratamiento de los RSU.

### **3.6. Resumen estudio técnico**

Este estudio incluye el cálculo para determinar el tamaño adecuado del terreno para que la planta pueda procesar un promedio de 23.87 toneladas métricas de RSU por día.

También se define la macro y microlocalización del sitio para evitar futuras contaminaciones en el manto freático o poblaciones cercanas para ello se incluyen secciones del mapa del departamento de El Progreso que determinan su ubicación. Se detalla el proceso que implica el tratamiento de residuos sólidos desde que se recogen con el usuario, hasta la disposición final y comercialización.

Se describe la obra física que propone el tamaño de sus instalaciones para la operación de las diferentes fases de proceso, así como las instalaciones administrativas para su control. Ver Figura 3.5.

Para que el funcionamiento de la planta sea eficiente también se propone el equipo necesario que prestará servicios como, electricidad y agua en función de la demanda interna. También será necesario incluir otros equipos para ayuda del proceso sugerido (Ver Figura 3.3) para tratamiento de los RSU, entre ellos tenemos cuatro camiones de transporte, un mini cargador frontal y otros equipos menores.

Dentro de las alternativas de solución se encuentra incinerar la materia inorgánica, de esto se presentan algunos detalles únicamente para que el lector conozca de él, pero no forma parte de solución final para Sanarate.

La estrategia para comercialización estará determinada por la cantidad de materia orgánica recibida dentro de la planta para producción de compost, para ello se recomienda producir y vender cada 45 y 90 días. Ver Figura 3.4.

## CAPÍTULO IV

---

### 4. ESTUDIO LEGAL Y ADMINISTRATIVO

---

En Guatemala las acciones relacionadas con el manejo de residuos están limitadas por la Ley de Protección del Medio Ambiente, así también existen otras leyes o reglamentos que influyen en el correcto y legal funcionamiento del mismo. Por otra parte este capítulo incluye la propuesta administrativa con el personal que es necesario para cada área de trabajo, el cálculo de salarios y prestaciones, así como su respectiva descripción y perfil de puestos.

#### 4.1. Figura legal

Es necesario que la administración de la planta de tratamiento de RSU tenga autonomía jurídica y financiera a través de un **Fideicomiso de administración y pagos**<sup>27/</sup>, este será un servicio prestado por algunos de los bancos del sistema. Actualmente, Sanarate cuenta con dos bancos: el GyT Continental y el Agromercantil.

##### 4.1.1. Fiducia

Mediante la fiducia una persona natural o jurídica (fideicomitente) confía a una sociedad fiduciaria (banco del sistema) uno o más de sus bienes, para que cumpla con una finalidad determinada en el contrato.

Esta finalidad puede ser en provecho del mismo propietario o de otra persona (beneficiario).

La fiducia es un mecanismo elástico, pues permite realizar todas las finalidades lícitas que las necesidades o la imaginación determinen.

Como consecuencia de la fiducia, una entidad especializada y profesional (la fiduciaria), se compromete a realizar su mejor esfuerzo para conseguir la finalidad que le señala su cliente, con lo bienes recibidos para el efecto.

La sociedad fiduciaria nunca adquiere la propiedad absoluta de los bienes recibidos en fiducia.

---

<sup>27/</sup> Ver sección 4.1.2. de este documento.

#### **4.1.2. Fideicomiso de administración y pagos**

Es un producto del sistema bancario que se desarrolla especialmente al servicio de las entidades públicas, que en muchos casos no cuentan con la infraestructura necesaria para efectuar pagos con la oportunidad o el cubrimiento territorial que se requiere.

El fideicomitente entrega a la fiduciaria una suma de dinero con el fin de que efectúe una serie de pagos y con el fin de que, mientras se efectúan dichos pagos, la invierta productivamente, en la forma en que el fideicomitente determine.

Al lado de esta gestión, es usual que la fiduciaria también se encargue de realizar los trámites previos a la celebración de los contratos que dan origen a los pagos.

#### **4.2. Aspectos legales y fiscales**

En esta sección se mencionan las principales disposiciones contenidas en las leyes, acuerdos y/o resoluciones que se relacionan con el proyecto.

##### **4.2.1. Constitución Política de la República de Guatemala**

En la SECCIÓN SÉPTIMA, sobre Salud, Seguridad y Asistencia Social, Artículo 97 de Medio ambiente y equilibrio ecológico, La Constitución Política de la República de Guatemala dice: “El Estado, las municipalidades y los habitantes del territorio nacional están obligados a propiciar el desarrollo social, económico y tecnológico, que prevenga la contaminación del ambiente y mantenga el equilibrio ecológico. Se dictarán todas las normas necesarias para garantizar que la utilización y el aprovechamiento de la fauna, de la flora, de la tierra y del agua, se realicen racionalmente, evitando su depredación”.

#### **4.2.2. Ley del Impuesto Sobre la Renta**

El inciso a) del artículo 6 de la Ley de Impuesto Sobre la Renta, establece que está exenta de pago del impuesto, las rentas que obtengan los organismos del Estado, y sus entidades descentralizadas y autónomas, las municipalidades y sus empresas excepto las provenientes de personas jurídicas formadas con capitales mixtos. Así mismo, el inciso e) del mismo artículo establece que los intereses y las comisiones de préstamos contratados en el exterior por los organismos del Estado, las municipalidades y sus entidades, también están exentos del pago del Impuesto Sobre la Renta.

#### **4.2.3. Ley del Impuesto al Valor Agregado**

La ley de Impuesto al Valor Agregado –IVA- y su reglamento, no presenta exenciones relacionadas con organismos del estado o municipalidades y sus empresas.

Esto quiere decir que cualquier organismo municipal debe estar inscrito ante la SAT para control de pago del Impuesto al Valor Agregado.

#### **4.2.4. Código Tributario**

Según el Código Tributario, Capítulo I, artículo 1, sobre el campo y carácter de aplicación, dice: “Las normas de este Código son de derecho público y regirán las relaciones jurídicas que se originen de los tributos establecidos por el Estado, con excepción de las relaciones tributarias aduaneras y municipales, a las que se aplicarán en forma supletoria”.

“También se aplicarán supletoriamente a toda relación jurídico tributaria, incluyendo las que provengan de obligaciones establecidas a favor de entidades descentralizadas o autónomas y de personas de derecho público no estatales”.

#### **4.2.5. Código de Trabajo**

Lo consignado en el Código de Trabajo es necesario para regular lo relacionado con: los contratos individuales de trabajo; las obligaciones de los patronos; obligaciones de los trabajadores; terminación de contratos de trabajo; salarios mínimos; jornadas de trabajo; descansos semanales y días de asueto, prestaciones y bonificaciones laborales entre otras.

El Código de trabajo establece la obligación del patrono para adoptar las precauciones necesarias para proteger eficazmente la vida, la seguridad y la salud de los trabajadores que prestan sus servicios. Para ello deberán adoptarse algunas medidas para prevenir accidentes, prevenir enfermedades profesionales, y eliminar las causas que las provocan, prevenir incendios, proveer un ambiente sano de trabajo, etc.

#### **4.2.6. Trámite ante el Instituto Guatemalteco de Seguridad Social**

Todo patrono, persona individual o jurídica que ocupe tres o más trabajadores, está obligado a inscribirse en el régimen de seguridad social. Al emplearse los servicios de los trabajadores indicados, el patrono está obligado a descontar la cuota laboral y gestionar inmediatamente su inscripción en el régimen de seguridad social.

#### **4.2.7. Ley de Protección y Mejoramiento del Ambiente**

En el Capítulo I, Principios Fundamentales, Artículo 8 (Reformado por el Decreto del Congreso Número 1-93) dice: Para todo proyecto, obra, industria o cualquier otra actividad que por sus características puede producir deterioro a los recursos naturales renovables o no, al ambiente, o introducir modificaciones nocivas o notorias al paisaje y a los recursos culturales del patrimonio nacional, será necesario previamente a su desarrollo un estudio de evaluación del impacto ambiental, realizado por técnicos en la materia y aprobado por la Comisión del Medio Ambiente. El funcionario que omitiere exigir el estudio de Impacto Ambiental de conformidad con este Artículo, será responsable personalmente por incumplimiento de deberes, así como el particular que omitiere cumplir con dicho estudio de Impacto Ambiental será sancionado con una multa de Q5,000.00 a Q100,000.00. En caso de no cumplir con este requisito en el término de seis meses de haber sido multado, el negocio será clausurado en tanto no cumpla.

En el Capítulo II, Artículo 15, inciso d) de la Ley de Protección y Mejoramiento del Ambiente, indica que debe demostrarse técnicamente los casos en que debe producirse o permitirse el vertimiento de residuos, basuras, desechos o desperdicios en una fuente receptora, de acuerdo con las normas de calidad del agua. Esto al igual que las especificaciones sobre el lugar correcto para instalar una planta para tratamiento de residuos sólidos, busca no contaminar el manto freático o la fuente directa de agua potable.

Así también en el Capítulo V, artículo 18, se mencionan que será El Organismo Ejecutivo quien emitirá los reglamentos correspondientes, relacionados con las actividades que puedan causar alteración estética del paisaje y de los recursos naturales, provoquen ruptura del paisaje y otros factores considerados como agresión visual y cualesquiera otras situaciones de contaminación y visual, que afecten la salud mental y física y la seguridad de las personas.

#### **4.2.8. Código Municipal**

La literal e) del artículo 68 de este Código (Decreto Número 12-2002 del Congreso de la República de Guatemala), indica que es de competencia municipal la autorización de licencias de construcción de obras públicas o privadas en la circunscripción del municipio. Por su parte el artículo 142 establece que cualquier forma de desarrollo urbano o rural que realicen personas individuales o jurídicas, deberá contar con la aprobación y autorización de la municipalidad local. Estas formas de desarrollo , además de cumplir con las leyes que las regulan, deberán comprender y garantizar como mínimo, el establecimiento, funcionamiento y administración de los servicios públicos siguientes:

- a) Vías, calles, avenidas; camellones y aceras de las dimensiones, seguridades y calidades adecuadas, según su naturaleza.
- b) Agua potable y sus correspondientes instalaciones, equipos y red de distribución.
- c) Energía eléctrica, alumbrado público y domiciliario.
- d) Alcantarillado y drenajes generales y conexiones domiciliarias.
- e) Áreas recreativas y deportivas, escuelas, mercados, terminales de transporte y de pasajeros, y centros de salud.

#### **4.1.9. Ley General de Descentralización (Descentralización del Órgano Ejecutivo Municipal)**

La Alcaldía de Sanarate no tiene capacidad técnica ni recursos humanos suficientes para ejercer el control de los servicios públicos y la gestión social se ve impedida por las dimensiones y complejidad del Municipio.

El Consejo Municipal de Desarrollo tiene atribuciones limitadas, por lo que no ha podido ejercer ningún control sobre las obras y ejecución presupuestaria de los fondos de co participación, mucho menos es posible un acceso a la gestión en general.

Estas carencias pueden ser resueltas a través de la aplicación de la Ley General de Descentralización que establece la “Descentralización el proceso mediante el cual se transfiere desde el Organismo Ejecutivo a las municipalidades y demás instituciones del Estado...”<sup>28/</sup>

Las atribuciones del Consejo Municipal de Desarrollo le permiten supervisar la eficiente y eficaz prestación de los servicios públicos a través de una auditoria social de la gestión pública.<sup>29/</sup>

A partir de la implementación de la Ley de los Consejos de Desarrollo Urbano y Rural y su Reglamento se han logrado avances importantes en la capacidad de gestión de los sectores populares de la ciudad. Este logro permite prever de manera optimista la mayor participación de las organizaciones de base en el control de gestión de los servicios públicos, siempre que estos están descentralizados y al alcance de los usuarios.

La segmentación territorial y sectorial del Ejecutivo Municipal permitirá un control efectivo de la población sobre la calidad de los servicios públicos y la correcta aplicación de los recursos municipales.

Las dificultades que representa para el Municipio el control de cobro de tarifas por parte de la unidad jurídica formada, así como el engorroso trámite de transferencias de fondos hacia la Municipalidad, hace necesario diversificar este sistema mediante convenios con cooperativas de agua (existentes en algunos municipios), por ser éstas de menor escala y más fáciles de fiscalizar.

La relación entre la Alcaldía, los usuarios organizados y representados a través de sus COCODES y la Microempresa, son condiciones que garantizan una efectiva y eficiente prestación de servicios públicos. Esta modalidad además facilita la disposición del pago de servicios por parte de los usuarios a través de cooperativas locales.

#### **4.1.10. Fortalecimiento de los Consejos Comunitarios de Desarrollo, COCODE**

Actualmente los Municipios alrededor de la ciudad de Sanarate sólo cuentan con “Coordinadores Municipales” sin atribuciones definidas ni recursos económicos.

---

<sup>28/</sup> Ley General de Descentralización y su reglamento, Acuerdo gubernativo 312-2002. Capítulo I, Disposiciones Generales, Artículo 2.

<sup>29/</sup> Ley de los Consejos de Desarrollo Urbano y Rural y su Reglamento, Acuerdo Gubernativo 461-2002. Capítulo VII, Del Consejo Municipal, Integración y Funciones, Artículo 44.

Una ventaja adicional sería la participación de diversos actores sociales en tareas de prevención, educación ambiental y cuidado de los recursos naturales, para aliviar las presiones que se ejercen actualmente sobre el Municipio en demanda de mejor y mayor atención a las necesidades de los barrios y colonias.

#### **4.1.11. Formación, consolidación y fortalecimiento de la Oficina de Conservación Ambiental.**

La Oficina de Conservación Ambiental será el organismo municipal encargado del control y fiscalización del Aseo Urbano, es preciso que se consolide y fortalezca a partir de lo siguiente:

- a) Trámite de su Personería Jurídica a través de un Fideicomiso de Administración a través de alguno de los bancos del sistema.
- b) Conformación y vigencia de un Directorio en el que tengan participación representantes del Municipio y la Sociedad Civil organizada.
- c) Estructuración empresarial a partir de establecer su patrimonio, independencia política, administrativa, económica y financiera.
- d) Desarrollo Institucional mediante dotación de estatuto orgánico, reglamentos y manuales de funciones.
- e) Organización de sistemas administrativo, contable y de presupuestos.
- f) Sistema de control sobre la facturación de las empresas contratadas y/u otras entidades de cobro de tarifas.
- g) Estabilidad funcionaria y capacitación técnico y administrativa a sus empleados.

#### **4.1.12. Participación comunitaria en la gestión**

Una población involucrada en la gestión de Residuos Sólidos permite la reducción de los RSU, los procesos de selección y reutilización, mediante la educación ambiental y la acción directa de la población a través de escuelas, colegios, Juntas Vecinales y Organizaciones Funcionales de Base.

El servicio de aseo urbano contratado sería mejor controlado si la comunidad conociera los términos y alcances de su compromiso.

Los usuarios de cada Distrito podrían participar a través de la unión de juntas vecinales y en estrecha relación con Alcaldías, para hacer seguimiento a la calidad del servicio de aseo urbano y efectuar tareas de apoyo al operador de la zona.

**Según el estudio de mercado efectuado, la población está dispuesta a pagar por el aseo urbano,** pero demanda servicios de calidad y control de gestión.

Para hacer posible esta participación se requiere el diseño de normas y procedimientos muy claros para ser un instrumento útil de trabajo y evitar los excesos y confusión de roles.

Los primeros responsables de la falta de aseo urbano son los propios habitantes que colocan los RSU fuera de lugar. Se deberá generar la conciencia de que la mejor manera de limpiar es no ensuciar, mediante campañas de educación ambiental y de limpieza por aldea y municipio.

#### **4.3. Estudio administrativo**

Este estudio estará relacionado con el cálculo de personal necesario, las planillas de pago de salarios, el organigrama general y la descripción y perfil de puestos.

##### **4.3.1. Cálculo del Personal Necesario**

El personal de la planta trabajará dentro de un horario de 7:00 a 12:00 horas para la jornada matutina y de 13:00 a 17:00 horas para la jornada vespertina, ambas jornadas formarán parte del día de trabajo ordinario, lo anterior se cumplirá de lunes a jueves y el viernes la salida será a las 16:00 horas para completar las 44 horas de trabajo ordinario durante la semana, como lo establece el Código de Trabajo. Otras regulaciones laborales establecidas por la ley serán consideradas cuando el horario de trabajo sea diferente al mencionado anteriormente.

**Cuadro 4. 1 Personal requerido para la planta de tratamiento de RSU**

Periodo de trabajo (años)	Puesto	Plazas	Salario mensual (sin bonificación)
<b>Personal Profesional</b>			
0 y 1	Asesor	1	Q 20,000.00
0 al 20	Jefe de Planta	1	Q 9,750.00
1 al 20	Jefe de Producción	1	Q 5,750.00
0 al 20	Jefe de comunicación	1	Q 5,750.00
<b>Personal Técnico</b>			
1 al 20	Secretaria	1	Q 3,750.00
1 al 20	Personal de recolección	8	Q 2,750.00
1 al 20	Piloto	4	Q 2,750.00
1 al 20	Personal de disposición final	3	Q 2,750.00
1 al 20	Personal de separación	3	Q 2,750.00
1 al 20	Personal de compost	3	Q 2,750.00
0 al 20	Personal de comunicación	4	Q 3,750.00

*Fuente: Elaboración propia con base al Estudio Técnico.*

#### **4.3.2. Planilla de Salarios del Personal**

Para la planilla de salarios y el cálculo de prestaciones imputables al patrono, se utiliza la siguiente base legal:

Bonificación incentivo (Bono salarial)

Artículo 7 del Decreto No. 78-89 del Congreso de la República de Guatemala.

Bonificación Anual (Bono 14)

Artículo 2, párrafo segundo del Decreto No. 42-92 del Congreso de la República de Guatemala.

Aguinaldo

Artículos 1 y 9 de la Ley Reguladora de la Prestación del Aguinaldo para trabajadores públicos y privados, y artículo 102 literal j) de la Constitución de la República de Guatemala.

### Vacaciones

Artículo 106, literal i) de la Constitución Política de la República de Guatemala; artículos 82, 130, 131, 133 y 134 del Código de Trabajo; y artículo 6 del decreto No. 64-92.

### Indemnización

Artículo 82 del Código de Trabajo; artículo 4 de la ley de Bonificación Anual para Trabajadores del Sector Privado y Público (Decreto No. 42-92).

### Ventajas Económicas

De conformidad con el artículo 90, último párrafo del Código de Trabajo, el cálculo debería de hacerse con base en el salario ordinario. Sin embargo, el procedimiento utilizado por la Inspección General de Trabajo y en la práctica judicial se hace con base al valor de la indemnización calculada, por lo que se toma esta última.

Los resultados de la planilla de salarios y sus respectivas prestaciones se muestran en el Cuadro 4.2. Estos cálculos han sido redondeados por simplificación al entero próximo.

Cuadro 4. 2 Planilla del personal para la planta de tratamiento de RSU

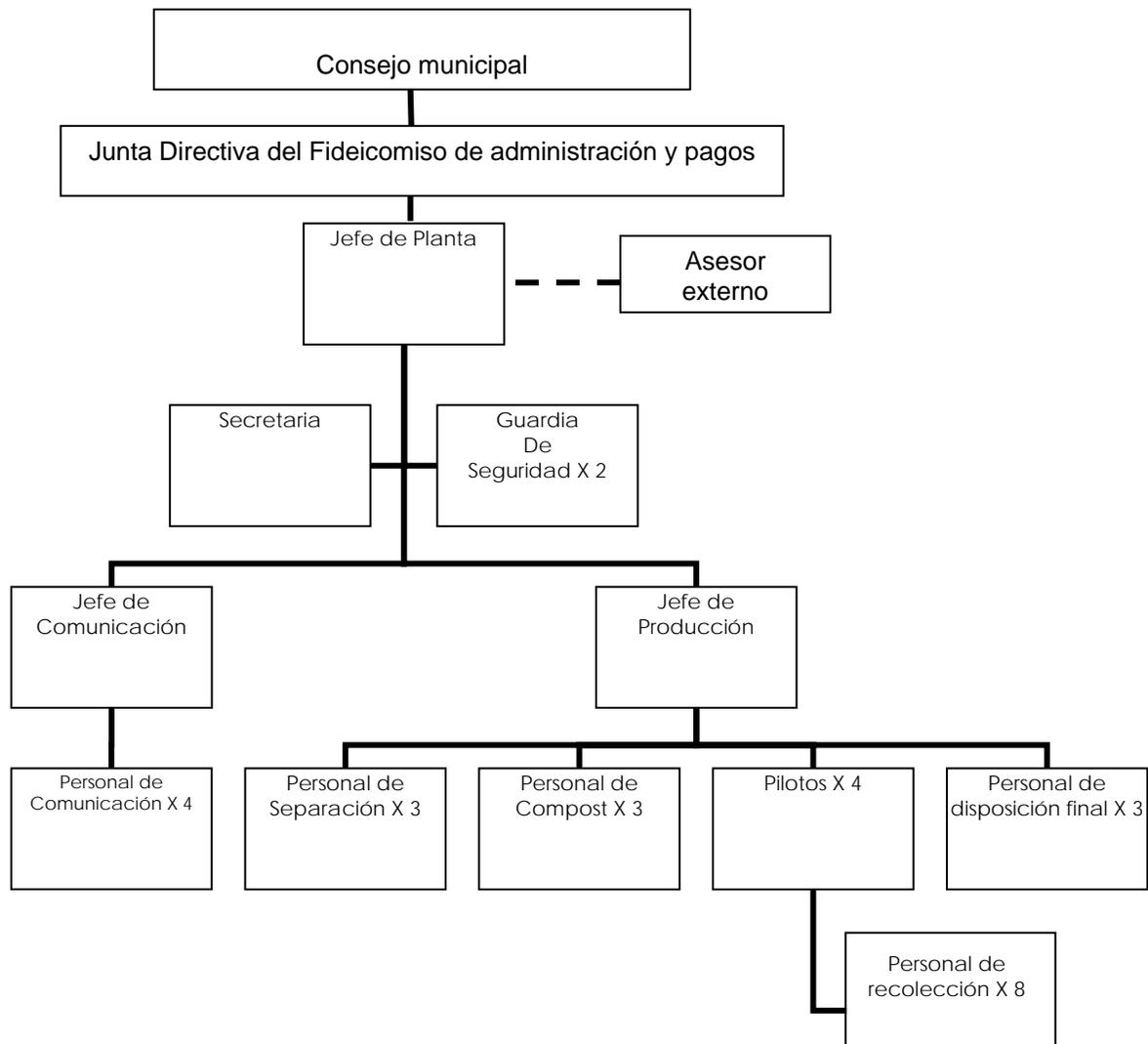
Periodo de trabajo (años)	Puesto	Clasificación salarial		Bono	Salario Mensual	Salario Anual	Prestaciones					Prestación mensual / trabajador	Prestación anual / trabajador	Salario + Prestación anual Año 0	Salario + Prestación anual Año 1	Salario + Prestación anual Año 2
		Plazas	Base				Bono 14 8.33%	Aguinaldo 8.33%	Vacaciones 4.17%	Indemnización 8.45%	Ventajas económicas 3%					
<b>Profesionales</b>																
0 y 1	Asesor	1	20,000	-	20,000	240,000	-	-	-	-	-	-	-	240,000	240,000	-
0 al 20	Jefe de Planta	1	9,750	250	10,000	120,000	812	812	407	824	248	3,102	37,229	157,229	157,229	157,229
1 al 20	Jefe de Producción	1	5,750	250	6,000	72,000	479	479	240	486	146	1,830	21,956	-	93,956	93,956
0 al 20	Jefe de comunicación	1	5,750	250	6,000	72,000	479	479	240	486	146	1,830	21,956	93,956	93,956	93,956
<b>Técnicos</b>																
1 al 20	Secretaria	1	3,750	250	4,000	48,000	312	312	156	317	95	1,193	14,319	-	62,319	62,319
1 al 20	Personal de recolección	8	2,750	250	3,000	36,000	229	229	115	232	70	875	10,501	-	372,005	372,005
1 al 20	Piloto	4	2,750	250	3,000	36,000	229	229	115	232	70	875	10,501	-	186,002	186,002
1 al 20	Personal de disposición final	3	2,750	250	3,000	36,000	229	229	115	232	70	875	10,501	-	139,502	139,502
1 al 20	Personal de separación	3	2,750	250	3,000	36,000	229	229	115	232	70	875	10,501	-	139,502	139,502
1 al 20	Personal de compost	3	2,750	250	3,000	36,000	229	229	115	232	70	875	10,501	-	139,502	139,502
0 al 20	Personal de comunicación	4	3,750	250	4,000	48,000	312	312	156	317	95	1,193	14,319	249,276	249,276	249,276
0 al 20	Guardias de seguridad	2	2,750	250	3,000	36,000	229	229	115	232	70	875	10,501	93,001	93,001	93,001
TOTAL			80,500	3,500	84,000	1,008,000	5,060	5,060	2,533	5,133	1,543	19,331	231,968	833,462	1,966,250	1,726,250

Fuente: Elaboración propia con base al estudio técnico y legal-administrativo.

### 4.3.3. Organigrama General

El siguiente diagrama muestra cómo deberá estar formado el personal que operará la planta de tratamiento de residuos sólidos.

Figura 4. 1 Organigrama de la planta de tratamiento y disposición final de RSU



Fuente: Elaboración propia con base al Estudio Técnico.

#### **4.3.4. Descripción y perfil de puestos**

Este será de mucha utilidad para discernir y desarrollar de manera eficiente las diferentes tareas, deberes, responsabilidades y relaciones recíprocas que sucederán entre el personal que conforma la estructura organizativa de la planta de tratamiento de residuos sólidos. Es aquí donde se asignan las responsabilidades, se delegan la funciones, se identifican los deberes individuales de cada empleado y se establecen los requisitos de cada puesto.

<b>Asesor Externo</b>
-----------------------

**a. Identificación del Puesto**

- |                                       |                            |
|---------------------------------------|----------------------------|
| 1. Nombre del Puesto:                 | Asesor Externo             |
| 2. Número de plazas:                  | 1                          |
| 3. Ubicación física y administrativa: | Gerencia de la institución |
| 4. Tipo de contrato:                  | Anual                      |
| 5. Ámbito de operación:               | Administrativo-financiero  |

**b. Relación de autoridad**

- |                           |                                                   |
|---------------------------|---------------------------------------------------|
| 1. Jefe inmediato:        | Junta Directiva del Fideicomiso de Admón. y pagos |
| 2. Subordinados directos: | ninguno                                           |

**c. Propósito del puesto**

Asesorar y supervisar la selección, el montaje e instalación de equipo e infraestructura necesaria para el tratamiento y disposición final de residuos sólidos.

**d. Funciones generales**

1. Planificar, organizar, dirigir, coordinar, supervisar y evaluar las actividades técnico administrativas que se desarrollen dentro de la planta.
2. Definir y formular la Misión, visión, políticas, estatutos y reglamento de la planta.
3. Cumplir y velar que se cumplan las disposiciones que rigen a la planta.
4. Velar porque las unidades a su cargo cumplan con sus atribuciones de manera correcta y eficiente.

**e. Funciones específicas**

1. Administrar el presupuesto de gasto para la inversión inicial.
2. Seleccionar al personal de la planta.
3. Atender y resolver problemas técnico-administrativos relacionados con el diseño de la planta.
4. Elaborar el presupuesto de ingresos y gastos mensual, durante el tiempo que dure su función.

**f. Responsabilidad**

Será responsable de formar las directrices que conduzcan a la planta hacia una operación eficiente, así como de mantener buena comunicación con la municipalidad sanarateca y Jefe de Planta proporcionando información oportuna.

**g. Niveles de supervisión**

Entregará informes mensuales a la Oficina Técnica de Desarrollo de Sanarate y Jefe de Planta de tratamiento de residuos sobre las actividades técnicas, administrativas y financieras.

**h. Requisitos del puesto**

1. Conocimientos: Dirección, administración, organización, coordinación y planificación de una planta de tratamiento de residuos sólidos.
2. Formación: Ing. Civil, Químico con Maestría en Ingeniería Sanitaria o similar.
3. Experiencia: Mínima de 5 años en proyectos sobre manejo de residuos sólidos.
4. Características y habilidades: Responsabilidad, puntualidad, don de mando, didáctico, dispuesto a trabajar bajo presión y con facilidad para transmitir conocimientos.

<b>Jefe de Planta</b>
-----------------------

**a. Identificación del Puesto**

- |                                       |                            |
|---------------------------------------|----------------------------|
| 1. Nombre del Puesto:                 | Jefe de Planta             |
| 2. Número de plazas:                  | 1                          |
| 3. Ubicación física y administrativa: | Gerencia de la institución |
| 4. Tipo de contrato:                  | Anual                      |
| 5. Ámbito de operación:               | Administrativo-financiero  |

**b. Relación de autoridad**

- |                           |                                                         |
|---------------------------|---------------------------------------------------------|
| 1. Jefe inmediato:        | Junta Directiva del Fideicomiso de admón. y pagos.      |
| 2. Subordinados directos: | Secretaria, Jefe de comunicaciones, Jefe de producción. |

**c. Propósito del puesto**

Contar con una persona que vele por el buen funcionamiento operativo, administrativo, docente y legal de la Planta de tratamiento de residuos sólidos.

**d. Funciones generales**

1. Planificar, organizar, dirigir, coordinar, supervisar y evaluar las actividades técnico administrativas que se desarrollen dentro de la planta.
2. Cumplir y velar que se cumplan las disposiciones que rigen a la planta.
3. Velar porque las unidades a su cargo cumplan con sus atribuciones de manera correcta y eficiente.

**e. Funciones específicas**

1. Elaborar el plan detallado de trabajo anual para la planta.
2. Administrar en forma eficaz y eficiente los recursos de la planta.
3. Seleccionar al personal de operación de la planta.
4. Elaborar informes estadísticos mensuales de las actividades técnico, administrativas y financieras para ser entregadas a la municipalidad de Sanarate.
5. Atender y resolver dudas de los jefes de otras áreas.
6. Planificar y efectuar mensualmente reuniones con los jefes de cada área.
7. Planificar y efectuar trimestralmente reuniones con el personal operativo de la planta.
8. Elaborar el presupuesto de ingresos y gastos, anualmente.

**f. Responsabilidad**

Será el responsable de administrar de manera eficiente los ingresos y egresos de la planta, así como sostener una buena comunicación con los jefes de las diferentes áreas operativas presentándoles información clara y oportuna.

**g. Niveles de supervisión**

Entregará informes mensuales a la municipalidad sanarateca y recibirá de las diferentes áreas operativas un informe mensual sobre las actividades indicadas.

**h. Requisitos del puesto**

1. Conocimientos: Dirección, administración, organización, coordinación y planificación o conocimientos de una planta de tratamiento de residuos sólidos.
2. Formación: Ing. Civil, Químico.
3. Experiencia: Mínima de 3 años en posiciones similares.
4. Características y habilidades: Responsabilidad, puntualidad, don de mando, didáctico, dispuesto a trabajar bajo presión y habilidad para tomar decisiones.

<b>Jefe de Producción</b>
---------------------------

**a. Identificación del Puesto**

- |                                       |                              |
|---------------------------------------|------------------------------|
| 1. Nombre del Puesto:                 | Jefe de Producción           |
| 2. Número de plazas:                  | 1                            |
| 3. Ubicación física y administrativa: | Área de separación y compost |
| 4. Tipo de contrato:                  | Anual                        |
| 5. Ámbito de operación:               | Técnico-administrativo       |

**b. Relación de autoridad**

- |                           |                                                                                       |
|---------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. Jefe inmediato:        | Jefe de Planta                                                                        |
| 2. Subordinados directos: | Personal de separación, Personal de compost, Pilotos y Personal de disposición final. |

**c. Propósito del puesto**

Puesto necesario para coordinar la demanda de los diferentes materiales recolectados y separados, así como el cuidado de la producción de compost y coqueta roja.

**d. Funciones generales**

1. Cumplir la expectativa y objetivos de la planta de tratamiento de residuos sólidos.
2. Transmitir conocimientos a los subordinados.

**e. Funciones específicas**

1. Supervisión técnica en el manejo de residuos sólidos y productos de la disposición final.
2. Llevar el control de las cantidades de cada producto.
3. Realizar controles de calidad para los productos.
4. Asistir puntualmente a las reuniones con los demás jefes de área.
5. Velar porque el personal utilice equipo de seguridad.

**f. Responsabilidad**

Será responsable de que el producto de la producción sean los materiales correctamente clasificados para la venta, así como velar que la descomposición de la materia orgánica produzca compost a través de la acción de las lombrices, para posteriormente empacarlo y venderlo.

**g. Niveles de supervisión**

Se encargará de enviar reportes mensuales al Jefe de Planta y supervisará la operación del personal de separación y compost.

**h. Requisitos del puesto**

1. Conocimientos: Dirección, administración, organización, coordinación y planificación para personal que realice tareas repetitivas.
2. Formación: Ing. Agrónomo o Químico.
3. Experiencia: Mínima de 3 años en posiciones similares.
4. Características y habilidades: Responsabilidad, puntualidad, don de mando, didáctico, dispuesto a trabajar bajo presión y con facilidad para transmitir conocimientos.

## Jefe de Comunicación

### a. Identificación del Puesto

- |                                       |                                                                                    |
|---------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. Nombre del Puesto:                 | Jefe de comunicación                                                               |
| 2. Número de plazas:                  | 1                                                                                  |
| 3. Ubicación física y administrativa: | Visitando sede de clientes potenciales, área de Gerencia en planta de tratamiento. |
| 4. Tipo de contrato:                  | Anual                                                                              |
| 5. Ámbito de operación:               | Técnico-administrativo                                                             |

### b. Relación de autoridad

- |                           |                          |
|---------------------------|--------------------------|
| 1. Jefe inmediato:        | Jefe de Planta           |
| 2. Subordinados directos: | Personal de comunicación |

### c. Propósito del puesto

Que exista alguien que se encargue de la labor de comunicación social, para transmitir a la población sanarateca el impacto positivo que representa el manejo adecuado de los residuos, así como de realizar las negociaciones con clientes potenciales que requieran de este servicio además de los hogares.

### d. Funciones generales

1. Impulsar y dirigir la labor de comunicación y ventas para los productos de la disposición final de residuos sólidos.

### e. Funciones específicas

1. Supervisión técnica del personal de comunicación.
2. Contactar telefónicamente o realizar visitas a clientes potenciales.
3. Realizar visitas programadas con los clientes.
4. Recibir , recopilar y enviar información de mercado para los productos de la planta.
5. Asistir puntualmente a las reuniones con los demás jefes de área.

### f. Responsabilidad

Será responsable de mantener una buena comunicación con los clientes y comunidad sanarateca informándoles sobre el avance de la disposición final de residuos sólidos.

### g. Niveles de supervisión

Enviará reportes mensuales sobre las actividades técnicas y extracurriculares al jefe de planta. Supervisará la labor del personal de comunicación.

### h. Requisitos del puesto

1. Conocimientos: Dirección, administración, organización, coordinación de planes de comunicación masiva.
2. Formación: Licenciado en Mercadotecnia y/o Publicidad.
3. Experiencia: Mínima de 3 años en posiciones similares.
4. Características y habilidades: Responsabilidad, puntualidad, don de mando, didáctico, dispuesto a trabajar bajo presión y con facilidad para transmitir conocimientos.

<b>Secretaria</b>
-------------------

**a. Identificación del Puesto**

- |                                       |                          |
|---------------------------------------|--------------------------|
| 1. Nombre del Puesto:                 | Secretaria.              |
| 2. Número de plazas:                  | 1                        |
| 1. Ubicación física y administrativa: | Oficinas administrativas |
| 2. Tipo de contrato:                  | Anual                    |
| 3. Ámbito de operación:               | Administrativo           |

**b. Relación de autoridad**

- |                           |                |
|---------------------------|----------------|
| 1. Jefe inmediato:        | Jefe de Planta |
| 1. Subordinados directos: | ninguno        |

**c. Propósito del puesto**

Es un puesto de carácter administrativo/operativo, que tiene como propósito realizar labores secretariales, llevar los registros contables de la planta, apoyar al Administrador y Jefe de Planta.

**d. Funciones generales**

1. Realizar las actividades secretariales de la planta.
2. Mantener al día las actividades contables de la planta.

**e. Funciones específicas**

1. Manejar información acerca de los salarios.
2. Manejo de archivo y documentación interna.
3. Atención a clientes y visitantes.
4. Recepción de llamadas telefónicas.
5. Tomar nota de los dictados requeridos por la jefatura o administración.
6. Escribir a mano, máquina y/o computadora: cartas, memos, actas, notas y cualquier documento que le sea requerido por el jefe de Planta o Administrador.
7. Llevar registros y controles contables y elaborar estados financieros, para su posterior análisis.
8. Ayudar y apoyar en reuniones y actividades realizadas en la planta.
9. Cualquier otra función inherente al cargo y que sea asignada por su jefe inmediato.

**f. Responsabilidad**

Será la persona responsable de llevar los registros de ingresos y gastos, así como la caja chica.

**g. Niveles de supervisión**

Será supervisada directamente por el administrador y eventualmente por el Jefe de Planta.

**h. Requisitos del puesto**

1. Conocimientos: Actividades secretariales, manejo de paquetes de software, conocimientos contables.
2. Formación: Perito contador, con amplios conocimientos de computación, redacción y correspondencia, catalogación y archivo.
3. Experiencia: Mínima de 2 años en puestos similares.
4. Características y habilidades: Responsabilidad, puntualidad, habilidad en el manejo de aspectos contables, buenas relaciones interpersonales.

<b>Guardia de seguridad</b>
-----------------------------

<b>a. Identificación del Puesto</b>
-------------------------------------

- |                                       |                      |
|---------------------------------------|----------------------|
| 1. Nombre del Puesto:                 | Guardia de seguridad |
| 2. Número de plazas:                  | 2                    |
| 4. Ubicación física y administrativa: | Garita de seguridad  |
| 5. Tipo de contrato:                  | Anual                |
| 6. Ámbito de operación:               | Administrativo       |

<b>b. Relación de autoridad</b>
---------------------------------

- |                           |                |
|---------------------------|----------------|
| 1. Jefe inmediato:        | Jefe de Planta |
| 2. Subordinados directos: | ninguno        |

<b>c. Propósito del puesto</b>
--------------------------------

Es un puesto de carácter administrativo/operativo, que tiene como propósito mantener la seguridad de la planta de tratamiento las 24 horas del día, así como apoyar al Jefe de Planta.

<b>d. Funciones generales</b>
-------------------------------

- |                                                                                  |
|----------------------------------------------------------------------------------|
| 3. Realizar las actividades de seguridad de la planta.                           |
| 4. Mantener el control de los vehículos que entran y salen de las instalaciones. |

<b>e. Funciones específicas</b>
---------------------------------

- |                                                                                                         |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 10. Manejar información sobre los vehículos que circulan dentro de la planta.                           |
| 11. Recepción de llamadas telefónicas.                                                                  |
| 12. Realizar supervisiones no programadas durante los horarios hábiles e inhábiles dentro de la planta. |
| 13. Cualquier otra función inherente al cargo y que sea asignada por su jefe inmediato.                 |

<b>f. Responsabilidad</b>
---------------------------

Será la persona responsable de supervisar el ingreso y salida de personal; así como el control materiales y vehículos propiedad de la planta.

<b>g. Niveles de supervisión</b>
----------------------------------

Será supervisada directamente por el Jefe de Planta.

<b>h. Requisitos del puesto</b>
---------------------------------

- |                                                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. Conocimientos: Manejo de armas y defensa personal.                                              |
| 2. Formación: Servicio militar.                                                                    |
| 3. Experiencia: Mínima de 2 años en puestos similares.                                             |
| 4. Características y habilidades: Responsabilidad, puntualidad, buenas relaciones interpersonales. |

<b>Recolector</b>
-------------------

**a. Identificación del Puesto**

- |                                       |                          |
|---------------------------------------|--------------------------|
| 1. Nombre del Puesto:                 | Recolector               |
| 2. Número de plazas:                  | 8                        |
| 5. Ubicación física y administrativa: | En camión de recolección |
| 6. Tipo de contrato:                  | Anual                    |
| 7. Ámbito de operación:               | Operativo                |

**b. Relación de autoridad**

- |                           |         |
|---------------------------|---------|
| 1. Jefe inmediato:        | Chofer  |
| 2. Subordinados directos: | ninguno |

**c. Propósito del puesto**

Que exista una persona encargada de visitar de puerta en puerta, para recoger los residuos de cada una de las viviendas para llevarlas al camión de recolección.

**d. Funciones generales**

1. Brindar apoyo para la recolección de residuos sólidos de puerta en puerta.

**e. Funciones específicas**

1. Trasladar los residuos en bolsas hacia el camión de recolección.
2. Realizar una preseparación de residuos dentro del camión.

**f. Responsabilidad**

Que los residuos sean trasladados hacia el punto de disposición final.

**g. Niveles de supervisión**

Recibirá la supervisión directa del chofer y del Jefe de transporte para cuantificar los residuos diariamente.

**h. Requisitos del puesto**

1. Conocimientos: Conocer el riesgo de trabajar con productos de desecho o reciclaje.
2. Formación: Sexto primaria como mínimo
3. Experiencia: Experiencia previa no necesaria.
4. Características y habilidades: Responsabilidad, puntualidad, dispuesto a trabajar bajo presión, estatura promedio y buena condición física.

<b>Piloto</b>
---------------

**a. Identificación del Puesto**

- |                                       |                                      |
|---------------------------------------|--------------------------------------|
| 1. Nombre del Puesto:                 | Piloto                               |
| 2. Número de plazas:                  | 4                                    |
| 3. Ubicación física y administrativa: | Dentro de camión o cargador frontal. |
| 4. Tipo de contrato:                  | Anual                                |
| 5. Ámbito de operación:               | Operativo                            |

**b. Relación de autoridad**

- |                           |                    |
|---------------------------|--------------------|
| 1. Jefe inmediato:        | Jefe de Producción |
| 2. Subordinados directos: | Recolectores       |

**c. Propósito del puesto**

Que exista alguien que conduzca el camión por una ruta conocida para la recolección de residuos, así como de alguien que acomode los residuos para enterrarlos o moverlos cuando sea necesario.

**d. Funciones generales**

1. Brindar apoyo para recolectar los residuos sólidos recibidos de puerta en puerta.

**e. Funciones específicas**

1. Conducir apropiadamente el camión o cargador frontal.
2. Trasladar los residuos desde donde son recogidos hasta la planta de tratamiento y disposición final.
3. Control de que los residuos sean preseparados antes de llegar a la planta.

**f. Responsabilidad**

1. Será responsable que los residuos sean trasladados en su totalidad hacia la planta de tratamiento y disposición final.
2. También será responsable que cada recolector cumpla su función.

**g. Niveles de supervisión**

Recibirá la supervisión del jefe de transportes sobre el estado del vehículo o maquinaria que opera, así como de la cantidad transportada diariamente.

**h. Requisitos del puesto**

1. Conocimientos: Manejo de maquinaria pesada o camiones de transporte.
2. Formación: Nivel medio como mínimo.
3. Experiencia: Mínima de 5 años en posiciones similares.
4. Características y habilidades: Responsabilidad, puntualidad, dispuesto a trabajar bajo presión.

<b>Personal de disposición final</b>
--------------------------------------

**a. Identificación del Puesto**

- |                                       |                                                   |
|---------------------------------------|---------------------------------------------------|
| 1. Nombre del Puesto:                 | Personal de disposición final.                    |
| 2. Número de plazas:                  | 3                                                 |
| 3. Ubicación física y administrativa: | En área de disposición final, o celda de control. |
| 4. Tipo de contrato:                  | Anual                                             |
| 5. Ámbito de operación:               | Operativo                                         |

**b. Relación de autoridad**

- |                           |                    |
|---------------------------|--------------------|
| 1. Jefe inmediato:        | Jefe de Producción |
| 2. Subordinados directos: | ninguno            |

**c. Propósito del puesto**

Que existan personas con condiciones de apoyar en diferentes áreas de trabajo y manejo de residuos internamente.

**d. Funciones generales**

1. Brindar apoyo para la disposición final de residuos recibidos del camión de recolección.
2. Brindar apoyo a las áreas de producción de compost y separación cuando sea necesario.

**e. Funciones específicas**

1. Trasladar los residuos sólidos en bolsas hacia el área de separación, compost.
2. Empacar el compost en bolsas

**f. Responsabilidad**

Será responsable que los residuos sean trasladados al punto de disposición final.

**g. Niveles de supervisión**

Recibirá la supervisión del jefe de transporte para acomodar los residuos en el lugar indicado, para apoyo al área del producción.

**h. Requisitos del puesto**

1. Conocimientos: Conocer el riesgo de trabajar con productos de desecho o reciclaje.
2. Formación: Sexto primaria como mínimo.
3. Experiencia: No se necesita experiencia previa.
4. Características y habilidades: Responsabilidad, puntualidad, dispuesto a trabajar bajo presión, estatura promedio y buena condición física.

<b>Separadores</b>
--------------------

**a. Identificación del Puesto**

- |                                       |                    |
|---------------------------------------|--------------------|
| 1. Nombre del Puesto:                 | Separadores        |
| 2. Número de plazas:                  | 3                  |
| 3. Ubicación física y administrativa: | Área de producción |
| 4. Tipo de contrato:                  | Anual              |
| 5. Ámbito de operación:               |                    |

**b. Relación de autoridad**

- |                           |                    |
|---------------------------|--------------------|
| 1. Jefe inmediato:        | Jefe de producción |
| 3. Subordinados directos: | ninguno            |

**c. Propósito del puesto**

Que alguien realice la labor de separar los residuos en los diferentes grupos para su reciclaje.

**d. Funciones generales**

1. Separar los residuos en diferentes grupos, pesarlos y/o colocarlos en un lugar listo para transportarlos hacia el lugar de venta.

**e. Funciones específicas**

1. Separar plásticos, papel, vidrio en colores, metales no ferrosos y demás residuos en grupos.
2. Pesar los grupos.
3. Limpieza diaria de su área de trabajo.

**f. Responsabilidad**

Será responsable que los residuos separados sean pesados e identificados, para su entrega con el cliente interesado.

**g. Niveles de supervisión**

Entregará reportes diarios al jefe de producción sobre su área de trabajo.

**h. Requisitos del puesto**

1. Conocimientos: Conocer el riesgo de trabajar con productos de desecho o reciclaje.
2. Formación: Sexto primaria como mínimo.
3. Experiencia: No se necesita previamente.
4. Características y habilidades: Responsabilidad, puntualidad, dispuesto a trabajar bajo presión, estatura promedio y buena condición física.

<b>Personal de compost</b>
----------------------------

**a. Identificación del Puesto**

- |                                       |                     |
|---------------------------------------|---------------------|
| 1. Nombre del Puesto:                 | Personal de compost |
| 2. Número de plazas:                  | 3                   |
| 6. Ubicación física y administrativa: | Área de producción  |
| 7. Tipo de contrato:                  | Anual               |
| 8. Ámbito de operación:               | Operativo           |

**b. Relación de autoridad**

- |                           |                    |
|---------------------------|--------------------|
| 1. Jefe inmediato:        | Jefe de producción |
| 4. Subordinados directos: | Ninguno            |

**c. Propósito del puesto**

Que haya alguien responsable de trabajar con la materia en descomposición para producir abono a través de la coqueta roja.

**d. Funciones generales**

1. Brindar apoyo para la recolección de residuos orgánicos y transformarlos en abono.

**e. Funciones específicas**

1. Preparar las cámaras de descomposición para colocar los residuos orgánicos.
2. Separar el abono de la lombriz e introducirlo en bolsas.
3. Limpieza diaria de su área de trabajo.

**f. Responsabilidad**

Será responsable de mantener las condiciones óptimas de temperatura, humedad y libre de depredadores naturales de las lombrices, para producir abono.

**g. Niveles de supervisión**

Entregará reportes diarios al jefe de producción sobre su área de trabajo.

**h. Requisitos del puesto**

1. Conocimientos: Conocer el riesgo de trabajar con productos de desecho o reciclaje.
2. Formación: Sexto primaria como mínimo.
3. Experiencia: No se necesita previamente.
4. Características y habilidades: Responsabilidad, puntualidad, dispuesto a trabajar bajo presión, estatura promedio y buena condición física.

<b>Comunicadores</b>
----------------------

**a. Identificación del Puesto**

- |                                       |                                                                     |
|---------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|
| 1. Nombre del Puesto:                 | Comunicador                                                         |
| 2. Número de plazas:                  | 4                                                                   |
| 9. Ubicación física y administrativa: | Área administrativa, sedes de clientes y escuelas, institutos, etc. |
| 10. Tipo de contrato:                 | Anual.                                                              |
| 11. Ámbito de operación:              | Operativo                                                           |

**b. Relación de autoridad**

- |                           |                      |
|---------------------------|----------------------|
| 1. Jefe inmediato:        | Jefe de comunicación |
| 5. Subordinados directos: | ninguno              |

**c. Propósito del puesto**

Que haya alguien encargado de difundir la información concerniente a la planta de tratamiento de residuos sólidos y de la importancia del manejo de los residuos para mejorar el medio ambiente.

**d. Funciones generales**

1. Brindar apoyo para divulgar la labor de recolección de residuos urbanos y comerciales.

**e. Funciones específicas**

1. Preparar presentaciones en colegios e institutos, realizar visitas a las diferentes áreas de disposición final con personal ajeno a las instalaciones para que conozcan el proceso.
2. Ofrecer servicios de recolección o disposición final.

**f. Responsabilidad**

Que la labor de divulgación de manejo de residuos urbanos se transmita objetivamente.

**g. Niveles de supervisión**

Realizará reportes semanales al Jefe de Comunicación para control de las unidades a la cuales se les ha presentado la información, así como de clientes potenciales para brindarles el servicio.

**h. Requisitos del puesto**

1. Conocimientos: Conocimientos sólidos de computación.
2. Formación: Nivel medio como mínimo.
3. Experiencia: Mínima de 2 años en puestos similares.
4. Características y habilidades: Responsabilidad, puntualidad, extrovertido, dispuesto a trabajar bajo presión y con facilidad para transmitir conocimientos.

### **5.3. Resumen estudio legal y administrativo**

Este estudio contempla los diferentes reglamentos y leyes influyentes, a las cuales se adapta el presente proyecto, estas servirán para ejecutar las diferentes fases desde su formación autónoma, construcción, apertura y operación.

A través de este marco legal fue posible completar otros estudios como el financiero para determinar que una entidad relacionada con la municipalidad se encuentra exenta por pago de impuestos a excepción del IVA.

El estudio administrativo propone cantidad y calidad del personal necesario para operar y administrar la planta (Ver Figura 4.1), así mismo se estableció el pago de salarios, prestaciones, contratos y requisitos necesarios a cumplir para el reclutamiento de personal con los perfiles recomendados.

La operación y administración de la planta se detalla en cada ficha de la descripción de puestos para los trabajadores, así mismo se presenta el organigrama como complemento definitivo de los roles para cada posición operativa o administrativa.

La figura legal será creada para que la planta de tratamiento de RSU funcione a través de un Fideicomiso de Administración por medio de alguno de los bancos del sistema, quien deberá pagar los salarios de los trabajadores y las deudas adquiridas con proveedores de productos o servicios. De esta manera la planta de tratamiento será una entidad autónoma de la municipalidad, ésta última únicamente recibirá el beneficio social que aporte su operación y las reinversiones en materia de protección del ambiente en Sanarate.

## CAPÍTULO V

---

### 5. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

---

En el ámbito nacional de acuerdo con disposiciones del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales -MARN-, para todo proyecto, obra, industria o actividad se requiere como primer elemento para determinar si es necesario o no, la presentación adicional de un Estudio de Impacto ambiental también existe la posibilidad de realizar una Evaluación Ambiental Inicial, mediante el Formulario de Evaluación Ambiental Inicial -FEAI-, el cual es presentado a la Dirección de Gestión Ambiental y Recursos Naturales o bien en las delegaciones del Ministerio, para su evaluación.

Existe una Guía de Términos de Referencia para la Elaboración de un Estudio de Impacto ambiental emitida por la Dirección General de Gestión Ambiental y Recursos Naturales, éstos son aplicados principalmente a los proyectos de Alto Impacto Ambiental (categoría A) o bien a los catalogados como de moderada a alto impacto ambiental (categoría B1). En el presente caso, el estudio de Impacto Ambiental se desarrolla tomando en consideración los temas relacionados y adaptándolos a los requerimientos indicados y además por considerar que a primera vista, resulta evidente que los posibles impactos adversos que el presente proyecto pueda generar son de magnitud e importancia baja.

#### 5.1. Identificación del área de influencia

Tal como se detalló en el capítulo 3, el proyecto se llevará a cabo en el municipio de Sanarate, Departamento de El Progreso, por lo que el área de influencia directa será este municipio, principalmente al considerar que sus posibles impactos puedan vislumbrarse como consecuencia del proyecto.

### 5.1.1. Principales actividades económicas del área

#### a. Industria

Las fábricas de importancia con que cuenta Sanarate son:

- Cementos Progreso S. A., que procesa la piedra caliza que hay en esta zona.
- Hispacensa, que se dedica a la producción de azulejos, etc.
- Mayacrops S.A., que se dedica a la exportación de plantas ornamentales.

Además se cuenta con varias caleras y blockeras que se dedican a la producción de cal hidratada y materiales de construcción.

#### b. Comercio

Sanarate es uno de los municipios con más comercio en todo el departamento de El Progreso, ya que existen almacenes de ropa, tiendas de aparatos eléctricos, zapaterías, comedores, panaderías, carnicerías, gasolineras, talleres mecánicos, barberías, salas de belleza, y muchos otros establecimientos comerciales.

#### c. Agricultura

Lamentablemente no se cuenta con estadísticas agropecuarias recientes en cuanto a cosechas y producción agrícola. Sin embargo, hay que hacer notar que el maíz es el cultivo más importante del municipio, el de frijol en segundo lugar, y finalmente el de tomate como tercer cultivo en importancia.

El cultivo de tomate se fortaleció con el uso del riego por goteo, con el cual se incrementó considerablemente el rendimiento y el número de cosechas por año. Sanarate produce además otros cultivos, como: pepino, ayote, chile pimiento, cebolla, tabaco, caña de azúcar, cítricos (limón, naranja), achiote, café, yuca y frutales (jocote marañón, papaya, plátanos y otros).

#### d. Ganadería

Por las limitaciones imperantes, la ganadería se encuentra poco desarrollada en el medio. Sin embargo, mediante el uso de sementales de razas seleccionadas y la inseminación artificial, se está mejorando las razas criollas. Sanarate cuenta actualmente con un Complejo Ganadero.

#### e. Silvicultura

Los recursos forestales son limitados, debido a la tala inmoderada de árboles. De ahí que grandes extensiones de bosques, principalmente de pinos se hayan terminado por completo, sin que se vislumbre una acción inmediata para solucionar esta situación.

#### 5.1.2. Clima del área

Sanarate se encuentra a una altitud de 850 metros sobre el nivel del mar, es decir dentro de la zona media de Guatemala. Por esta razón y por el efecto de las lluvias, durante los meses de marzo a septiembre, el clima es cálido; no así cuando cesa el invierno, o sea de octubre a febrero, en que el clima se torna templado. El promedio anual de lluvia es de 527.6 mm. con ligeras variantes.

Los promedios de temperaturas que se registraron entre un período de 20 años son: máxima 28.7°C y mínima 19.3°C.

#### 5.1.3. Zonas de vida

En Sanarate se clasifican 3 zonas de vida, a saber: 1.) Monte Espinoso Subtropical, la cual cubre el 8% del área total del municipio; 2.) Bosque Seco Subtropical, que representa el 80% del área; y 3.) Bosque Húmedo Subtropical, con el 12%.

Las características principales de las zonas de vida ya mencionadas, pueden resumirse así:

Monte Espinoso Subtropical: Esta zona está localizada hacia el límite con el municipio de Guastatoya. Aquí la precipitación pluvial anual varía entre 400 y 600mm/ año y se presenta durante los meses de mayo a octubre. La temperatura media anual oscila entre 24 y 30°C. La vegetación está constituida, principalmente, por limoncillo (*Jaquinia spp*), Guayacán (*guaicaun spp*), cacto, nopal, tuna (*Cactus spp*) y otros. Arbustos y pastos naturales de poco valor forman la cubierta vegetal en esta zona de vida, en donde los suelos son superficiales o poco profundos, lo cual unido a la poca precipitación pluvial dificulta la agricultura.

Bosque Seco Subtropical: En esta zona de vida está localizada la cabecera municipal, incluyendo las aldeas: El Conacaste, Los Llanos y Agua Salóbrega. La precipitación pluvial varía entre 500 y 1000mm., con un promedio de 855mm. anuales; la temperatura anual oscila entre 19 a 24°C. Entre la vegetación natural de esta zona están las siguientes especies: Yaje (*Lecaena guatemalensis*), Ceibillo (*Ceiba aescutifolia*) y otras. Los suelos son bastante homogénicos en lo que respecta a profundidad y textura, encontrándose normalmente suelos poco profundos con una textura mediana, en cuanto a las proporciones de arena, limo y arcilla. En esta zona predominan los cultivos de maíz, frijol y tomate. Este último cultivo se encuentra extendido en un radio de aproximadamente 10 Kms. de la cabecera municipal.

Bosque Húmedo Subtropical: Montepeque y Quebrada Grande son aldeas representativas de esta zona de vida, en donde la precipitación pluvial anual oscila entre 1100 y 1349mm. La vegetación natural indicadora está constituida por pino colorado (*Pinus oocarpa*), roble, encino (*Quercus sp.*), nance (*Byrsonina crassifolia*) y otras. Es característico el cultivo de maíz y frijol.

#### **5.1.4. Orografía**

El municipio de Sanarate no cuenta con montaña alguna de importancia, puesto que la Sierra de las Minas, que es la única que atraviesa el departamento de El Progreso, pasa distante del municipio, por el lado norte.

Algunas montañas aunque de menor importancia, que merecen citarse son: Las Guacamayas, al oeste; El Cerrón, al este y la prolongación occidental de las de Jalapa, al sur. También se encuentran los cerros La Trementina y el conocido como Piedra de Cal.

#### **5.1.5. Hidrografía**

El río de mayor importancia para el municipio es el de Los Plátanos, el cual se origina en las montañas de Jalapa y Santa Rosa. Sirve de límite entre Sanarate y San Antonio La Paz. Actualmente abastece de agua potable a la cabecera municipal de Sanarate, y es fuente de agua para riego en la zona. Las Aldeas Sansirisay, El Llano y Llanos de Morales, dependen de la agricultura con riego por gravedad proveniente de este río; y la aldea San Miguel Conacaste usa el riego por goteo en cientos de manzanas de tierra.

El río Grande o Motagua que sirve de límite entre Sanarate y los municipios de Salamá (Baja Verapaz) y Morazán ( El Progreso ) y aunque su uso actual por parte de los sanaratecos es limitado, puede convertirse, en el futuro, en la principal fuente de abastecimiento de agua, tanto para consumo humano, como para la agricultura.

Otros ríos del municipio son: Agua Caliente y Guastatoya. Este último limita, en parte, los municipios de Sanarate y Guastatoya ( El Progreso ).

Se cuenta además, con pequeños riachuelos que atraviesan el municipio en diversas direcciones, con los nombres de Las Anonas, Los Chicos y Las Tunas, los cuales van tomando diferentes nombres a lo largo de su recorrido, tales como: El Talpetate, Las Morales, La Voladora, El Trapichito, San Nicolás y otros. Estos riachuelos, hace unas tres décadas, llevaban suficiente caudal de agua limpia durante todo el año, que era utilizada por los pobladores para bañarse, uso doméstico y como lugares de recreo.

## **5.2. Características del área del proyecto**

El área del proyecto se refiere al terreno utilizado para la construcción del mismo, por lo que es necesario presentar las características más importantes.

### **5.2.1. Descripción del terreno**

El terreno utilizado estará fuera de la zona urbana de la ciudad de Sanarate, en los alrededores no se observan construcciones de domicilios. El suelo del terreno es fértil por la maleza y vegetación que lo cubre, tiene planos inclinados y está cercano a la ladera de una montaña, además no pasa ningún río cercano, sino hasta 1 kilómetro pendiente abajo.

### **5.2.2. Área total y colindancias**

El área total del terreno destinado al proyecto es de 7,810 metros cuadrados, de los cuales se tiene contemplado utilizar 600 metros cuadrados para el área de producción y 100 metros cuadrados para el área de administración, el resto para control de residuos y movilización interna.

### **5.3. Infraestructura y servicios cercanos al área del proyecto**

Se hace referencia a la infraestructura y servicios debido a que se encuentra lejos del área urbana y que son necesarios para la operación de la planta.

#### **5.3.1. Vías de acceso**

El terreno está a 30 metros de la orilla de la carretera que conduce al Atlántico, pero deberá abrirse la calle principal para ingresa a sus instalaciones.

#### **5.3.2. Energía eléctrica**

La energía eléctrica será suministrada por la DEORSA y como reserva a través de una planta que consume combustible diesel y que proporcionará 5.5 kilovatios de potencia y 110 voltios.

#### **5.3.3. Servicio telefónico**

Debido a que se encuentra fuera del perímetro urbano se utilizará telefonía celular para la comunicación con clientes, proveedores y otras entidades de interés para el funcionamiento del proyecto.

#### **5.3.4. Abastecimiento de agua**

Se contratará el servicio de agua llevada por cisterna para abastecer los servicios internos y los demás necesarios para limpieza y producción. La planta contará con una red de tubería interna que distribuirá el agua a los puntos necesarios a través de una bomba hidroneumática.

#### **5.3.5. Vías de Comunicación**

Sanarate está comunicado con la ciudad capital mediante la Ruta al Atlántico, así mismo con la cabecera departamental de Guastatoya. También cuenta con carretera de terracería que conduce de Sanarate a la aldea El Carmen; carretera de terracería para las aldeas San Juan, Sansirisay El Llano, Llano de Morales, Quebrada Grande, El Sinaca, Agua Salóbrega, El Barranquillo y El Jute. Además existen caminos vecinales de Sanarate a Los Izotes, El Florido, Cerro Blanco, y otros caseríos.

### **5.3.6. Líneas de Transporte**

El municipio cuenta con líneas de transporte extraurbano de Guatemala a El Progreso, vía Sanarate, cubierto por Transportes "Guastatoya"; de Guatemala a Sanarate cubierto por Transportes "Sanaratecos"; de Guatemala a Jalapa vía Sanarate cubierta por Transportes "Unidos Jalapanecos"; de Guatemala a aldea El Carmen vía Sanarate cubierta actualmente por un bus.

También se cuenta con transporte urbano de Sanarate a Agua Salóbrega; de Sanarate a San Juan; de Sanarate a Sansirisa y El Llano; de Sanarate a El Barranquillo; de Sanarate a El Sinaca; de Sanarate a El Conacaste; ferrocarril entre Guatemala y Sanarate, y de Sanarate a Puerto Barrios. La carretera principal es la ruta al Atlántico.

### **5.3.7. Manejo y destino final de residuos líquidos**

Para la planta se construirán pozos de absorción para filtrar las agua negras producto de la operación interna de la planta, así como de los servicios producto del uso y consumo humano.

### **5.3.8. Manejo y destino final de los residuos sólidos**

La planta contará con depósitos para depositar los materiales orgánicos e inorgánicos y que formen parte del proceso de producción. Los sólidos orgánicos serán procesados para producir abono, y los inorgánicos que se separen para reciclaje serán vendidos junto con los recibidos del servicio de extracción de residuos de los hogares en el municipio de Sanarate.

## **5.4. Identificación y valoración de los impactos**

En la matriz de Leopold se encuentra la identificación de los impactos para los medios: Físico, Biótico y Humano, la valoración indicada representará la magnitud e importancia, según sea en la fase en que se encuentre, cada una de ellas estará ponderada con 1, 5 y 10 puntos, que corresponden a las clasificaciones según sea el caso. Ver Figura 5.1.

Figura 5. 1 Matriz de Leopold para una planta de tratamiento de RSU en Sanarate.

Matriz de Leopold

RELACIÓN: Impactos positivos  Impactos negativos 

Ponderación	Magnitud	Importancia
1	Menor	Poca
5	Intermedia	Intermedia
10	Mayor	Muy importante

Medio	Categoría	No.	Variable	FASE DE CONSTRUCCIÓN								FASE DE OPERACIÓN								Magnitud Total	Importancia Total	
				Preparación del terreno	Zanqueo	Movimiento de tierra	Acarreo de material	Paredes y fundiciones	Generación de residuos sólidos	Generación de residuos líquidos	Actividades administrativas	Actividades de producción	Actividades de transporte	Actividades de comunicación	Actividades de limpieza	Generación de residuos sólidos	Generación de residuos líquidos					
Físico	Agua	1	Subterránea																0	0		
		2	Superficial		-1 / -1															-1	-1	
	Suelo	3	Remoción	-1 / -1	-1 / -1															-2	-2	
		4	Erosión																	0	0	
		5	Compactación	-1 / -1																-1	-1	
		6	Uso	-1 / -1																-1	-1	
	Atmósfera	7	Partículas	-5 / -5	-1 / -5	-1 / -5	-1 / -5	-1 / -5			-1 / -10	-1 / -10								-9	-25	
		8	Olores																	-9	-40	
		9	Gases																	-6	-15	
		10	Ruidos	-1 / -5	-1 / -1	-5 / -5	-5 / -5	-5 / -5	-1 / -5			-1 / -5	-1 / -5							-15	-31	
Biótico	Fauna	11	Insectos	-1 / -1	-1 / -1															-7	-7	
		12	Animales terrestres	-1 / -1																-1	-1	
		13	Aves	-1 / -1																-1	-1	
		14	Acuáticos																	0	0	
	Flora	15	Árboles	-1 / -10																-1	-10	
		16	Arbustos	-1 / -10																-1	-10	
		17	Plantas	-1 / -10																-1	-10	
		18	Cultivos	-1 / -10																-1	-10	
Humano	Social	19	Tenencia tierra																0	0		
		20	Salud																	-8	-40	
		21	Seguridad																	0	0	
		22	Educación																	20	40	
	Económico	23	Calidad de vida	1 / 5	1 / 5	5 / 10			5 / 5	-1 / -5			5 / 5	10 / 10	10 / 10	5 / 10	5 / 10	-1 / -5		45	60	
		24	Trabajo	1 / 5	1 / 5	1 / 5			5 / 5				1 / 5	1 / 5	1 / 5	1 / 5	1 / 5			13	45	
	Cultural	25	Paisaje	-5 / -5	-1 / -1	-5 / -10	-5 / -10	-1 / -5												-23	-46	
26		Recreación																	0	0		
27		Histórico																	0	0		
Magnitud Total				-19	-4	-5	-11	8	-7	-1	11	-7	13	11	7	-4	-2					
Importancia Total				-51	0	-5	-20	0	-25	-10	20	-25	5	25	25	-30	-15					

Fuente: Matriz de evaluación de Leopold (Adaptación)

Fuente: Matriz de evaluación de Leopold (Adaptación).

### **5.4.1. Impactos negativos**

Serán aquellos que durante las fases del proyecto constituyen daños perjudiciales en los diferentes medios identificados, ya sean estos permanentes o temporales.

#### **5.4.1.1. Medio Físico**

Como se puede observar en la Matriz de Leopold, existe un impacto negativo durante la fase de construcción principalmente por la preparación del terreno que afectará la topografía natural del lugar; el zanqueo y el movimiento de tierra los cuales implican la remoción de altos volúmenes de tierra hacia otro lugar, solamente una parte se quedará cerca de la planta para cubrir aquellos residuos que deban enterrarse, en cuanto al uso, éste cambiará debido a que se construirán las instalaciones de la planta de tratamiento de residuos sólidos. Actualmente el lugar es un terreno sin ninguna ocupación.

La atmósfera también será afectada, ya que por el movimiento de tierra se elevarán partículas de polvo al ambiente y se producirán ruidos por el funcionamiento de la maquinaria utilizada para dichas operaciones.

El personal que trabajará en la construcción de las instalaciones generará residuos sólidos y líquidos, aunque esto será temporalmente durante el tiempo que dure el contrato de construcción que será alrededor de un año.

Durante la fase de operación se producirán impactos negativos por las actividades de producción que se desarrollen afectando principalmente la atmósfera por olores, gases y ruidos, producto de la labor de producción de abono a través de la descomposición de la materia orgánica, se contaminará con ruido el sector por la operación de la planta de energía eléctrica, camión y cargador frontal cuando realicen sus funciones, así será también por las actividades de transporte que involucran camiones de traslado de materiales lo cuales generarán gases y ruido.

Por último las actividades pueden generar residuos sólidos y líquidos por la operación de las diferentes áreas de trabajo.

#### **5.4.1.2. Medio Biótico**

Este medio será afectado principalmente por la preparación del terreno donde muchos insectos y animales terrestres tendrán que migrar hacia otra área en busca de un ambiente similar donde puedan desarrollarse, por otra parte algunas aves no encontrarán dentro del área del proyecto el alimento necesario debido a la desaparición de los insectos.

En cuanto a la flora, ésta se verá afectada, aunque dentro de los planes a futuro se encuentra devolver la flora sobre aquellas áreas de relleno sanitario, esto será a largo plazo para restablecer totalmente el área modificada.

#### **5.4.1.3. Medio Humano**

Este será afectado temporalmente en el renglón de salud durante la etapa de construcción por la generación de residuos sólidos, producto de empaques de bebidas y comida principalmente.

Durante la fase de operación la salud será afectada por el manejo de residuos orgánicos e inorgánicos en los renglones de producción y transporte para dichos departamentos, además se generarán internamente residuos sólidos y líquidos que pueden afectar también la salud humana.

Por otra parte la calidad de vida puede ser afectada si no se tratan correctamente los residuos sólidos generados durante las etapas de construcción y operación.

El paisaje será modificado producto de la construcción de las instalaciones, éste representa una mayor magnitud y también alta importancia como impacto negativo, al igual que la generación de residuos sólidos durante las dos etapas.

#### **5.4.2. Impactos positivos**

Los impactos positivos están proyectados principalmente hacia el factor humano durante ambas fases del proyecto, ambas fases reciben beneficios temporales y permanentes para los renglones Sociales y Económicos.

Para la etapa de operación en lo social, existirá impactos positivos por la capacitación del personal para las diferentes áreas de trabajo dentro de la planta y por la labor de comunicación que se realice dentro y fuera de sus instalaciones para la formación de un ambiente de conciencia ambiental que beneficiará a los pobladores de Sanarate y sus alrededores; también será influencia positiva lo referente a los planes de limpieza que se preparen para los diferentes puntos del municipio abarcando sectores públicos y privados, además durante la operación se contribuirá con la calidad de vida proporcionando trabajo durante el horizonte del proyecto.

Durante la etapa de construcción, y dentro del renglón económico se registrarán beneficios por la generación de empleos lo que sostendrá la calidad de vida de quienes participen en dicho proyecto.

El mayor impacto positivo para el proyecto, será mejorar la calidad de vida de los habitantes de Sanarate, seguido en lo social por el aumento de educación ambiental que recibirán y que será de mucha importancia para ayudar al éxito del proyecto.

#### **5.4.3. Medidas de mitigación**

Las medidas a tomar dentro del plan de mitigación estarán orientadas a disminuir los efectos causados por los impactos negativos, principalmente aquellos creados al paisaje, salud y atmósfera, aún así sean temporales dentro de la vida del proyecto.

Para que el paisaje no sea completamente alterado deberán plantarse árboles alrededor del terreno donde estará la planta para que sirvan de pantalla protectora visual, así también deberán planificarse reforestaciones para retribuir el daño permanente por la tala de árboles dentro del espacio ocupado por la operación.

Para la generación de residuos sólidos durante la fase de construcción, deberá exigirse al contratista la instalación de recipientes adecuados para su acomodamiento.

El acarreo de material formará montículos que cubrirán áreas verdes cercanas, por lo que se aprovechará para realizar rellenos cercanos a las faldas de la montaña cercana.

Se pondrá mucha atención a las actividades de producción contratando a un profesional en el área, para administrar al personal y los recursos, así como evitar que la misma planta de tratamiento de residuos, sea foco de contaminación.

Para proteger la salud de los trabajadores por el manejo de residuos se utilizará equipo de protección personal formado por: guantes, mascarillas, lentes, zapatos de cuero e indumentaria necesaria para su operación.

Para controlar la contaminación atmosférica, se cuidará que la materia orgánica sea separada y procesada a tiempo y correctamente, para evitar que despidan malos olores; los gases y los ruidos temporales producto de la maquinaria y camiones de transporte serán de mayor magnitud durante la etapa de construcción; sin embargo para la fase de operación deberán realizarse los mantenimientos planificados que disminuyan las emisiones de gas y ruido.

## **5.5. Riesgos amenazas y planes de contingencia**

Los posibles riesgos y sus respectivos planes de contingencia, así como el plan de seguridad industrial y humana en general, está considerado en esta sección.

### **5.5.1. Identificación de los riesgos y amenazas**

Los posibles riesgos que se detectan dentro del área del proyecto son los siguientes:

- Incendio: Este puede ser proveniente del mal manejo de combustibles y lubricantes para mantenimiento de los vehículos y maquinaria.
- Sismo: Debido a que el departamento de El Progreso se encuentra en la zona sísmica 4.1, según las normas de diseño recomendadas para la República de Guatemala.
- Derrames: De aceites, lubricantes y combustibles sobre la materia orgánica que puede echar a perder un lote completo de producción.

### **5.5.2. Planes de contingencia**

El plan de contingencia está orientado a mitigar los impactos provocados por los riesgos y amenazas naturales u ocasionados por el hombre en el área del proyecto.

#### **5.5.2.1. Incendios**

Los incendios serán poco probables durante la fase de construcción debido a los componentes de la construcción, que son bloques de concreto y piedra pomes, arena de río, cemento, pedrín, etc.

En la fase de operación donde se encuentren las instalaciones terminadas y exista el área de producción, será mayor la posibilidad de iniciarse un incendio por el manejo de los residuos sólidos separados, así también lo será para el área administrativa por el mobiliario y la posibilidad de un corto circuito en alguno de los equipos eléctricos; por otra parte existirá la mayor posibilidad de incendio para el departamento de transporte por el manejo de combustibles y lubricantes destinados para operación y mantenimiento.

Para prevenir un desastre por incendio se tomarán en cuenta las siguientes medidas.

- Los combustibles y lubricantes utilizados para operación y mantenimiento deberán almacenarse en los recipientes originales, clasificados en estanterías de metal, tomando en consideración la orientación del viento y distribución de los ambientes.
- Evitar derrame de combustibles y lubricantes en todas las áreas de la planta.
- Señalar con simbología acorde la ubicación de los combustibles y lubricantes, así indicar las medidas de precaución necesaria, entre ellas: no fumar, no encender llamas, ni formar fogatas en los lugares restringidos.
- Se deberán colocar en lugares visibles las reglas de seguridad que los trabajadores deberán acatar dentro de la planta.
- Las tuberías de canalización eléctrica deberán ser, por lo menos en las áreas de producción de ducto tubo o conduit. Además que los cables de alimentación deberán ser THHN<sup>30</sup>.
- Se señalarán diferentes rutas de evacuación.
- Se proveerá de extinguidores a cada área de trabajo para prevenir y combatir los incendios, éstos estarán visibles y de fácil acceso; periódicamente deberán ser revisados, probados y recargados para garantizar su debido funcionamiento.

#### **5.5.2.2. Sismo**

Aunque el registro de sismos en el área, es bajo, se considera la posibilidad de ocurrencia por lo que es necesario tomar en cuenta los siguientes factores que contribuyan a mitigar los posibles efectos:

---

<sup>30</sup> THHN: Thermoplastic High Heat Nylon, para aquellos conductores con aislamiento de PVC y cubierta de Nylon, para 90 grados centígrados.

- Adquirir un botiquín de primeros auxilios
- Realizar simulacros de evacuación
- Señalizar las salidas de evacuación
- Mantener la calma
- Colocarse cerca de las columnas, bajo vigas de estructuras o puertas, trasladarse hacia patios o lugares seguros.
- Retirarse de muebles y ventanas con vidrio.

### **5.5.2.3. Derrames**

Para que el derrame de líquidos no tenga un efecto permanente proveniente de las diferentes actividades de producción o mantenimiento, se procederá de la siguiente forma:

Las personas que se encuentren en el lugar serán avacuadas, y luego se procederá a lavar el área con suficiente agua y jabón, para lo cual se deben adquirir hidrolimpiadores, que también serán usadas para la limpieza diaria de las áreas de trabajo.

## **5.6. Normas de seguridad generales**

Las normas para el tratamiento de residuos sólidos serán abarcadas por la seguridad en el sitio y las normas de seguridad establecidas que ayudarán a prevenir accidentes y desordenes administrativos.

### **5.6.1. Seguridad en el sitio**

Los controles de acceso al sitio deberán ser obligatorios para prevenir el ingreso al sitio de materiales o personal no autorizado y permitir que las operaciones sean realizadas de manera coordinada y controlada.

Los métodos y procedimientos de seguridad que se implementan tendrán como objetivo:

- a) Proporcionar seguridad contra el ingreso del material y personal no autorizado.
- b) Proporcionar control y tráfico vehicular y al flujo de transporte.

Los beneficios de estos procedimientos son:

Evitar la entrada a personas que por desconocimiento de las características del lugar pudieran introducirse en el mismo.

- Proteger las instalaciones, equipo y personal de acciones negativas de personas ajenas al sitio.
- Asegurar que las operaciones del sitio no sean perturbadas o interrumpidas.

#### **5.6.2. Normas de seguridad establecidas**

- El acceso al sitio será controlado por cercas, señales restrictivas, y una puerta que restrinja el paso de vehículos al sitio, que se reforzará con las medidas de seguridad del personal.
- Una cerca perimetral y la franja de amortiguamiento se mantendrán para evitar la entrada del personal no autorizado.
- En la entrada del relleno se colocará una señal fácilmente visible que informe a los conductores sobre el acceso restringido al sitio y para entrar, los vehículos han de hacer alto total en el área de entrada, antes de procedimientos posteriores.
- La entrada al sitio, será restringida por personal que determine el residente general.
- Los vehículos que ingresen al sitio, así como las personas debidamente identificadas, estarán aprobadas por el residente o en su caso por el coordinador y serán anotados en el libro de control.
- El residente se reservará el derecho de evitar el acceso a zonas específicas del relleno, a personal o vehículos.
- Se permitirá las visitas al interior del sitio, siempre y cuando sean autorizadas oficialmente, y en todo momento serán acompañados por personal operativo que determine el residente.
- El horario de labores del sitio se mostrará en un letrero a la entrada del relleno.

### **5.7. Plan de manejo ambiental**

Las medidas a implementarse para el manejo interno ambiental de la planta serán las siguientes:

- Separación de los residuos orgánicos e inorgánicos, para el correcto depósito en los puntos ubicados para el efecto, y su evacuación final por el departamento de producción, quien indicarán el uso correspondiente para su aprovechamiento.
- El potencial de los líquidos de residuos producidos dentro de la planta son originados por causas biológicas, estos serán conducidos por el drenaje interno de la planta hacia las fosas de tratamiento. Los aceites y lubricantes, serán depositados en recipientes plásticos o metálicos que no permitan su derrame y serán sacados de la planta para su utilización como medio combustible para plantas de producción cercanas.
- Los ruidos desarrollados por la planta eléctrica, el camión y el cargador frontal se encuentran dentro de los límites audibles, sin embargo para el personal de producción y de tratamiento final de residuos será recomendable que utilicen protección audible y demás equipo para su propia seguridad.

Todas las tareas ordinarias contempladas dentro del plan de manejo ambiental serán ejecutadas por el personal de servicio. Debido a que la planta de tratamiento de residuos sólidos contará con la infraestructura para su procesamiento no es necesario incluir inversiones adicionales para su correcta operación.

### **5.8. Resumen del estudio de impacto ambiental**

Este estudio realiza una identificación de las áreas como: industria, comercio, agricultura, ganadería, silvicultura. Así también identifica el clima, las zonas de vida, orografía e hidrografía.

Se realiza una descripción del proyecto considerando para ello el terreno, el área total, infraestructura y servicios, vías de acceso, energía eléctrica, servicio telefónico, abastecimiento de agua, vías de comunicación, líneas de transporte, destino final de los desechos líquidos y sólidos.

Así mismo se realiza una identificación de los impactos positivos y negativos a través de la matriz de Leopold, para determinar cuales producen impactos positivos y negativos, y propone las medidas de mitigación correspondientes.

Se realiza una identificación de riesgos y amenazas como: incendios, Sismos, derrames, y se proponen los planes de contingencia orientados para mitigarlos.

También se describen las normas de seguridad generales que deben obedecerse dentro de la planta de tratamiento y finalmente se elabora un plan de manejo ambiental.

Después de realizar el estudio de impacto ambiental se demuestra que la ejecución del proyecto en sus fases de construcción y operación no tendrán mayores impactos negativos en los entornos físico, biótico y humano, debido a que se cuenta con las respectivas medidas de mitigación y los respectivos planes de higiene generales, de contingencia, de seguridad industrial y de manejo ambiental interno. Además se han encontrado los impactos positivos en las fases de trabajo principalmente los relacionados con los aspectos social y económico, por lo que es recomendable abordar las posteriores fases del estudio para este proyecto.

## CAPÍTULO VI

---

### 6. ESTUDIO FINANCIERO

---

Dentro de este análisis se encuentran los diferentes rubros que representan los ingresos y egresos para cada alternativa de solución basadas en los estudios anteriores. Se presentan Cuadros donde se demuestra, a través de cálculos, los ingresos y egresos que finalmente ayudan a la decisión sobre la aceptación o rechazo del proyecto, a través de los indicadores VAN, TIR y Beneficio-Costo.

Para simplificar la operación de algunos rubros se ha incluido el cálculo para los primeros tres años de operación en lugar de veinte. En el análisis financiero se incluirán los primeros diez años y los demás resumidos en una misma columna también, para efectos de simplificación y entendimiento.

#### 6.1. Ingresos

El renglón de ingresos será establecido por todos aquellos rubros donde la planta de tratamiento de residuos sólidos reciba aportes monetarios por el servicio de recolección que presta al usuario y por el producto de la disposición final de los residuos.

##### 6.1.1. Tarifa ordinaria

Basados en la investigación de mercado el precio que el público estaría dispuesto a pagar es de Q 20.00 por mes por el servicio de extracción de RSU. El ingreso total por este rubro está en función de la cantidad de hogares en el municipio de Sanarate que se estima es de 8,973 para el 2006.

##### 6.1.2. Cobro por servicios especiales

Este será para aquellos servicios prestados por aseo, volúmenes altos de RSU para comercios, industria y municipalidad, se estima un ingreso mensual de Q 1,000.00 para cada una de estas áreas. Este únicamente consistirá en recoger los RSU del lugar de origen.

### **6.1.3. Venta de biogas**

Es necesario aclarar que la venta de biogas solamente forma parte de la evaluación de alternativas pero no de la solución final para Sanarate (Alternativa 1).

### **6.1.4. Cobro por entrada al vertedero**

Será el ingreso generado por permitir el ingreso de determinados residuos especiales, recolectados y/o transportados por otras instituciones. Este rubro forma parte para la evaluación de alternativa 1 y no de la solución final para Sanarate.

### **6.1.5. Venta de materiales separados**

El precio de venta para los siguientes productos es de: Vidrio quebrado y clasificado por color Q 0.44 por kilogramo; papel revuelto Q 0.44 por kilogramo; papel clasificado Q 0.55 por kilogramo; aluminio Q 4.4 por kilogramo; cobre y bronce Q 6.6 por kilogramo; plástico Q 1.1 por kilogramo.<sup>31/</sup>

### **6.1.6. Venta de compost**

El ingreso percibido por la venta de compost a particulares o instituciones que lo requieren como abono o como recuperador de suelos, será a un precio de Q. 990.00 <sup>32/</sup> , por tonelada métrica.

### **6.1.7. Derecho de entrada planta de incineración**

Corresponden a ingresos percibidos por admitir la entrada de residuos especiales a una planta de incineración los cuales están en función de la Tonelada métrica de residuo a depositar.<sup>33/</sup> Para no exceder la capacidad de la planta de incineración se pretende recibir únicamente 12 tm/año.

---

<sup>31/</sup> Esta información están basada en los precios de mercado de reciclaje del botadero de la zona 3 en la ciudad de Guatemala.

<sup>32/</sup> Información obtenida de reportaje del El Periódico sobre la finca de Carlos Torrebiarte en San Lucas Tolimán, Sololá.

<sup>33/</sup> Este ingreso se incluye como referencia para la Alternativa 3, pero no forma parte de la solución para Sanarate.

#### **6.1.8. Venta de materiales ferrosos recuperados de la incineración**

Corresponden a ingresos percibidos por la venta de tales materiales provenientes de una planta de incineración a empresas que los utilizarán como insumos en sus procesos productivos.<sup>34/</sup>

#### **6.1.9. Valor de rescate**

El valor de rescate, es el valor monetario obtenido por la venta de un activo después de que este ha entregado su vida útil por funcionamiento.

Para simplificar los cálculos se ha integrado el valor de rescate como parte de los ingresos, se hace la salvedad que este valor será obtenido por una acción diferente a la operación de la planta de tratamiento, este es el caso de aquellos equipos que se venden y son reemplazados por otros nuevos para continuar con la operación normal.

El valor de rescate para los camiones, cargador frontal y mobiliario es del 20% de su valor inicial; y para el equipo de computo y sistema de comunicación 15% de su valor inicial. Los equipos depreciados serán vendidos por la administración de la planta de tratamiento durante el año de la adquisición del equipo para reemplazo. Ver cuadro 6.2

---

<sup>34/</sup> Este ingreso se incluye como referencia, pero no forma parte de la solución para Sanarate.

Cuadro 6. 1 Ingresos para la planta de tratamiento de RSU

Ingresos	Cantidad	Unidad de medida	Precio unitario Q / unidad de medida	Año 0 Quetzales	Año 1 Quetzales	Año 2 Quetzales
Tarifa ordinaria (77% de la población)	7,087	hogar	20.00	-	141,749.13	145,400.26
Cobro por servicios especiales	36.00	Unidad	1,000.00	-	36,000.00	36,000.00
Venta de materiales separados	3,784.30	arroba vidrio	5.00	-	18,921.48	19,408.86
	2,365.19	quintal papel	25.00	-	59,129.64	60,652.68
	47,303.71	lb aluminio	2.00	-	94,607.42	97,044.29
	47,303.71	libra cobre	3.00	-	141,911.13	145,566.43
	946.07	quintal plástico	50.00	-	47,303.71	48,522.14
Venta de compost 60%, lomb.25%	1,738.41	tm compost	990.00	-	1,721,027.24	1,765,356.86
	997,975.15	kg lombrices	8.57	-	8,550,651.07	8,870,361.71
Valor de rescate (camiones)	4.00	Unidad	92,061.45	-	-	-
Valor de rescate (cargador frontal)	1.00	Unidad	68,850.00	-	-	-
Valor de rescate (mobiliario)	1.00	conjunto	648.60	-	-	-
Valor de rescate (equipo de computo)	7.00	computadora, impresora, UPS	1,065.00	-	-	-
Valor de rescate (sistema de comunicación)	10.00	Teléfono, radiocomunicador	975.00	-	-	-
Total - Quetzales por año				-	10,792,379.34	11,168,904.36

Fuente: Elaboración propia con base al Estudio Técnico

Cuadro 6. 2 Valor de rescate de equipos depreciados

Descripción	Valor inicial Quetzales	% de venta	Valor de rescate – Quetzales											
			Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10 al 20	
Camiones año 9	1,841,229	20%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	368,245.79	-
Camiones año 20	1,841,229	20%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	368,245.79
Cargador Frontal año 9	344,250	20%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	68,850.00	-
Cargador Frontal año 20	344,250	20%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	68,850.00
Equipo de computo Año 5	49,700	15%	-	-	-	-	-	-	7,455.00	-	-	-	-	-
Equipo de computo Año 9	49,700	15%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7,455.00	-
Equipo de computo Año 13	49,700	15%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7,455.00
Equipo de computo Año 17	49,700	15%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7,455.00
Equipo de computo año 20	49,700	15%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7,455.00
Mobiliario año 9	14,472	20%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,894.40	-
Mobiliario año 20	14,472	20%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,894.40
Planta eléctrica año 9	11,100	20%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,220.00	-
Planta eléctrica año 20	11,100	20%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,220.00
Equipo de comunicación año 5	80,000	15%	-	-	-	-	-	-	12,000.00	-	-	-	-	-
Equipo de comunicación año 9	80,000	15%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12,000.00	-
Equipo de comunicación año 13	80,000	15%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12,000.00
Equipo de comunicación año 17	80,000	15%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12,000.00
Equipo de comunicación año 20	80,000	15%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12,000.00
Valor de rescate anual Quetzales			-	-	-	-	-	-	19,455.00	-	-	-	461,665.19	488,575.19

Fuente: Elaboración propia con base al Estudio Técnico

## **6.2. Costos**

Serán todas aquellas salidas de dinero relacionadas con la ejecución del proyecto entre ellas se tienen: Inversión, Costos de Producción, Costos de Administración y Costos de Ventas.

### **6.2.1. Costos de Inversión Inicial**

La inversión en equipamiento, también se entenderá para todos los egresos iniciales que permitan la operación normal de la planta creada por el proyecto, es decir trata de las variables financieras de los aspectos técnicos como los siguientes: el terreno, realizar el movimiento de tierra, construcción de instalaciones; y compra de los siguientes equipos, báscula, camión de transporte, cargador frontal, equipo de computo, mobiliario, Sistemas de agua y eléctrico; Costos de producción, administración y ventas. Ver Cuadro 6.7.

#### **6.2.1.1. Terreno**

Este deberá tener una superficie mínima de 105 x 156 metros a un costo aproximado de Q 75,000.00. Estará rodeado por un cerco de protección, además también deberá estar rodeado por un drenaje de protección para aguas superficiales.

#### **6.2.1.2. Instalación de geomembrana**

La geomembrana se instalará sobre la superficie de la producción de compost, canales que conducen lixiviados y sobre el área donde se tratarán estos líquidos producto de la descomposición de la materia orgánica y reacción química con la materia orgánica.

Se instalarán una capa de geomembrana sobre una superficie de 50 x 156 metros + un 30% para un total de 10,140 metros cuadrados de material instalado a un costo de Q 68.62 por metro cuadrado para un total de Q 695,811.87.

### 6.2.1.3. Construcción de instalaciones

La construcción de las instalaciones depende de la superficie a construir por lo que el costo de fabricar 1 metro cuadrado de construcción en el mercado local se cotiza a Q 1,500.00. En este costo se incluye: zapatas estandar, levantado de columnas de concreto y paredes con block, repello con savieta, piso de concreto de color estandar, ventanas de aluminio con balcones de acero, puertas metálicas, techo de concreto, tomacorrientes y cableado para suministro de energía eléctrica.

**El edificio de control y vestuarios**, ésta área será destinada para la sección administrativa del RSU, así como vestuario para los trabajadores. Esta ocupará en el terreno una superficie de 10 x 10 metros, y estará formada por dos niveles de construcción para un total de 200 metros cuadrados de construcción a un costo de Q 300,000.00.

**Garita de seguridad**, será utilizada para el resguardo del agente de seguridad de turno para protección de las instalaciones, tendrá un superficie total de 15 metros cuadrados a Q 1,500.00 por metro cuadrado, deberá invertirse Q 22,500.00.

**El área de producción de compost**, en esta área se instalarán galeras para protección del compost empacado el costo de esta instalación es de Q 800.00 por metros cuadrado y estará formada por una estructura de acero liviano con forro de lamina galvanizada, se deben construir 1792 metros cuadrados de galera por lo que se debe invertir Q 1,433,600.00

**Edificios de reciclaje**, estos estarán formados por estructura metálica liviana y forrados con lámina galvanizada, el costo de construcción es de Q 1,500.00 por metro cuadrado y deben construirse 2,700 metros cuadrados, deberá invertirse Q 4,050,000.00. Ver Figura 3.5 en Estudio Técnico

#### **6.2.1.4. Báscula**

Para llevar el control sobre la cantidad de RSU que ingresa a las instalaciones será necesario instalar una báscula en la entrada, ésta servirá tanto para conocer la cantidad acumulada en RSU, como para determinar el cobro por el ingreso al vertedero. El costo de una báscula para una capacidad de 20 toneladas es de USD 20,000; incluida la instalación y montaje para un total de Q 153,000.00 <sup>35/</sup>

#### **6.2.1.5. Pavimentación**

Se realizará en el área alrededor de los edificios reciclaje y ocupará una superficie de 4821 metros cuadrados por donde circularán los camiones que transportan los RSU y los productos obtenidos de su procesamiento. El trabajo de pavimentación incluye excavación, carga y acarreo de material a una distancia menor de un kilómetro, bordillos, base granular y subrasante, riego de imprimación y pavimento a un costo de Q 275.00 por metro cuadrado. Será en total Q 1,325,775.00.

#### **6.2.1.6. Construcción de lechos**

La construcción de los lechos será a partir de madera conocida en el mercado como tabla de 1 pie de ancho por una pulgada de espesor por la longitud que se necesite, una tabla de 15 pies de largo (1pie x 1pulgada) tiene un valor de Q 60.00 su valor en sistema internacional es de Q 39.36 metro lineal de 1 pulgada de espesor por 3 pies de ancho. Se necesita construir 3300 metros lineales de lecho por lo que debe invertirse Q 129,888.00.

#### **6.2.1.7. Pozo y equipo de bombeo**

El pozo se utilizará tanto para el servicio de agua potable de consumo humano, como para limpieza y producción. El pozo deberá ser capaz de suministrar agua para los detalles mencionados en la evaluación técnica (Ver sección 3.4.8 ), la construcción y puesta en marcha del pozo tiene un costo de Q 100,000.00, esto incluye el equipo de bombeo necesario para distribución de agua.

---

<sup>35/</sup> Se utilizó una tasa de cambio de Q 7.65 por cada USD

#### **6.2.1.8. Cerco de protección**

Esta barrera servirá para limitar el perímetro del terreno y no permitir el ingreso a personas no autorizadas al mismo. Se instalarán poste con alambre espigado a un valor de Q 500.00 por metro lineal, se debe cercar todo el perímetro (522 metros lineales) por lo que debe invertirse un total de Q 261,000.00

#### **6.2.1.9. Camión de transporte**

Los camiones de transporte serán comprados localmente por un precio de USD 60,170.88 aproximadamente Q 460,307.23<sup>36/</sup>, serán 4 unidades para un total de Q 1,841,228.93.

#### **6.2.1.10. Cargador frontal neumático**

Un cargador frontal con una pala y ruedas se puede acoplar de 50 toneladas métricas por día, puede acomodar y extender los RSU, así como realizar una cierta compactación. El precio de un equipo de esta capacidad es de USD 45,000.00 aprox. Q 344,250.00<sup>37/</sup>

#### **6.2.1.11. Equipo de computo**

El equipo de cómputo será básicamente para uso administrativo con el fin de agilizar cálculos y registro de datos, así como la ejecución de labores diarias relacionadas con cada área de trabajo y estará formado por: 7 computadoras personales, 7 licencias de software de licencia libre LINUX, 7 impresoras y 7 UPS para un total de Q 49,700.00.

#### **6.2.1.12. Mobiliario**

El mobiliario formará parte del equipo necesario para las operaciones tanto administrativas como de operación para los empleados, éste consistirá en: 4 lockers con 5 compartimientos cada uno a Q 693.00 c/u, 10 sillas secretariales de Q 250.00 c/u, 4 escritorios de Q 1,500.00 c/u y 4 bancas de Q 800.00 c/u. Para un total de Q 14,472.00.

---

<sup>36/</sup> Se utilizó una tasa de cambio de Q 7.65 por cada USD

<sup>37/</sup> Se utilizó una tasa de cambio de Q 7.65 por cada USD

**6.2.1.13. Sistema de agua potable**

El metro lineal de tubería de PVC de 2 pulgadas de diámetro para el suministro y colocación se cotiza en Q 22.63 + Q 10.00 para aproximadamente 450 metros lineales instalados son Q 7,215.60. La bomba de agua tiene un precio de Q 7,579.53 completamente instalada, 2 hidrolimpiadoras de Q 2,000.00 cada una, un tanque para almacenamiento de 125 metros cúbicos de agua con las siguientes dimensiones 8.5 x 6.0 x 2.5 metros, tiene un costo de fabricación de Q 76,500.00, la fabricación del tanque de almacenamiento será de obra gris por lo que el precio utilizado es de Q 1,500.00 por metro cuadrado. El total para el sistema es de Q 97,770.73.

**6.2.1.14. Sistema eléctrico**

El suministro principal de energía eléctrica será a través de las líneas de potencia de la DEORSA, instalados por una empresa contratista para lo cual se requiere de instalar un transformador con un valor de Q 10,000.00; 200 metros de línea aérea a Q 20,000.00, 3 postes para cubrir 100 metros Q 15,000.00; la instalación y montaje del sistema hasta la entrada de la planta está incluida en los precios anteriores para un total de Q 80,000.00.

El sistema de iluminación exterior tendrá 10 postes de alumbrado de 500 watts cada uno, cada poste tiene un precio de Q 5,000.00 y la luces Q 600.00 cada una, se instalará el cableado para alimentación de este sistema tomando como referencia las dimensiones del terreno es decir 551 metros lineales para el cable a costo de Q 100.00 el metro lineal; el total de la instalación será de Q 111,100.00.

La planta de energía eléctrica para uso de emergencia del área administrativa tendrá una potencia de 5.5 kW y tiene un costo de Q 11,100.00. El costo por metro lineal de cableado de baja potencia para 110 y 200 voltios dentro de la planta es de Q 150.00 y son necesarios 276 metros lineales de instalación, por lo que la inversión total para el sistema eléctrico será de Q 38,700.00.

**6.2.1.15. Sistema de drenajes**

Se instalará tubería de concreto para manejar las aguas negras de la sección administrativa hacia los pozos de absorción a un costo de Q 18.25 + Q 20.00 para suministro y colocación de la tubería de concreto de 8 pulgadas por metro lineal, son necesarios 120 metros lineales de zanja (30 metros cúbicos de excavación) y 120 metros lineales de tubería. El pozo de absorción tendrá la capacidad de captar el 300% del volumen de agua utilizado por el sistema de agua potable diario para servicios (no incluye proceso), es decir, que se deberá cavar una pozo de  $1,272 \times 3 = 3,816$  litros = 3.816 = 4 metros cúbicos. La excavación tiene un precio de Q 29.40 por metro cúbico. El sistema completo tiene un costo de Q 5,589.60.

**6.2.1.16. Sistema de comunicación**

Se utilizarán teléfonos celulares para la comunicación externa, es decir, con municipalidad, proveedores, clientes, etc., cada teléfono tendrá los requerimientos mínimos para comunicación, batería, cargador y servicio de telefonía, serán adquiridas 10 unidades a un precio de Q 500.00 cada uno para un total de Q 5,000.00.

Para la comunicación interna, se utilizará un sistema de radio comunicación, serán adquiridas 10 unidades a precio de Q 6,000.00 cada uno, una base radiofónica con antena tiene un valor de Q 15,000.00, el sistema de radio comunicación tiene un valor total de Q 75,000.00.

**6.2.1.17. Planta de incineración**

A nivel mundial ésta es una tecnología que está perdiendo popularidad por los gases que se expulsan, producto de la combustión de los residuos. Sin embargo se considerará como parte de las alternativas de solución dentro de este proyecto. Además debe considerarse que un equipo de este tipo está expuesto a paros continuos por fallas y reparaciones; es necesario que la alternativa de incineración también incluya el vertedero controlado para enterrar las cenizas o el 100% de los residuos cuando esté parado el equipo.

Se consideró una maquinaria con peso de 91,000 kg de acero, el precio es de Q 21.00 por kg para el Suministro, Fabricación y Montaje de acero; 130.54 metros cúbicos de concreto a un precio de Q 530.00 fundido en obra; una instalación eléctrica total equivalente al 5% de las inversiones anteriores para invertir un total de Q 2,143,159.95 para la planta de incineración.

Cuadro 6. 3 Inversión inicial para la planta de tratamiento de RSU

Inversión	Cantidad	Unidad de medida	Precio unitario	Total	Proveedor
Terreno	30,000.00	metro cuadrado	2.50	<b>75,000.00</b>	Sanarate, El Progreso
Estudio de Topografía	1.00	unidad	15,000.00	<b>15,000.00</b>	ITSA-CVG, 20C 5-36 zona 10, Tel: 2337-3940
Geomembrana	10,140.00	metro cuadrado	68.62	<b>695,811.87</b>	Star Service S.A. de C.V. (México)
Diseño detallado de la planta	10.00	planos	5,000.00	<b>50,000.00</b>	ITSA-CVG, 20C 5-36 zona 10, Tel: 2337-3940
Construcción de instalaciones	2815	metro cuadrado	1,500.00	<b>4,222,500.00</b>	ITSA-CVG, 20C 5-36 zona 10, Tel: 2337-3940
Galeras para compost	1792	metro cuadrado	800.00	<b>1,433,600.00</b>	ITSA-CVG, 20C 5-36 zona 10, Tel: 2337-3941
Pavimentacion	4821	metro cuadrado de asfalto	275.00	<b>1,325,775.00</b>	ITSA-CVG, 20C 5-36 zona 10, Tel: 2337-3941
Construcción de lechos	3300	Metro lineal de madera	39.36	<b>129,888.00</b>	ITSA-CVG, 20C 5-36 zona 10, Tel: 2337-3941
Pozo y equipo de bombeo	1	metro cúbico	792,540.00	<b>792,540.00</b>	ITSA-CVG, 20C 5-36 zona 10, Tel: 2337-3940
Báscula	1	Unidad	153,000.00	<b>153,000.00</b>	WAM latin america, 1260 NW 29th Street Miami, FL 33142 USA, Tel: 305-6351744
Cerco de protección	522	metros lineales	500.00	<b>261,000.00</b>	ITSA-CVG, 20C 5-36 zona 10, Tel: 2337-3940
Camiones de transporte	4	Unidad	460,307.23	<b>1,841,228.93</b>	CODACA, km 6.5 carretera al Atlántico, zona 18
Cargador frontal neumático	1	Unidad	344,250.00	<b>344,250.00</b>	GENTRAC, Calz. Aguilar Batres 54-41 zona 12, Tel: 2328-9000
Equipo de computo	7	computadora	6,000.00	<b>42,000.00</b>	Hiper Paiz, Metro Norte
	7	Software	-	-	Sistema Operativo y aplicaciones Linux con Licencia Pública General (GPL)
	7	impresora	700.00	<b>4,900.00</b>	Hiper Paiz, Metro Norte
	7	UPS	400.00	<b>2,800.00</b>	Hiper Paiz, Metro Norte
Compra de lombriz para compost	225,350	Kilogramo de lombriz	8.57	<b>1,930,802.98</b>	Finca de Carlos Torrebiarte en San Lucas Tolimán, Sololá
Mobiliario	4	locker	693.00	<b>2,772.00</b>	Carmel S.A. Muebles Aurora, Calz Aguilar Batres 41-41 zona12, Tel: 2477-3807
	10	silla secretarial	250.00	<b>2,500.00</b>	Hiper Paiz, Metro Norte
	4	escritorio	1,500.00	<b>6,000.00</b>	Hiper Paiz, Metro Norte
	4	banca	800.00	<b>3,200.00</b>	Carmel S.A. Muebles Aurora, Calz Aguilar Batres 41-41 zona12, Tel: 2477-3807
<b>Total</b>				<b>13,334,568.78</b>	

Fuente: Elaboración propia con base al Estudio Técnico

Cuadro 6. 4 Inversión Inicial para la planta de tratamiento de RSU

Inversión	Cantidad	Unidad de medida	Precio unitarioQ / unidad de medida	Total Quetzales	Proveedor
Sistema de agua potable	1	bomba	7,579.53	<b>7,579.53</b>	Sistagua S.A. 10C 2-35 zona 9, Tel: 2360-2179/89
	2	hidrolimpiadoras	2,000.00	<b>4,000.00</b>	Sistagua S.A. 10C 2-35 zona 9, Tel: 2360-2179/89
	51	tanque	1,500.00	<b>76,500.00</b>	ITSA-CVG, 20C 5-36 zona 10, Tel: 2337-3939
	120	Metro lineal de zanja para tubería	20.63	<b>2,475.60</b>	ITSA-CVG, 20C 5-36 zona 10, Tel: 2337-3939
	450	metro lineal tubería (Suministro)	10.00	<b>4,500.00</b>	Ferretería
	120	metro lineal de tubería (Instalación)	22.63	<b>2,715.60</b>	ITSA-CVG, 20C 5-36 zona 10, Tel: 2337-3939
Sistema eléctrico	1	Planta de generación 5.5kW, Diesel	11,100.00	<b>11,100.00</b>	Maquinaria Topke, VIA 4, 5-52 ZONA 4 GUATEMALA, Tel: 2277-5777
	551	metros de línea aérea para alumbrado	100.00	<b>55,100.00</b>	Cisma, S.A., 2C 32-77 zona 7 Condominio San Mateo, Tel: 2433-9585
	10	luces de 500 Watts	600.00	<b>6,000.00</b>	Celasa, 13C 4-17 zona 1, Tel: 2386-9801/11
	10	postes para alumbrado	5,000.00	<b>50,000.00</b>	Celasa, 13C 4-17 zona 1, Tel: 2386-9801/11
	200	metros de línea aérea eléctrica para potencia	100.00	<b>20,000.00</b>	Cisma, S.A., 2C 32-77 zona 7 Condominio San Mateo, Tel: 2433-9585
	3	postes para potencia eléctrica	5,000.00	<b>15,000.00</b>	Cisma, S.A., 2C 32-77 zona 7 Condominio San Mateo, Tel: 2433-9585
	1	Transformador	10,000.00	<b>10,000.00</b>	Celasa, 13C 4-17 zona 1, Tel: 2386-9801/11
	276	metro lineal de cable #12 (Suministro e instalación)	100.00	<b>27,600.00</b>	Celasa, 13C 4-17 zona 1, Tel: 2386-9801/11
Sistema de comunicación	10	Teléfonos	500.00	<b>5,000.00</b>	Comcel, Tigo, Claro, MoviStar
	10	Radiocomunicadores	6,000.00	<b>60,000.00</b>	Grupo Comudisa, 4av. Y 13C, esquina, zona 9 Tel: 2362-1790
	1	Base con antena para radio	15,000.00	<b>15,000.00</b>	Grupo Comudisa, 4av. Y 13C, esquina, zona 9 Tel: 2362-1790
Sistema de drenajes	34.00	metro cúbico (Excavación de pozo de absorción y zanja)	29.40	<b>999.60</b>	ITSA-CVG, 20C 5-36 zona 10, Tel: 2337-3939
	120	metro lineal (Suministro y colocación de tubería de concreto)	38.25	<b>4,590.00</b>	ITSA-CVG, 20C 5-36 zona 10, Tel: 2337-3939
Imprevistos	1	unidad	400,000.00	<b>400,000.00</b>	Variable
Total - Quetzales				<b>778,160.33</b>	

Fuente: Elaboración propia con base al Estudio Técnico

Cuadro 6. 5 Inversión Inicial para una planta de incineración<sup>38</sup>

Inversion Incineración	Cantidad	Unidad de medida	Precio unitario Q / unidad de medida	Total Quetzales	Proveedor
Planta de incineración	91,000.00	Kilogramo (Suministro, Fabricacion y Montaje de estructura de acero)	21.00	<b>1,911,000.00</b>	Imonsa, km 18.5 carr. El Salvador, Tel: 2221-7744
	130.54	Metro cúbico de concreto (fundido en obra)	530.00	<b>69,186.20</b>	ITSA-CVG, 20C 5-36 zona 10, Tel: 2337-3939
	80	Metro cuadrado de refractario (Suministro y montaje)	799.56	<b>63,964.44</b>	Inmaco, Ruta al Atlántico km. 4.5 zona 17, Tel: 2429-1600
	1	Instalacion eléctrica (Suministro y montaje)	99,009.31	<b>99,009.31</b>	Dipmelsa, 4ta Av. 25-37 zona 12, La Reformita. Tel: 2476-4019
Combustible (anual)	6,745.19	galones de Diesel	20.88	<b>140,839.62</b>	
Mantenimiento y Operación planta de incineración (anual)	1	Metro cuadrado de ladrillo refractario (Suministro y montaje)	76,500.00	<b>76,500.00</b>	Inmaco, Ruta al Atlántico km. 4.5 zona 17, Tel: 2429-1600
Total - Quetzales				<b>2,360,499.57</b>	

Fuente: Elaboración propia con base al Estudio Técnico

<sup>38</sup> Cuadro 6.5, este cuadro no forma parte de la solución para Sanarate, es únicamente para evaluar la Alternativa 3.

#### **6.2.1.18. Cronograma de inversión**

La adquisición del presupuesto de inversión tendrá que realizarse con ayuda paralela de la Municipalidad de Sanarate a través de la Unidad Técnica de Desarrollo para que ingrese a la Unidad Técnica Departamental, quien se encargará de presentarlo a la SEGEPLAN para su análisis, y de ser aprobado, ingresará al sistema de Presupuesto de Ingresos y Gastos de la Nación.

El trabajo a realizar por la Unidad Técnica de Sanarate, consiste en presentarlo como parte del programa de trabajo y al ser aprobado dentro del Presupuesto General tendrá que presentar la programación respectiva de acuerdo con las regulaciones vigentes del Gobierno. Al ser aprobada la programación, tendrá que sujetarse a las regulaciones de la Ley de Contrataciones del Estado, Ley de Presupuesto y a los Reglamentos correspondientes.

La Unidad Técnica de Sanarate previo a recibir la autorización del presupuesto deberá afinar las cotizaciones de equipos a instalar y/o proveedores adjudicatarios de algún contrato para compra de equipos o suministros. Un aspecto técnico muy importante durante este año será trabajar en los detalles generando planos para la construcción de la planta y ajustando la inversión al presupuesto asignado y asignar el proyecto de infraestructura al oferente que cumpla con los requerimientos establecidos en las bases de licitación pública; la operación de la planta de tratamiento dependerá de la Oficina de Conservación Ambiental o alguna figura legal creada para su funcionamiento autónomo.

La vida útil para el proyecto será de 20 años, período durante el cual se realizarán diversas inversiones de activos fijos como las que se muestran en el Cuadro 6.5

#### **6.2.1.19. Capital de trabajo**

El capital de trabajo se refiere a la inversión que debe hacerse para que la planta de tratamiento de residuos sólidos urbanos empiece a funcionar, este costo debe cubrirse durante el tiempo necesario, hasta que pueda tener ingresos y sea sostenible. El capital de trabajo está formado por la suma de los costos de producción, administración y ventas. Ver Cuadro 6.8, 6.9, 6.10 y 6.11.

Cuadro 6. 6 Calendario de inversión para la planta de tratamiento de RSU (Alternativa 2). Cifras en miles de Quetzales.

Concepto	Año																				
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Ingresos (operación) <sup>39/</sup>	-	10,811	11,188	11,575	11,972	12,379	12,796	13,224	13,663	14,114	14,576	15,050	15,536	16,035	16,546	17,071	17,609	18,161	18,728	19,309	19,905
Ingresos (valor de rescate)		-	-	-	-	19	-	-	-	462	-	-	-	19	-	-	-	19	-	-	462
Terreno	(75)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Topografía */	(15)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Geomembrana	(696)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Diseño detallado de la planta */	(50)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Construcción de instalaciones	(4,223)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Galera compost	(1,434)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pavimentación	(1,326)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Const. de lechos	(130)	-	-	(130)	-	-	(130)	-	-	(130)	-	-	(130)	-	-	(130)	-	-	(130)	-	-
Pozo y equipo bombeo	(793)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Báscula	(153)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cerco de protección	(261)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Camión de transporte	(1,841)	-	-	-	-	-	-	-	-	(1,841)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cargador frontal neumático	(344)	-	-	-	-	-	-	-	-	(344)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Equipo de computo	(50)	-	-	-	-	(50)	-	-	-	(50)	-	-	-	(50)	-	-	-	(50)	-	-	-
Mobiliario	(14)	-	-	-	-	-	-	-	-	(14)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sistema de agua potable	(98)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sistema eléctrico	(195)	-	-	-	-	-	-	-	-	(11)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sistema de comunicación	(80)	-	-	-	-	(80)	-	-	-	(80)	-	-	-	(80)	-	-	-	(80)	-	-	-
Sistema de drenajes	(6)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Desarrollo y Mejora	(400)	(100)	(100)	(100)	(100)	(100)	(100)	(100)	(100)	(100)	(100)	(100)	(100)	(100)	(100)	(100)	(100)	(100)	(100)	(100)	(100)
Compra de lombrices	(1,931)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Costos de operación	(983) <sup>40/</sup>	(3,712)	(3,396)	(3,345)	(3,288)	(3,256)	(3,247)	(3,240)	(3,232)	(3,390)	(3,343)	(3,297)	(3,251)	(3,216)	(3,208)	(3,200)	(3,192)	(3,197)	(3,189)	(3,181)	(3,173)
Total	(15,096)	6,999	7,692	8,000	8,583	8,913	9,319	9,885	10,332	8,615	11,132	11,653	12,056	12,608	13,238	13,641	14,317	14,755	15,309	16,028	17,093
	No Sost.	Sostenible																			

Fuente: Elaboración propia con base al estudio técnico. Las cifras en paréntesis son negativas y representan un costo.

<sup>39/</sup> Ingreso, Ver sección 6.1; Cuadro 6.1

\*/ Activos diferidos.

<sup>40/</sup> Capital de Trabajo: Formado por los costos de operación durante el año cero únicamente, debido a que a partir de año 1 el proyecto puede sostenerse por si mismo.

## **6.2.2. Costos de Producción**

Estos costos están relacionados directamente con la cantidad de residuos a procesar, para ello se consideran: los salarios técnicos, el mantenimiento y reparación, Insumos, compra de lombriz para compost y los servicios prestados por terceros (incineración externa). Se hace la aclaración que el último costo será aplicado a una de las alternativas por lo cual fue incluido como referencia.

### **6.2.2.1. Salarios técnicos**

Los costos para el personal técnico se tienen estimados en Q 744,964.20 anuales. Para conocer mayores detalles revisar la sección 4.2.2 de este proyecto.

### **6.2.2.2. Mantenimiento y reparación**

El costo de mantenimiento preventivo estará relacionado con el deterioro de los edificios y mobiliario a un costo anual de Q 9,300.00 y de Q 59,724.00 anuales para la maquinaria.

### **6.2.2.3. Insumos y materiales**

Para la operación de la planta de tratamiento de residuos sólidos será necesario el suministro de algunos productos para el personal de servicio o para la maquinaria como lo son: vestuario, mascarillas, guantes, combustible Diesel, aceite lubricante, aceite para reductores, aceite hidráulico, grasa lubricante y bolsas plásticas para separación.

### **6.2.2.4. Compra de lombriz para compost**

La lombriz será comprada por peso a distribuidores locales ubicados en el occidente del país. La finca de Carlos Torrebiarte en San Lucas Tolimán, Sololá cuenta con 84 millones de lombrices que producen 90 quintales de compost en 60 días.

Regularmente las lombrices desechan el 40% de lo que comen, de modo que esta será la cantidad de humus que se obtenga del compost. Adquirir un kilogramo de lombrices como parte de un paquete tecnológico cuesta USD 1.12 u Q 8.57 <sup>41/</sup> aproximadamente. Un peón puede trabajar una tonelada de compost al día. El compost que resulta de la descomposición de los residuos sólidos orgánicos se produce en un periodo de tres meses.

#### 6.2.2.5. Servicios prestados por terceros (incineración externa)

Este será un costo utilizado únicamente para la Alternativa 4, donde los residuos inorgánicos tendrán como destino la incineración a través de los servicios de una empresa dedicada a ese negocio, se cotizó el precio por dicho servicio en función del peso a ser incinerado Q 2,500.00 por tonelada métrica, esto no incluye transporte hacia el punto por lo que deberá agregarse también este monto.

#### Cuadro 6. 7 Inversión inicial

Descripción	Costo Total
Activos Fijos	Q (13,647,729.11)
Activos diferidos	Q (465,000.00)
Capital de trabajo <sup>42/</sup>	Q (983,034.80)
Inversión total inicial	Q (15,095,763.91)

*Fuente: Elaboración propia con base al estudio técnico. Las cifras en paréntesis son negativas y representan un costo.*

<sup>41/</sup> Precio en finca de Carlos Torrebiarte en San Lucas Tolimán, Sololá.

<sup>42/</sup> Ver sección 6.2.1.19 de este documento

Cuadro 6. 8 Costos de Producción de la planta de tratamiento de RSU

Costos de Producción	Cantidad	Unidad de medida	Precio unitarioQ / unidad de medida	Año 0 Quetzales	Año 1 Quetzales	Año 2 Quetzales	Proveedor
Salarios técnicos (mensual)	1	Secretaria	4,000.00	-	62,319.00	62,319.00	Contrato de trabajo
	8	Personal de recolección	3,000.00	-	372,004.80	372,004.80	Contrato de trabajo
	4	Piloto	3,000.00	-	186,002.40	186,002.40	Contrato de trabajo
	3	Personal de disposición final	3,000.00	-	139,501.80	139,501.80	Contrato de trabajo
	3	Personal de separación	3,000.00	-	139,501.80	139,501.80	Contrato de trabajo
	3	Personal de compost	3,000.00	-	139,501.80	139,501.80	Contrato de trabajo
	4	Personal de comunicación	4,000.00	249,276.00	249,276.00	249,276.00	Contrato de trabajo
	2	Guardias de seguridad	3,000.00	93,001.20	93,001.20	93,001.20	Contrato de trabajo
Mantenimiento y reparación (anual)	3	cubeta de pintura para edificios	300.00	-	900.00	900.00	La Paleta, 9a av. 11-82 zona 1, Tel: 2232-0860
	12	Unidad (reparación menor de edificios)	500.00	-	6,000.00	6,000.00	Personal de mantenimiento
	72	Unidad (mantenimiento de maquinaria)	600.00	-	43,200.00	43,200.00	Personal de mantenimiento
	96	hora (mantenimiento del cargador frontal)	172.13	-	16,524.00	16,524.00	Personal de mantenimiento
	12	Unidad (reparación pintura mobiliario)	200.00	-	2,400.00	2,400.00	La Paleta, 9a av. 11-82 zona 1, Tel: 2232-0860
Total - Quetzales por año				342,277.20	1,450,132.80	1,450,132.80	

Fuente: Elaboración propia con base al Estudio Técnico

Cuadro 6. 9 Costos de Producción de la planta de tratamiento de RSU

Costos de Producción	Cantidad	Unidad de medida	Precio unitario Q / unidad de medida	Año 0 Quetzales	Año 1 Quetzales	Año 2 Quetzales	Proveedor
Insumos y materiales (anual)	20	Vestuario	400.00	-	8,000.00	8,000.00	Fabrigas, 41C 6-27 zona 8, Tel: 2421-0400
	7,920.00	Mascarillas	2.00	-	15,840.00	15,840.00	Fabrigas, 41C 6-27 zona 8, Tel: 2421-0400
	7,920.00	Pares de Guantes	3.50	-	27,720.00	27,720.00	Fabrigas, 41C 6-27 zona 8, Tel: 2421-0400
	8,760.00	galón combustible para vehículos (Diesel)	20.88	-	182,908.80	182,908.80	Gasolineras: Texaco, Shell, Esso
	24	Galón aceite lubricante	44.74	-	1,073.76	1,073.76	Shell Rimula Oil, Oroshell Central de lubricantes 7a C 10-26 zona 11, Tel: 2440-5959
	12	Galón aceite lubricante para caja de velocidades y diferenciales	40.16	-	481.92	481.92	Shell Omala Oil, Oroshell central de lubricantes 7a C 10-26 zona 11, Tel: 2440-5959
	10	Galón de Aceite hidráulico	48.41	-	484.10	484.10	Oroshell central de lubricantes 7a C 10-26 zona 11, Tel: 2440-5959
	2	Libra de Grasa lubricante	9.95	-	19.90	19.90	Shell Retinax AM, Oroshell central de lubricantes 7a C 10-26 zona 11, Tel: 2440-5959
	19344	Metro cuadrado de nylon para cobertura de lechos	0.60	-	11,606.40	11,606.40	Extrudoplast, 18 C 19-53 zona 10, Tel: 2410-3599
	34,560	Costales para compost (0.5x0.8m)	1.10	-	38,016.00	38,016.00	
	2,297,440	Bolsas para separación de residuos (0.6x0.8m)	0.35	-	804,104.16	804,104.16	Extrudoplast, 18 C 19-53 zona 10, Tel: 2410-3600
Traslado material inorgánico	108	Viajes de traslado para producto separado	97.44	-	10,475.62	10,745.45	Transporte propio
Total - Quetzales por año				-	1,100,730.67	1,101,000.49	

Fuente: Elaboración propia con base al Estudio Técnico

### **6.2.3. Costos de Administración**

Los costos administrativos serán los sueldos de los profesionales a cargo de cada área, obligaciones patronales, útiles de oficina, servicios básicos y seguro para activos fijos.

Se puede observar que el renglón de costo de mayor peso es el sueldo para los profesionales, seguido de las obligaciones patronales que fueron descritas en el estudio legal-administrativo.

#### **6.2.3.1. Salario profesionales**

Se deberá contar con un asesor especializado en el área de manejo de RSU o planificación urbana para guiar las etapas de inversión, y puesta en marcha del proyecto. Este asesor ganará Q 20,000.00 mensuales y estará durante el año 0 y el 1, durante el año 1 capacitará a otro profesional en el área para continuar con el proyecto de manejo y disposición final de residuos sólidos quien será el Jefe de Planta. El Jefe de Planta tendrá un sueldo de Q 9,750.00 mensuales y su ingreso a la planta será en el año 0.

Habrán otros profesionales para las siguientes áreas: Administración, Comunicación, Producción y Transporte.

Para mayores detalles sobre el salario de profesionales ver sección 4.2.2 de este documento.

#### **6.2.3.2. Útiles de oficina**

Los útiles de oficina básicos estarán formados por: tinta para impresora, papel bond tamaño carta, lapiceros, folders y facturas. Y serán de uso cotidiano por lo que mensualmente se debe revisar el inventario de dichos insumos. Se tiene estimado un gasto de Q 11,918.00 anuales para este rubro.

#### **6.2.3.3. Servicios básicos**

Se usará como servicio básico el suministro de agua potable por pipas que conduzcan el líquido hacia el depósito fabricado para su almacenaje y posterior consumo, otro servicio básico será el de telefonía, para establecer la comunicación necesaria con otras instituciones. También se requerirá del servicio para consumo de energía eléctrica por parte del INDE.

#### **6.2.3.4. Seguros**

Este servicio será contratado para proteger la inversión de instalaciones y equipos contra robo, incendio o accidentes de otros tipos. Se presenta la opción de realizarla con la Aseguradora GyT y es aproximadamente 6.9686% del valor a asegurar.

El seguro también se aplica a las reinversiones durante el ciclo de vida del proyecto y disminuye al reducirse el valor en libros de los activos fijos. Ver Cuadro 6.10.

Cuadro 6. 10 Costos de Administración de la planta de tratamiento de RSU

Costos de Administración	Cantidad	Unidad de medida	Precio unitario Q / unidad de medida	Año 0 Quetzales	Año 1 Quetzales	Año 2 Quetzales	Proveedor
Salario profesionales (mensual)	1	Asesor	20,000.00	240,000.00	240,000.00	-	Contrato de trabajo
	1	Jefe de planta	13,102.45	157,229.40	157,229.40	157,229.40	Contrato de trabajo
	1	Jefe de producción	7,829.65	-	93,955.80	93,955.80	Contrato de trabajo
	1	Jefe de comunicación	7,829.65	93,955.80	93,955.80	93,955.80	Contrato de trabajo
Obligaciones patronales	30	personal de trabajo	4,171.97	64,660.20	150,767.10	125,159.10	
Útiles de oficina (anual)	21	Cartucho de tinta para impresora	65.00	-	1,365.00	1,365.00	Hiper Paiz, Metro Norte
	7	Resma de papel tamaño carta	50.00	-	350.00	350.00	Arimany, 12C 3-32 zona 1, Tel: 2422-0900
	28	lapiceros	5.00	-	140.00	140.00	Arimany, 12C 3-32 zona 1, Tel: 2422-0900
	2,000	Facturas, recibos	5.00	-	10,000.00	10,000.00	Abba Print, 19C 0-56 zona 1, Tel: 2220-6694
	84	folder	0.75	-	63.00	63.00	Arimany, 12C 3-32 zona 1, Tel: 2422-0900
Servicios básicos	14600	kW.h (energía eléctrica)	1.18	-	17,283.48	17,283.48	EEGSA
	2700	minuto (teléfono)	0.36	-	11,664.00	11,664.00	Telgua
Seguro (anual)	1	Pago de seguro	6.9686% del valor del Activo	-	285,511.30	234,414.41	Banco GyT Continental
Total - Quetzales por año				555,845.40	1,062,284.88	745,579.99	

Fuente: Elaboración propia con base al Estudio Técnico

#### **6.2.4. Costo de Ventas**

El departamento de comunicación se encargará de la función social de hacer llegar el mensaje para sensibilizar a la población sobre el manejo adecuado del servicio de recolección y nuestros recursos renovables y no renovables, para esta actividad y otras relacionadas con la venta del producto de la operación de la planta de tratamiento de residuos sólidos, es necesario invertir en publicidad escrita, radiofónica y televisiva para alcanzar a la mayor parte de la población sanarateca y cumplir con los objetivos del proyecto el cual es de beneficio colectivo.

Se estima que este costo será de Q 84,912.20 anualmente desde el año 0, ver Cuadro 6.11.

Cuadro 6. 11 Costos de Ventas de la planta de tratamiento de RSU

Costo de Ventas	Cantidad	Unidad de medida	Precio unitario Q / unidad de medida	Año 0 Quetzales	Año 1 Quetzales	Año 2 Quetzales	Proveedor
Publicidad (anual)	2,640	minuto de anuncio por radio (10 anuncios/día)	5.30	13,992.00	13,992.00	13,992.00	Radio Sanarate Stereo
	1,056	minuto de anuncio por TV (4 anuncios/día)	45.45	47,995.20	47,995.20	47,995.20	Canal 10 de Sanarate
	1,000	Trifoliales tamaño carta full color	1.25	1,250.00	1,250.00	1,250.00	Abba Print, 19C 0-56 zona 1, Tel: 2220-6694
	500	Hoja membretada	0.35	175.00	175.00	175.00	Abba Print, 19C 0-56 zona 1, Tel: 2220-6694
	1	Material de apoyo comunicación	20,000.00	20,000.00	20,000.00	20,000.00	Arimany, 12C 3-32 zona 1, Tel: 2422-0900
	5	Mantas informativas	300.00	1,500.00	1,500.00	1,500.00	Mantas Artex, Tel: 5202-4389, luisartex@yahoo.es
Total - Quetzales por año				84,912.20	84,912.20	84,912.20	

Fuente: Elaboración propia con base al Estudio Técnico

### 6.3. Depreciaciones

Para realizar el informe financiero y propósitos fiscales, se utilizan diferentes métodos de depreciación. Sin embargo para la vía fiscal del ISR en Guatemala se reconoce el cálculo a través del método de línea recta<sup>43/</sup>. La depreciación se aplica a los activos fijos, y el mecanismo a través del cual el gobierno pretende que la inversión privada sea recuperable (escudo fiscal).

Aunque se presenta en el Cuadro 6.12 los valores correspondientes a las depreciaciones de los activos fijos, éstas no se incorporan en los estados de resultados, tal como se indicó en el estudio administrativo legal, las entidades municipales gozan de toda clase de exoneración de impuestos y arbitrios. La depreciación es el tipo de gastos más común en los negocios que no son en efectivo; por lo que constituyen un origen de fondos para las empresas, porque las protegen contra el pago de impuestos al disminuir el ingreso gravable sin que haya una salida real de efectivo. Además se presentan en el Cuadro 6.13 los valores residuales de los diferentes activos, al final de los primeros 20 años de vida del proyecto (valor en libros).

Por otra parte es necesario indicar que el equipo de cómputo es el activo que se deprecia más rápido, por lo que se contempla reinvertir en los años 5, 9, 13 y 17 del horizonte del proyecto. Así también con el camión de transporte, cargador frontal neumático, mobiliario y sistema eléctrico también se contempla reinvertir durante el año 9 del horizonte del proyecto.

---

<sup>43/</sup> A solicitud de los contribuyentes, cuando estos demuestren que no resulta adecuado el método de línea recta, debido a las características, intensidad de uso y otras condiciones especiales de los bienes amortizables empleados en el negocio o actividad, la Dirección puede autorizar otros métodos de depreciación. Art. 18 ley del ISR.

**Cuadro 6. 12 Depreciaciones de activos fijos para la planta de tratamiento de RSU (Costos en Quetzales)**

Descripción	Valor	% Depreciación	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10 al 20
Edificio	1,500,000	0.05	-	75,000	75,000	75,000	75,000	75,000	75,000	75,000	75,000	75,000	825,000
Bascula	153,000	0.25	-	38,250	38,250	38,250	38,250	-	-	-	-	-	-
Camión	1,841,229	0.25	-	460,307	460,307	460,307	460,307	-	-	-	-	-	-
Camión año 9	1,841,229	0.25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	460,307	1,380,922
Cargador Frontal	344,250	0.25	-	86,063	86,063	86,063	86,063	-	-	-	-	-	-
Cargador Frontal año 9	344,250	0.25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	86,063	258,188
Equipo de computo	49,700	0.33	-	16,567	16,567	16,567	-	-	-	-	-	-	-
Equipo de computo Año 5	49,700	0.33	-	-	-	-	-	16,567	16,567	16,567	-	-	-
Equipo de computo Año 9	49,700	0.33	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16,567	33,133
Equipo de computo Año 13	49,700	0.33	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	49,700
Equipo de computo Año 17	49,700	0.33	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	49,700
Mobiliario	14,472	0.20	-	2,894	2,894	2,894	2,894	2,894	-	-	-	-	-
Mobiliario año 9	14,472	0.20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,894	11,578
Sistema agua potable	97,771	0.25	-	24,443	24,443	24,443	24,443	-	-	-	-	-	-
Planta eléctrica	11,100	0.25	-	2,775	2,775	2,775	2,775	-	-	-	-	-	-
Planta eléctrica año 9	11,100	0.25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,775	8,325
Equipo de comunicación año	80,000	0.33	-	26,667	26,667	26,667	-	-	-	-	-	-	-
Equipo de comunicación año 5	80,000	0.33	-	-	-	-	-	26,667	26,667	26,667	-	-	-
Equipo de comunicación año 9	80,000	0.33	-	-	-	-	-	-	-	-	-	26,667	53,333
Equipo de comunicación año 13	80,000	0.33	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	80,000
Equipo de comunicación año 17	80,000	0.33	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	80,000
Sistema drenajes	5,590	0.05	-	279	279	279	279	279	279	279	279	279	3,074
Depreciación Anual			-	733,245	733,245	733,245	690,011	121,407	118,513	118,513	75,279	670,552	2,832,953

Fuente: Elaboración propia con base en el estudio técnico, inversión inicial y ley del ISR. Cifras redondeadas en Quetzales.

**Cuadro 6. 13 Valores residuales de activos fijos para la planta de tratamiento de RSU (Valor en libros). Costos en Quetzales.**

Descripción	Valor	% Depreciación	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10 al 20
Edificio	1,500,000	0.05	-	1,500,000	1,425,000	1,350,000	1,275,000	1,200,000	1,125,000	1,050,000	975,000	900,000	4,950,000
Bascula	153,000	0.25	-	153,000	114,750	76,500	38,250	-	-	-	-	-	-
Camión	1,841,229	0.25	-	1,841,229	1,380,922	920,614	460,307	-	-	-	-	-	-
Camión año 9	1,841,229	0.25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,841,229	2,761,843
Cargador Frontal	344,250	0.25	-	344,250	258,188	172,125	-	-	-	-	-	-	-
Cargador Frontal año 9	344,250	0.25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	344,250	516,375
Equipo de computo	49,700	0.33	-	49,700	33,133	16,567	-	-	-	-	-	-	-
Equipo de computo Año 5	49,700	0.33	-	-	-	-	-	49,700	33,133	16,567	-	-	-
Equipo de computo Año 9	49,700	0.33	-	-	-	-	-	-	-	-	-	49,700	49,700
Equipo de computo Año 13	49,700	0.33	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	99,400
Equipo de computo Año 17	49,700	0.33	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	99,400
Mobiliario	14,472	0.20	-	14,472	11,578	8,683	5,789	2,894	-	-	-	-	-
Mobiliario año 9	14,472	0.20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14,472	28,944
Sistema agua potable	97,771	0.25	-	97,771	73,328	48,885	24,443	-	-	-	-	-	-
Planta eléctrica	11,100	0.25	-	11,100	8,325	5,550	2,775	-	-	-	-	-	-
Planta eléctrica año 9	11,100	0.25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11,100	16,650
Equipo de comunicación año	80,000	0.33	-	80,000	53,333	26,667	-	-	-	-	-	-	-
Equipo de comunicación año 5	80,000	0.33	-	-	-	-	-	80,000	53,333	26,667	-	-	-
Equipo de comunicación año 9	80,000	0.33	-	-	-	-	-	-	-	-	-	80,000	80,000
Equipo de comunicación año 13	80,000	0.33	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	160,000
Equipo de comunicación año 17	80,000	0.33	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	160,000
Sistema drenajes	5,590	0.05	-	5,590	5,310	5,031	4,751	4,472	4,192	3,913	3,633	3,354	18,446
Depreciación Anual			-	4,097,111	3,363,867	2,630,622	1,811,315	1,337,066	1,215,659	1,097,146	978,633	3,244,105	8,940,758

Fuente: Elaboración propia con base en el estudio técnico, inversión inicial y ley del ISR. Cifras redondeadas en Quetzales.

#### 6.4. Supuestos financieros

Para la evaluación del presente proyecto además de los factores (capacidad, tarifa ordinaria, ingresos, egresos, reinversión de activos, depreciaciones, etc.), se toman en consideración los siguientes supuestos financieros:

- Se estableció una vida útil para el proyecto de 20 años
- Para determinar cual sería la inversión inicial, y los insumos necesarios para llevar a cabo el tratamiento, se estableció la cantidad de residuos sólidos a generar durante el horizonte del proyecto. Ver anexo 2.
- Se disminuirá el flujo de efectivo, tomando para este efecto la tasa promedio de inflación. De acuerdo con información del Banco de Guatemala en los últimos 10 años, el promedio ha sido de 8.60 %, que para efectos de cálculo se redondea al dígito mas cercano de  $f = 9\%$ . De esta manera se corrigen los flujos netos de efectivo por la pérdida del poder adquisitivo de la moneda a medida que transcurre el tiempo.
- La tasa de interés sin riesgo utilizada para este proyecto es de  $K_{rf} = 8.125\%$  anual equivalente al rendimiento de Bonos en el exterior negociados por la República de Guatemala con vencimiento en el 2034.<sup>44/</sup>
- La tasa de rendimiento esperada es de  $K_m = 16\%$ . Esta tasa es considerada como lo que se requiere ganar sobre la inversión libre de inflación.
- El factor de riesgo para el mercado ( $\beta = \text{beta}$ ) de empresas que se dedican al tratamiento de residuos sólidos urbanos es de 1.12. Ver Cuadro 6.14.

**Cuadro 6. 14 Riesgo de mercado para empresas dedicadas al tratamiento de RSU**

Empresa	$\beta$ (riesgo de mercado)
Waste connections, Inc	0.39
Waste industries USA, Inc	0.83
Waste managemente, Inc.	1.00
Waste services, Inc.	1.46
Allied waste industries, Inc	2.11
Casella waste systems, Inc	0.92
<b>Factor de riesgo promedio</b>	<b>1.12</b>

*Fuente: Bolsa de valores Nasdaq.*

<sup>44/</sup> Comunicado de Prensa, Ministerio de Finanzas Públicas Guatemala C.A. y Banco de Guatemala del 29 de septiembre de 2004.

Esta evaluación será realizada a través del Modelo para Valoración de Activos de Capital (CAPM), el cual indica que la tasa exigida de rentabilidad es igual a la tasa libre de riesgo, más una prima por el riesgo.

$$K_{\text{proyecto}} = K_{\text{rf}} + (K_{\text{m}} - K_{\text{rf}})(\beta_{\text{proyecto}}) \quad ^{45/}$$

Donde:

$K_{\text{proyecto}}$  = es la tasa de rendimiento requerida para el proyecto

$K_{\text{rf}}$  = tasa de interés sin riesgo = 8.125%

$K_{\text{m}}$  = tasa de rendimiento requerido = 16%

$\beta_{\text{proyecto}}$  = riesgo de mercado para empresas dedicadas al tratamiento de residuos sólidos = 1.12,  
Ver Cuadro 6.12

$$K_{\text{proyecto}} = (8.125) + (16 - 8.125)(1.12) = 16.93 \%$$

A esta tasa de rendimiento debe agregarse el efecto de la inflación para obtener la tasa de descuento por lo tanto:

$$\text{Tasa de descuento} = K_{\text{proyecto}} + \text{inflación} = 16.93 + 9 = 25.93\%$$

Esta será la tasa requerida con la cual se evaluará el proyecto financieramente.

## 6.5. Valor Actual Neto

El método VAN plantea que el proyecto debe aceptarse si su valor es igual o superior a cero, donde el VAN es la diferencia entre los ingresos y egresos expresados en moneda actual.

---

<sup>45/</sup> CAPM: Capital Asset Pricing Model. Modelo utilizado para obtener la rentabilidad al agregar una prima de riesgo a la tasa libre de riesgo.

Cuadro 6. 15 Valor Actual Neto y Tasa Interna de Retorno Alternativa 1, Con inflación

Alternativa 1: Enterrar el 100% de la basura en el relleno sanitario.

Estado de Resultados

Período del 1 de enero al 31 de diciembre

Cifras en Quetzales

Año	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10 al 20
Ingresos (Cuadro 6.1)	-	2,800,546	2,871,320	2,943,916	3,018,383	3,114,222	3,173,119	3,253,489	3,335,930	3,882,159	39,403,003
(-) Inversión (Cuadro 6.3, 6.4 y 6.5)	33,371,379	100,000	100,000	100,000	100,000	229,700	100,000	100,000	100,000	2,340,751	259,400
(-) Costos de Producción (Cuadro 6.8 y 6.9)	342,277	2,275,784	2,275,784	2,275,784	2,275,784	2,275,784	2,275,784	2,275,784	2,275,784	2,275,784	25,033,627
(-) Costos de Administración (Cuadro 6.10)	555,845	1,040,035	630,874	579,777	522,683	489,635	481,174	472,915	464,657	622,528	4,984,103
(-) Costos de Ventas (Cuadro 6.11)	84,912	84,912	84,912	84,912	84,912	84,912	84,912	84,912	84,912	84,912	934,034
Utilidad Antes de Intereses e Impuestos	(34,354,413)	(700,185)	(220,251)	(96,558)	35,003	34,191	231,249	319,877	410,576	(1,441,817)	8,191,839
(-) Impuestos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Flujo de efectivo	(34,354,413)	(700,185)	(220,251)	(96,558)	35,003	34,191	231,249	319,877	410,576	(1,441,817)	8,191,839
Flujos actualizados	(34,354,413)	(556,003)	(138,882)	(48,348)	13,918	10,795	57,978	63,685	64,910	(181,004)	368,151
Recuperación de la inversión	(34,354,413)	(34,910,417)	(35,049,299)	(35,097,647)	(35,083,729)	(35,072,934)	(35,014,956)	(34,951,271)	(34,886,362)	(35,067,366)	(34,699,216)

VAN acumulado	(34,699,216)
TIRF	-6.4727%

inflación	9%
Tasa de descuento	25.93%

B/C	0.25
-----	------

Fuente: Elaboración propia con base a inversión, costos de operación anuales.

### Cuadro 6. 16 Valor Actual Neto y Tasa Interna de Retorno Alternativa 2, Con inflación

Alternativa 2: Compostaje de 70% de materia orgánica, Reciclaje del 20% de materia inorgánica y Enterrar el 10% de la materia inorgánica no incinerable.

Estado de Resultados

Período del 1 de enero al 31 de diciembre

Cifras en Quetzales

Año	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10 al 20
Ingresos (Cuadro 6.1)	-	10,811,301	11,188,313	11,575,037	11,971,721	12,398,078	12,796,006	13,224,140	13,663,301	14,575,440	168,659,598
(-) Inversión (Cuadro 6.3, 6.4 y 6.5)	14,112,729	100,000	100,000	229,888	100,000	229,700	229,888	100,000	100,000	2,570,639	1,359,400
(-) Costos de Producción (Cuadro 6.8 y 6.9)	342,277	2,565,263	2,565,533	2,565,810	2,566,094	2,566,385	2,566,684	2,566,990	2,567,305	2,567,627	28,267,711
(-) Costos de Administración (Cuadro 6.10)	555,845	1,062,285	745,580	694,483	637,389	604,340	595,880	587,621	579,363	737,234	6,245,867
(-) Costos de Ventas (Cuadro 6.11)	84,912	84,912	84,912	84,912	84,912	84,912	84,912	84,912	84,912	84,912	934,034
Utilidad Antes de Intereses e Impuestos	(15,095,764)	6,998,840	7,692,288	7,999,943	8,583,326	8,912,740	9,318,642	9,884,616	10,331,722	8,615,027	131,852,585
(-) Impuestos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Flujo de efectivo	(15,095,764)	6,998,840	7,692,288	7,999,943	8,583,326	8,912,740	9,318,642	9,884,616	10,331,722	8,615,027	131,852,585
Flujos actualizados	(15,095,764)	5,557,640	4,850,474	4,005,714	3,412,816	2,814,057	2,336,354	1,967,932	1,633,380	1,081,523	5,635,813
Recuperación de la inversión	(15,095,764)	(9,538,124)	(4,687,650)	(681,936)	2,730,880	5,544,937	7,881,291	9,849,223	11,482,604	12,564,126	18,199,939

VAN acumulado	18,199,939
TIRF	52.6149%

inflación	9%
Tasa de descuento	25.93%

B/C	1.63
-----	------

Fuente: Elaboración propia con base a inversión, costos de operación anuales.

### Cuadro 6. 17 Valor Actual Neto y Tasa Interna de Retorno Alternativa 3, Con inflación

Alternativa 3: Compostaje de 70% de materia orgánica, Reciclaje del 20% de materia inorgánica e Incinerar 7.5% de la materia inorgánica y Enterrar el 2.5% de la materia inorgánica y cenizas de incineración (Incineración interna).

Estado de Resultados

Período del 1 de enero al 31 de diciembre

Cifras en Quetzales

Año	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10 al 20
Ingresos (Cuadro 6.1)	-	10,817,003	11,193,071	11,578,826	11,974,517	12,399,855	12,796,737	13,223,799	13,661,860	14,572,870	168,565,068
(-) Inversión (Cuadro 6.3, 6.4 y 6.5)	15,463,349	100,000	100,000	229,888	100,000	229,700	229,888	100,000	100,000	2,570,639	1,359,400
(-) Costos de Producción (Cuadro 6.8 y 6.9)	342,277	2,706,103	2,927,340	2,931,338	2,935,439	2,939,646	2,943,960	2,948,386	2,952,926	2,957,583	32,649,062
(-) Costos de Administración (Cuadro 6.10)	555,845	1,062,285	745,580	694,483	637,389	604,340	595,880	587,621	579,363	737,234	6,245,867
(-) Costos de Ventas (Cuadro 6.11)	84,912	84,912	84,912	84,912	84,912	84,912	84,912	84,912	84,912	84,912	934,034
Utilidad Antes de Intereses e Impuestos	(16,446,384)	6,863,703	7,335,239	7,638,204	8,216,776	8,541,256	8,942,096	9,502,879	9,944,659	8,222,501	127,376,704
(-) Impuestos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Flujo de efectivo	(16,446,384)	6,863,703	7,335,239	7,638,204	8,216,776	8,541,256	8,942,096	9,502,879	9,944,659	8,222,501	127,376,704
Flujos actualizados	(16,446,384)	5,450,330	4,625,332	3,824,584	3,267,073	2,696,767	2,241,947	1,891,932	1,572,188	1,032,245	5,452,695
Recuperación de la inversión	(16,446,384)	(10,996,054)	(6,370,722)	(2,546,137)	720,935	3,417,702	5,659,649	7,551,581	9,123,769	10,156,014	15,608,709

VAN acumulado	15,608,709
TIRF	47.0843%

inflación	9%
Tasa de descuento	25.93%

B/C	1.50
-----	------

Fuente: Elaboración propia con base a inversión, costos de operación anuales.

### Cuadro 6. 18 Valor Actual Neto y Tasa Interna de Retorno Alternativa 4, Con inflación

Alternativa 4: Compostaje de 70% de materia orgánica, Reciclaje del 20% de materia inorgánica e Incinerar 7.5% de la materia inorgánica y Enterrar el 2.5% de la materia inorgánica y cenizas de incineración (Incineración Externa)

Estado de Resultados

Período del 1 de enero al 31 de diciembre

Cifras en Quetzales

Año	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10 al 20
Ingresos (Cuadro 6.1)	-	10,808,583	11,184,651	11,570,406	11,966,097	12,391,435	12,788,317	13,215,379	13,653,440	14,564,450	168,480,870
(-) Inversión (Cuadro 6.3, 6.4 y 6.5)	14,112,729	100,000	100,000	229,888	100,000	229,700	229,888	100,000	100,000	2,570,639	1,359,400
(-) Costos de Producción (Cuadro 6.8 y 6.9)	342,277	6,279,900	6,375,850	6,474,271	6,575,228	6,678,785	6,785,010	6,893,970	7,005,737	7,120,384	86,792,413
(-) Costos de Administración (Cuadro 6.10)	555,845	1,062,285	745,580	694,483	637,389	604,340	595,880	587,621	579,363	737,234	6,245,867
(-) Costos de Ventas (Cuadro 6.11)	84,912	84,912	84,912	84,912	84,912	84,912	84,912	84,912	84,912	84,912	934,034
Utilidad Antes de Intereses e Impuestos	(15,095,764)	3,281,486	3,878,309	4,086,851	4,568,568	4,793,697	5,092,627	5,548,875	5,883,428	4,051,282	73,149,156
(-) Impuestos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Flujo de efectivo	(15,095,764)	3,281,486	3,878,309	4,086,851	4,568,568	4,793,697	5,092,627	5,548,875	5,883,428	4,051,282	73,149,156
Flujos actualizados	(15,095,764)	2,605,763	2,445,519	2,046,359	1,816,508	1,513,534	1,276,815	1,104,728	930,133	508,594	3,381,471
Recuperación de la inversión	(15,095,764)	(12,490,001)	(10,044,481)	(7,998,123)	(6,181,614)	(4,668,080)	(3,391,265)	(2,286,538)	(1,356,405)	(847,810)	2,533,661

VAN acumulado	2,533,661
TIRF	29.5650%

inflación	9%
Tasa de descuento	25.93%

B/C	1.06
-----	------

Fuente: Elaboración propia con base a inversión, costos de operación anuales.

## 6.6. Análisis de sensibilidad

En este apartado del análisis financiero se hará una prueba de sensibilidad al proyecto que resultó con mayor beneficio según los indicadores financieros de Valor Actual Neto, Tasa Interna de Retorno y Relación Beneficio-Costo, este será el caso para la Alternativa 2 y produce los siguientes resultados según la prueba de sensibilidad.

**Cuadro 6. 19 Análisis de sensibilidad para Alternativa 2**

Concepto	Valor Actual	factor sensible	Valor limite
Ingresos (Cuadro 6.1)	47,096,863.88	x 0.6136 =	28,896,924.54
(-) Inversión (Cuadro 6.3, 6.4 y 6.5)	(14,966,585.86)	x 2.216 =	(33,166,525.20)
(-) Costos de Producción (Cuadro 6.8 y 6.9)	(10,140,403.12)	x 2.7948 =	(28,340,342.46)
(-) Costos de Administración (Cuadro 6.10)	(3,380,834.05)	x 6.3833 =	(21,580,773.39)
(-) Costos de Ventas (Cuadro 6.11)	(409,101.51)	x 45.4876 =	(18,609,040.85)
VAN	18,199,939.34		

*Fuente: Elaboración propia con base al Estudio Técnico y Financiero.*

Los rubros de ingresos y costos fueron afectados por un factor sensible (*ceteris paribus*) para encontrar el número correspondiente que produjera un VAN igual a cero, estos resultados aparecen en el Cuadro 6.19 y se interpreta de la siguiente forma:

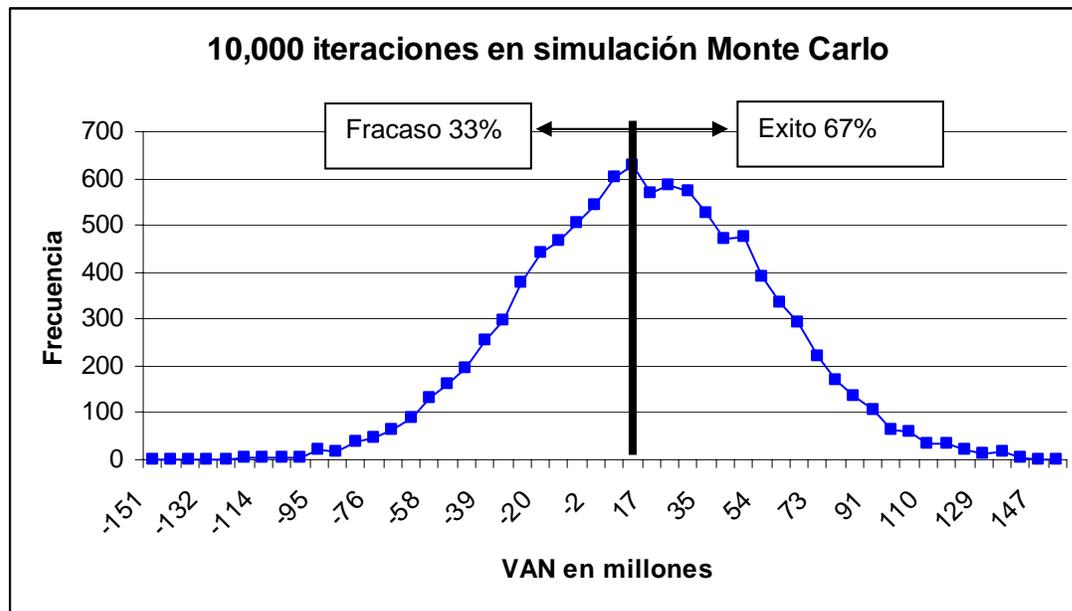
Para los Ingresos, estos fueron multiplicados por un factor sensible de 0.6136, es decir que el Valor Actual de la Inversión puede disminuir 0.6136 veces, desde Q 47,096,863.88 hasta Q 28,896,924.54 con este último resultado se obtiene un VANF=0 y aún se recupera toda la inversión.

De forma similar para los costos, por ejemplo la Inversión puede aumentar 2.216 veces para obtener un VANF=0, es decir que aumentan de un Valor Actual de (Q 14,966,585.86) hasta (Q 33,166,525.20) ambos valores negativos por estar entre paréntesis, ver Cuadro 6.19.

En este cuadro se puede encontrar que el costo más sensible es la Inversión, ya que es el rubro que puede aumentar el menor número de veces, seguido de los costos de producción.

Para mejorar la certeza en los resultados obtenidos se realizó la simulación a través del método Monte Carlo<sup>46</sup>, con 10,000 iteraciones que produjeron una distribución normal mostrada en la Figura 6.1, con una media de Q 18,278,734.38. Este es el resultado esperado al final de la vida del proyecto.

Figura 6. 1 Distribución normal del VAN



Fuente: Elaboración propia con base en el Estudio Financiero.

<sup>46</sup>/ Simulación Monte Carlo: Método utilizado para producir escenarios aleatorios a través de iteraciones matemáticas.

## 6.7. Resumen estudio financiero

Se realizó una análisis de los rubros que representan ingresos, así como aquellos que serán costos de inversión; costos de producción, administración o ventas. Las cuatro alternativas fueron evaluados incluyendo en cada una los rubros descritos anteriormente, sin embargo por cuestiones prácticas al final solo se muestran los cuadros resumidos de cada una de ellas y únicamente el detalle de los ingresos y costos de la alternativa 2, motivo que se explicará adelante.

Dadas las alternativas tecnológicas con las que en la actualidad puede contarse en Guatemala para realizar un adecuado tratamiento de los residuos sólidos, se decidió que con el estudio financiero de cada una de ellas se seleccionaría aquella cuyo Valor Actual Neto –VAN-, Tasa Interna de Retorno –TIR-, y la Relación Beneficio Costo –B/C- fuesen los más altos, siendo para este caso la Alternativa 2 la que resulta financieramente más rentable, aunque presenta mayores costos de producción; también existen mayores ingresos por manejo de materia orgánica, al vender totalmente el abono y 25% de la producción de lombrices.

Para la Alternativa 2, se elaboró un escenario pesimista que permitió evaluar aquellas variables dentro de los ingresos y costos que pueden afectar la rentabilidad del proyecto y se obtuvieron los factores sensibles que ayudaron a recuperar la inversión con un VANF=0; por otra parte estos valores de sensibilidad fueron ingresados como desviaciones estándar para las 5 variables de ingreso y costo dentro de la simulación Monte Carlo, esta prueba produjo 10,000 escenarios pesimistas y optimistas, con una probabilidad de éxito del 67%, y una media del VANF con un valor positivo de Q 18,278,734.38.

El Cuadro 6.20 muestra el resumen de las alternativas y sus respectivos indicadores, se operaron las alternativas con una tasa de descuento de 25.93%, riesgo de mercado 1.12 y 20 años como horizonte del proyecto.

Cuadro 6. 20 Resumen de Análisis Financiero

Resumen Financiero Con Inflación	TIRF	VANF	BF / CF	Inversion inicial	Observaciones
Alternativa 1	-6.4727%	(Q34,699,215.70)	0.25	Q (34,354,413.33)	Enterrar el 100%
<b>Alternativa 2</b>	<b>52.6149%</b>	<b>Q18,199,939.34</b>	<b>1.63</b>	<b>Q (15,095,763.91)</b>	<b>Compost 70%, Reciclaje 20%, Enterrar 10%</b>
Alternativa 3	47.0843%	Q15,608,709.21	1.50	Q (16,446,383.86)	Compost 70%, Incinerar Reciclable 20%, Incinerar no Reciclable 7.5%, Enterrar 2.5% (incineracion interna)
Alternativa 4	29.5650%	Q2,533,660.54	1.06	Q (15,095,763.91)	Compost 70%, Incinerar Reciclable 20%, Incinerar no Reciclable 7.5%, Enterrar 2.5% (incineracion externa)

*Fuente: Elaboración propia con base al Estudio Financiero.*

*Tasa de descuento 25.93%.*

*Horizonte del proyecto 20 años.*

## CAPITULO VII

### Conclusiones

1. El problema central sobre este proyecto es la falta de un sistema adecuado de recolección y tratamiento de Residuos Sólidos Urbanos en Sanarate, y fue el punto de partida para formular los objetivos orientados a proponer soluciones basadas en los diferentes estudios incluidos en este documento.
2. Los Residuos Sólidos Urbanos en Sanarate no tienen un destino apropiado, de continuar esta situación dentro de 20 años la población Sanarateca contará con 59,691 habitantes que acumularán 205,151 metros cúbicos de RSU, para ese entonces, ese volumen es capaz de llenar la superficie de un campo de futbol de 90 x 120 metros, y 19 metros de altura. Debido a que la oferta no satisface al total de la demanda, existe la oportunidad de iniciar un proyecto que trabaje en conjunto con la competencia para beneficio mutuo y con impactos positivos al ambiente.
3. La planta de tratamiento de residuos sólidos está diseñada para ubicar dentro de ella un espacio para depósito de materiales inorgánicos no reciclables, dentro de una celda de control o relleno sanitario con una capacidad de 20,515 metros cúbicos. Dentro también se encontrará el área de producción donde se separarán los materiales inorgánicos para reciclaje y también donde se producirá abono a través de la descomposición de la materia orgánica con la ayuda de lombrices de tierra. La planta tendrá una capacidad de procesar 23.87 toneladas métricas de RSU al día.
4. La Ley de Protección y Mejoramiento del Ambiente establece algunos parámetros para diseño que no provoque la ruptura del paisaje y otros factores considerados como agresión visual, así como aquello que pueda contaminar el manto freático o fuente directa de agua potable. Estos factores fueron influyentes para el diseño de la celda de control para eliminar los lixiviados y de la barrera viva para que debe existir en el perímetro de la planta. Por otra parte otras leyes o reglamentos influyen en su correcto funcionamiento. Se determinó que la mejor manera de administrar este proyecto es a través de la división de funciones que se especializarán en el área correspondiente y tendrán una jefatura que lleve el control de su operación.

5. A través del estudio de impacto ambiental se logró determinar la factibilidad del proyecto al encontrar los diferentes impactos positivos que se involucran en la ejecución del proyecto. Así también se incluyen medidas de mitigación para aquellos impactos negativos que resulten de la construcción u operación de la planta.
6. Existen 4 procedimientos para el tratamiento de residuos sólidos urbanos estos son: El vertido controlado, la incineración, la producción de compost y la separación. Se encontró que la solución óptima para el tratamiento de los RSU es realizar una combinación de ellas con los porcentajes de distribución de materia orgánica e inorgánica, de esta combinación se establecieron 4 Alternativas de solución. La Alternativa 2 resultó ser la que llena los requerimientos técnicos y financieros necesarios para su operación sostenible durante 20 años con los siguientes indicadores: VANF = Q 18,199,939.34, TIRF = 52.6149% y BF/CF = 1.63; a través de producir compost con el 70% de la materia orgánica, separar el 20% de la materia inorgánica reciclable y enterrar el 10% de la materia inorgánica no reciclable.
7. Sanarate es el municipio de El Progreso con mayor densidad poblacional y los problemas urbanos se han agudizado más, es necesario formar en la población sanarateca la visión de futuro para los próximos 20 años. Este documento fue elaborado con el fin de contribuir con la municipalidad de Sanarate proponiendo una planta para tratamiento de Residuos Sólidos Urbanos que beneficie a diferentes ambientes como lo son: el suelo y el agua; la flora y la fauna; y principalmente el humano.
8. La municipalidad sanarateca a través de sus consejales ha mostrado interés en este documento y ha encontrado la oportunidad de disminuir el problema de contaminación a través de la implementación de este proyecto para el siguiente período edil.

### Recomendaciones

1. Para cumplir con los objetivos formulados en este documento es necesario que la municipalidad y la población civil de Sanarate reciban orientación previa al inicio de cualquier cambio, con el fin de lograr la comunicación y colaboración mutua con quienes ejecuten el proyecto.
2. Cuando las instalaciones de la planta estén construidas, la municipalidad debe cambiar la ruta actual para el destino final de los residuos sólidos transportados por los servicios privados y exigir que sea éste el único destino.
3. Es necesario que una vez autorizado el presupuesto para inversión, se realice el contrato para ejecutar el diseño detallado e impresión de planos para construcción de las instalaciones, cuanto mayor se alcance esta etapa de detalle, menor será el número de cambios y aumentos en el presupuesto de inversión.
4. La empresa contratista que elabore los planos de diseño y ejecute la obra debe considerar los parámetros establecidos por la Ley de Protección y Mejoramiento del Ambiente así como las recomendaciones de diseño propuestas en este documento.
5. Es necesario prestar atención a las medidas de mitigación correspondientes, tal como se observó en la Matriz de Leopold, existen algunos impactos negativos temporales de alta importancia pero de bajo impacto; pero durante la operación las actividades de producción pueden ser focos de contaminación permanentes.
6. Debe orientarse el mayor esfuerzo de ventas a los productos orgánicos (compost y lombrices). El departamento de comunicación debe desempeñar una figura importante dentro de este plan de trabajo, para informar a la población y para vender el producto.
7. La población civil y sus autoridades municipales deben formular propuestas para mejorar el ambiente y la calidad de vida de sus habitantes.
8. Para quienes realicen este proyecto se recomienda orientarlo principalmente hacia la prestación de un servicio social y no únicamente lucrar con su operación.

### Bibliografía

1. Banco Mundial GTZ. Desechos sólidos sector privado/rellenos sanitarios. Programa de gestión urbana – PGU Oficina Regional para América Latina y el Caribe. p. 1 - 56
2. Besley, Scott y Brigham, Eugene F. 2001. Fundamentos de Administración Financiera. 12<sup>a</sup>. ed. México. Mc Graw Hill. p. 285 – 300.
3. Cámara Guatemalteca de Comercio. 2003. Boletín Estadístico Trimestral de la Cámara Guatemalteca de Comercio: Precios de materiales y mano de obra para la construcción. 62 p.
4. Congreso de la República de Guatemala. 2003. Código de Trabajo. Decreto 1441. Guatemala.
5. Congreso de la República de Guatemala. 1997. Ley del Impuesto al Valor Agregado. Decreto 27-92. Guatemala Acuerdo Gubernativo 311-97.
6. Congreso de la República de Guatemala. 2004. Ley del Impuesto Sobre la Renta. Decreto 26-92. Guatemala Acuerdo Gubernativo 206-2004.
7. Congreso de la República de Guatemala. 2005. Código de Comercio. Decreto 2-70. Guatemala.
8. Factores de riesgo para mercados de tratamiento de residuos sólidos. Estados Unidos, USA. Base de datos en línea consultado el 11 de octubre 2006. Disponible en [www.finance.google.com](http://www.finance.google.com)
9. Factores de riesgo para mercados de tratamiento de residuos sólidos. Estados Unidos, USA. Base de datos en línea consultado el 11 de octubre 2006. Disponible en [www.nasdaq.com](http://www.nasdaq.com)
10. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. Centro Interamericano de Documentación e Información Agrícola. Redacción de referencias bibliográficas; normas oficiales del IICA. 3<sup>a</sup>. ed. rev. San José, Costa Rica, IICA-CIDIA, 1985. 60p.
11. Instituto Nacional de Estadística y Centro Latinoamericano de Demografía. 2002. Estimaciones y Proyecciones de Población 1950-2050. 167 p.
12. Instituto Nacional de Estadística. 2001. Guatemala Proyecciones de población a nivel departamental y municipal por año calendario período 2000-2005. Guatemala 2001. 194 p.
13. Jiménez Arriola, Gudrid Mariela. 2003. Estudio de factibilidad para la implementación de un tratamiento óptimo de desechos sólidos hospitalarios en el Hospital nacional regional de Escuintla. Universidad de San Carlos de Guatemala 2003.
14. Pesos y funcionamiento de equipo para incineración de residuos sólidos municipales. Estados Unidos, USA. Consultado el 15 de abril 2006. Disponible en [www.incineration.com](http://www.incineration.com)
15. PROARCA. 2004. Reporte nacional de manejo de residuos en Guatemala 2004. 85 paginas.

16. Sapag, Nassir y Reinaldo, Sapag. 2003. Preparación y Evaluación de Proyectos. 4<sup>a</sup>. ed. McGraw-Hill, México 2003. p. 135 - 220
17. SEGEPLAN. 2003. Estrategia de reducción de la Pobreza departamental 2003. 95 p.
18. Simulación Monte Carlo. Tecnológico de México. Consultado el 9 de octubre de 2006. Disponible en [www.parisinet.com](http://www.parisinet.com)
19. Szantó N, Marcel. 1996. Guía para la identificación de proyectos y formulación de estudios de prefactibilidad para manejo de residuos sólidos urbanos. Dirección de proyectos y programación de inversiones LC/IP/L.123 11 de marzo de 1996. 284 p.

## Glosario

**Accidente laboral:** Cualquier suceso no esperado que origina pérdidas de salud o lesiones a los trabajadores.

**Activo circulante:** Activo que se espera sea convertido en efectivo, vendido o consumido, durante los siguientes doce meses, o dentro del ciclo normal del negocio.

**Activo intangible:** Activo que no se tiene físicamente, es un derecho especial sobre los beneficios actuales y lo que se espera en el futuro.

**Aguas residuales:** Son aquellas procedentes de actividades domésticas, comerciales, industriales y agropecuarias que presentan características físicas, químicas o biológicas que causen daño a la calidad del agua, suelo, flora, fauna y a la salud humana.

**Ambiente:** El sistema de elementos bióticos, abióticos, socio económicos culturales y estéticos que interactúan entre sí, con los individuos y con la comunidad en la que viven determinando su relación y supervivencia.

**Amortización:** La reducción sistemática del importe de una cantidad global. Un gasto que se aplica a los activos intangibles en la misma forma que se aplica la depreciación a los activos de planta y el agotamiento a los recursos naturales.

**Análisis de sensibilidad:** Técnica “que pasaría si ...” que examina como un resultado puede cambiar si los datos originalmente previstos no se logran, o si cambia alguna hipótesis subyacente.

**Balance General:** Relación de los activos, pasivos y capital contable de una entidad en una fecha específica. También se le conoce como el estado de la situación financiera.

**Biogas:** Gas inflamable producido por la descomposición de la materia orgánica.

**Capital de Trabajo:** Activos circulantes que representan la porción de la inversión que circula de una forma a otra en la conducción ordinaria de la empresa. Inversión que debe hacerse para que la planta de tratamiento de RSU empiece a funcionar, este costo debe cubrirse durante el tiempo necesario, hasta que pueda tener ingresos y sea sostenible.

**CAPM (Capital Asset Pricing Model):** Modelo para Evaluación de Activos de Capital, el cual Indica que la que la tasa exigida de rentabilidad es igual a la tasa libre de riesgo, más una prima por el riesgo.

**Celda de control:** Área comprendida para la disposición final de los desechos que serán enterrados.

**Ceteris Paribus:** Condición en la cual una condición cambia y las demás permanecen constantes.

**COCODE (Consejo Comunitario de Desarrollo):** Grupo de personas organizadas en número de 11 para proponer y solicitar las mejoras de su colonia, aldea, caserío, etc.; evaluadas como prioridad y dirigidas a la municipalidad local.

**Compost:** Abono orgánico 100% natural. Producto de la transformación de la materia orgánica a través del excremento de la coqueta roja.

**Contaminación:** La presencia y/o introducción de elementos nocivos a la vida, la flora o la fauna, o que degrade la calidad de la atmósfera, del agua, del suelo o de los bienes y recursos naturales en general.

**Coqueta roja (Eisenia foetida):** Variedad de lombriz de apetito voraz, consume residuos orgánicos de tipo agropecuario, de la industria, ciudad, mataderos y otros.

**Decreto ley:** Disposición de carácter legislativo que, sin ser sometido a órgano adecuado, se promulga por el poder ejecutivo, en virtud de alguna excepción circunstancial o permanente, previamente determinada.

**Demanda:** La cantidad de bienes y servicios que el mercado requiere o solicita para buscar la satisfacción de una necesidad específica a un precio determinado.

**Depreciación en línea recta:** Método de depreciación en el que se asigna a cada año una cantidad igual por depreciación

**Desecho sólido:** Materia sólida que no tiene ningún valor energético o de recuperación para reciclaje.

**Equipo:** Cualquier máquina, aparato, instrumento o instalación utilizada en cualquier proceso de producción.

**Estado de Resultados:** Relación de los ingresos, gastos y utilidad o pérdida neta de una entidad durante un período específico. También se le conoce como el estado de operaciones o el estado de pérdidas y ganancias.

**Estructura Organizacional:** Disposición de las líneas de responsabilidad dentro de una entidad.

**Humus:** Capa superficial del suelo, constituida por la descomposición de materiales animales y vegetales.

**Impacto ambiental:** Cualquier alteración significativa positiva (beneficiosa) o negativa (dañina) de uno o mas de los componentes bióticos, abióticos, socioeconómicos, culturales y estéticos del ambiente.

**Legislación:** Conjunto o cuerpo de leyes que integran el derecho positivo vigente en un estado.

**Lixiviados:** Sustancia compleja formada por partes solubles e insolubles.

**Manto freático:** Agua aculada en el subsuelo que puede aprovecharse por medio de pozos.

**Medida de mitigación:** Acción destinada a prevenir y evitar los impactos negativos ocasionados por la ejecución de un proyecto o reducir la magnitud de los que no puedan ser evitados.

**Método de Valor Presente Neto:** Método de cálculo de flujo de efectivo que determina la utilidad o pérdida neta monetaria esperada de un proyecto. En éste método se descuentan todos los ingresos y egresos futuros esperados de efectivo al momento actual, usando la tasa requerida de rendimiento.

**Oferta:** La cantidad de bienes o servicios que cierto número de oferentes (productores) dispone al mercado a un precio determinado.

**Pasivo:** Una obligación económica (deuda), pagadera a una persona u organización ajena al negocio.

**Plan de contingencia:** Es el plan elaborado para contrarrestar las emergencias tales como incendios, desastres naturales, derrames de combustible, etc., que pudieran suceder durante la construcción u operación del proyecto.

**Proctor estandar:** Método de laboratorio utilizado para medir la compactación de un mineral, en la práctica es muy utilizada para conocer como deben ser las condiciones de cimentaciones para un edificio, u otras aplicaciones.

**Proyecto:** Es la búsqueda de una solución inteligente al planteamiento de un problema tendente a resolver, entre muchas, una necesidad humana.

**RSU (Residuos Sólidos Urbanos):** Son los materiales generados por cualquier actividad en los núcleos de población o sus zonas de influencia, ya sea doméstico o de otras actividades generadoras. Generalmente dentro de la población se le conoce como basura urbana.

**Residuo sólido:** Materia sólida de la cual es posible obtener algún valor energético o de recuperación a través del reciclaje.

**Salario:** Retribución laboral que como cantidad mínima, se fija en los convenios colectivos de condiciones de trabajo.

**Simulación Monte Carlo:** Método utilizado para producir escenarios aleatorios a través de iteraciones matemáticas.

**Tasa de descuento:** Representa una medida de la rentabilidad mínima que se exigirá al proyecto, según su riesgo, de manera tal que el retorno esperado permita cubrir la totalidad de la inversión inicial, los egresos de la operación, los intereses que deberán pagarse por aquella parte de la inversión financiada con préstamos y la rentabilidad que el inversionista le exige a su propio capital invertido.

**TIR (Tasa Interna de Retorno):** Tasa de descuento en la que el valor actual esperado de los ingresos de efectivo de un proyecto igualan el valor actual esperado de los egresos de efectivo de dicho proyecto.

**Valor de Rescate:** Es el valor monetario obtenido por la venta de un activo después de que este ha entregado su vida útil por funcionamiento.

**VANF (Valor Actual Neto Financiero):** Diferencia entre los ingresos y egresos financieros de un proyecto expresados en moneda actual.

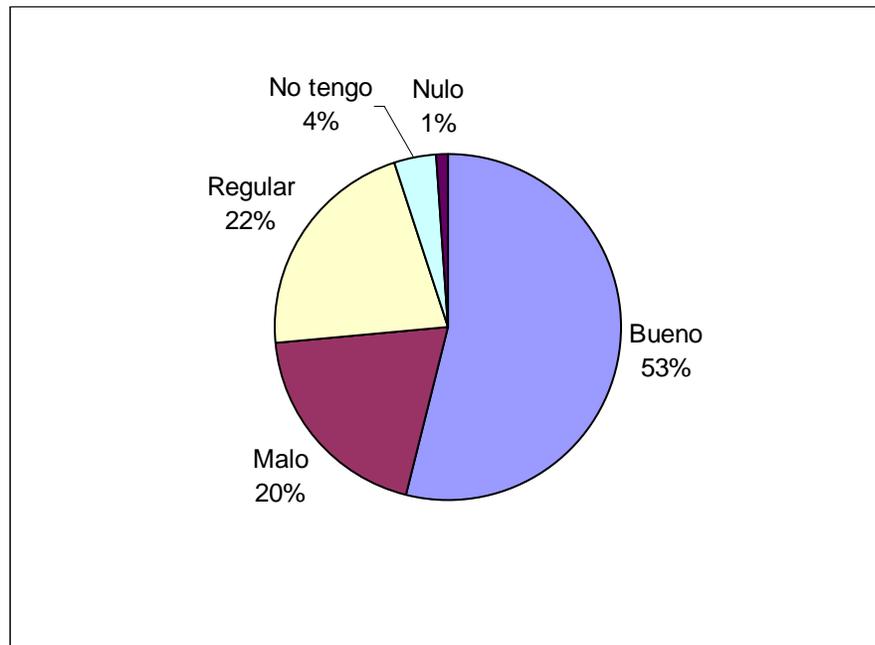
**Valor en Libros:** Costo original de una activo menos su depreciación acumulada.

## Anexos

### Anexo 1. Resultados Estudio de mercado.

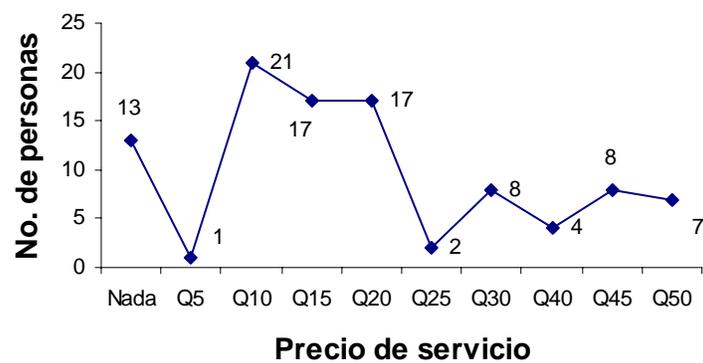
- Análisis de la demanda.

Figura A.1. 1 Pregunta 1 ¿Cree que el servicio de extracción de RSU es bueno?



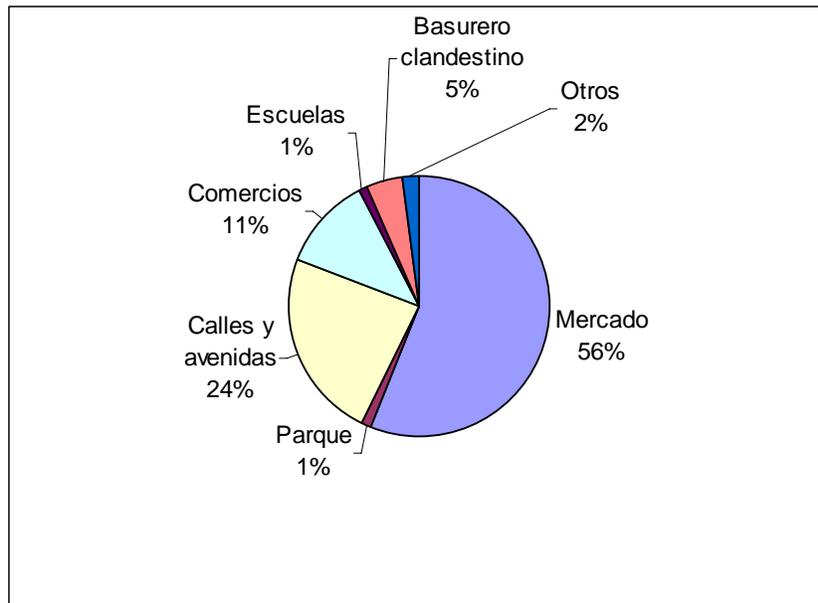
Fuente: Elaboración propia con base en el Estudio de Mercado

Figura A.1. 2 Pregunta 2 ¿Cuánto estaría dispuesto(a) a pagar por el servicio de extracción de RSU?



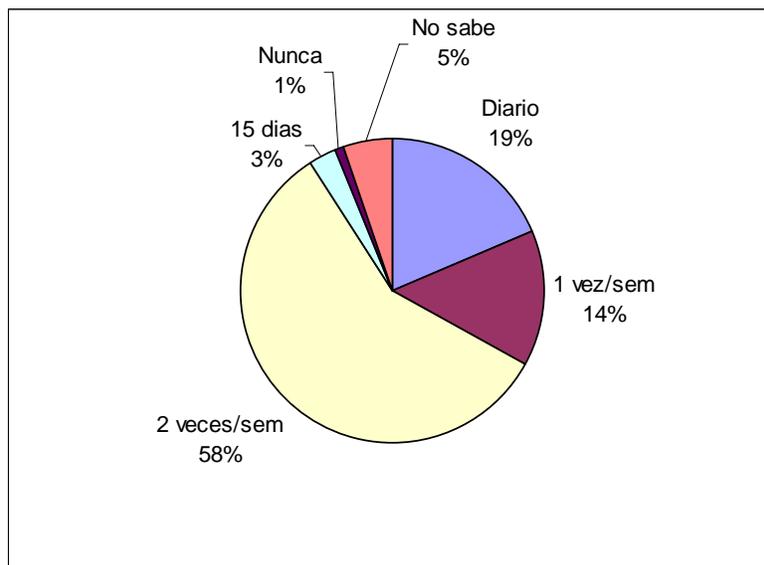
Fuente: Elaboración propia con base en el Estudio de Mercado

Figura A.1. 3 Pregunta 3 ¿Dónde piensa que existe mayor contaminación por RSU?



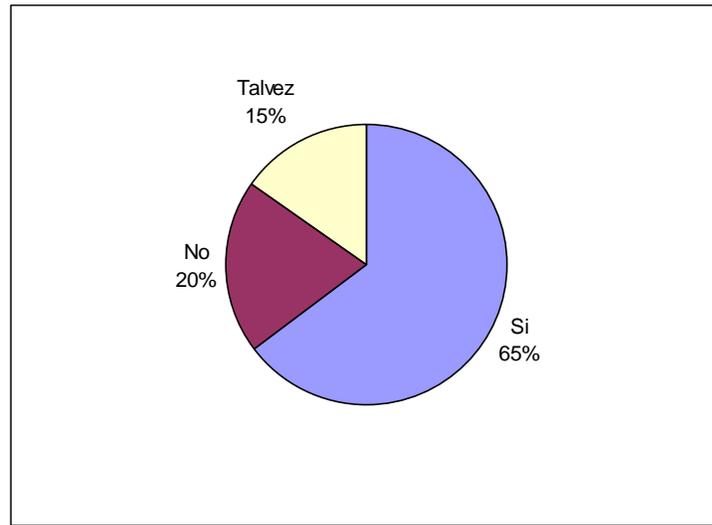
Fuente: Elaboración propia con base en el Estudio de Mercado

Figura A.1. 4 Pregunta 4 ¿Con qué frecuencia recogen los RSU en su casa?



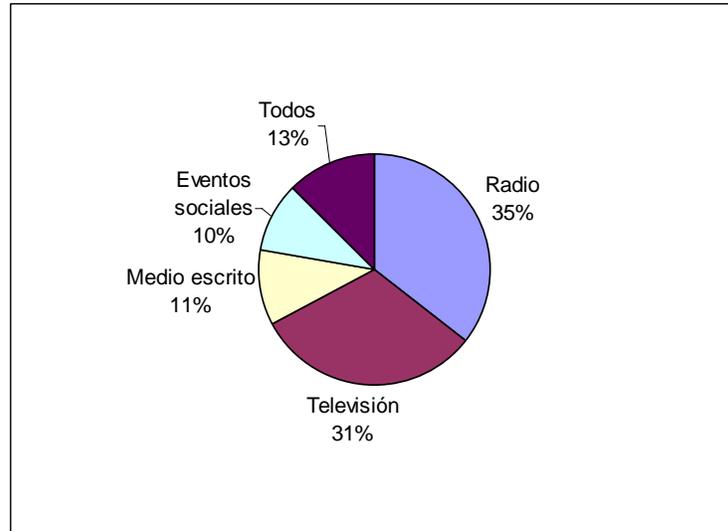
Fuente: Elaboración propia con base en el Estudio de Mercado

Figura A.1. 5 Pregunta 5 ¿Usaría bolsas de colores para separar los desechos de su casa?



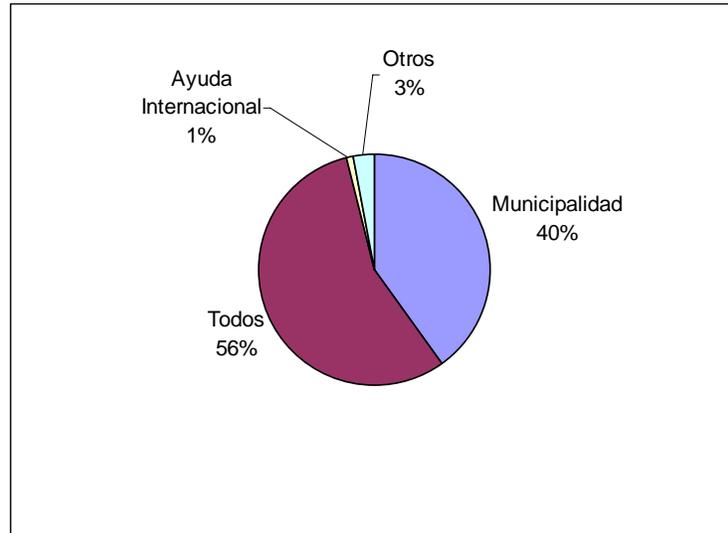
Fuente: Elaboración propia con base en el Estudio de Mercado

Figura A.1. 6 Pregunta 6 ¿Cuál sería la mejor forma para divulgar un programa de control de desechos en Sanarate?



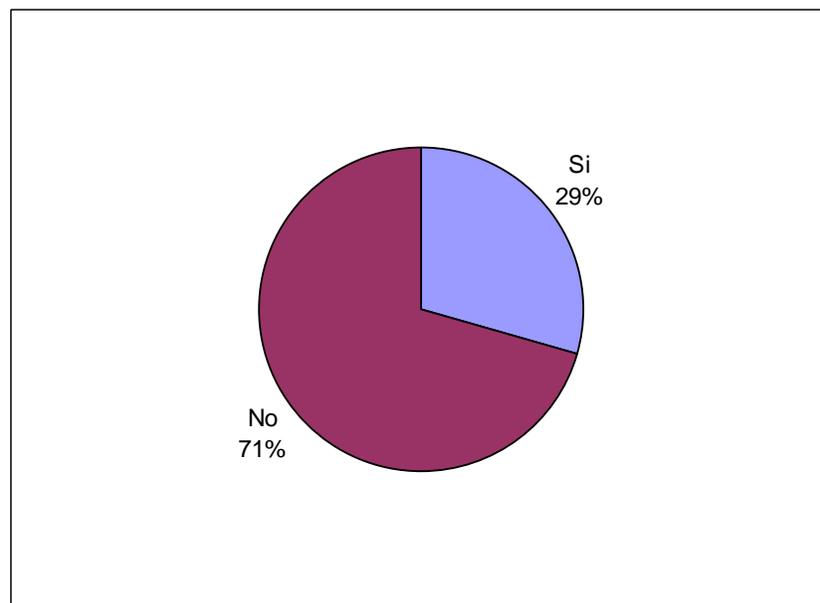
Fuente: Elaboración propia con base en el Estudio de Mercado

Figura A.1. 7 Pregunta 7 ¿Cree que el problema de desechos debe resolverlo la Municipalidad o todos en Sanarate?



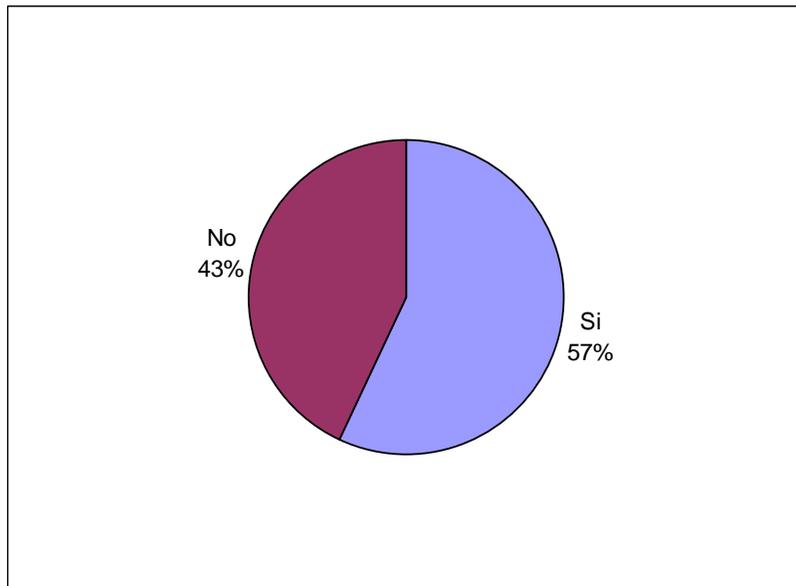
Fuente: Elaboración propia con base en el Estudio de Mercado

Figura A.1. 8 Pregunta 8 ¿Cree que la gente está consciente del problema de contaminación en Sanarate?



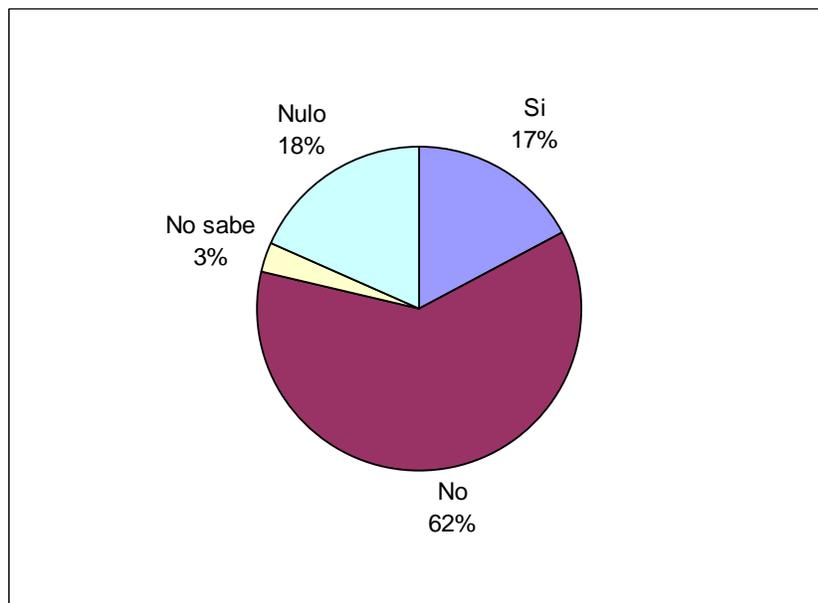
Fuente: Elaboración propia con base en el Estudio de Mercado

Figura A.1. 9 Pregunta 10 ¿Conoce donde está el relleno sanitario de Sanarate?



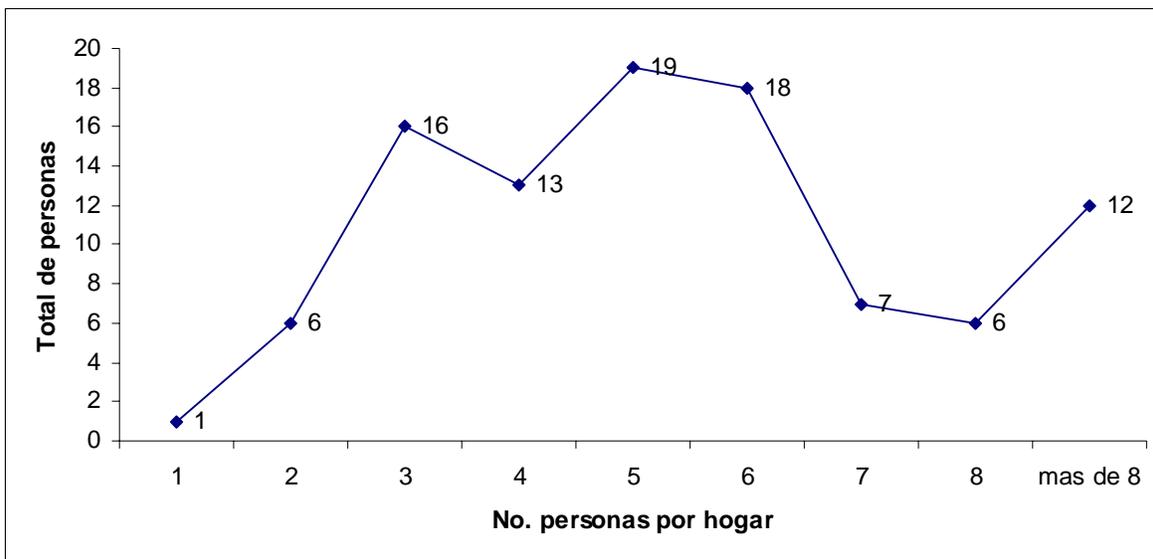
Fuente: Elaboración propia con base en el Estudio de Mercado

Figura A.1. 10 Pregunta 11 ¿Cree que está en buena ubicación?



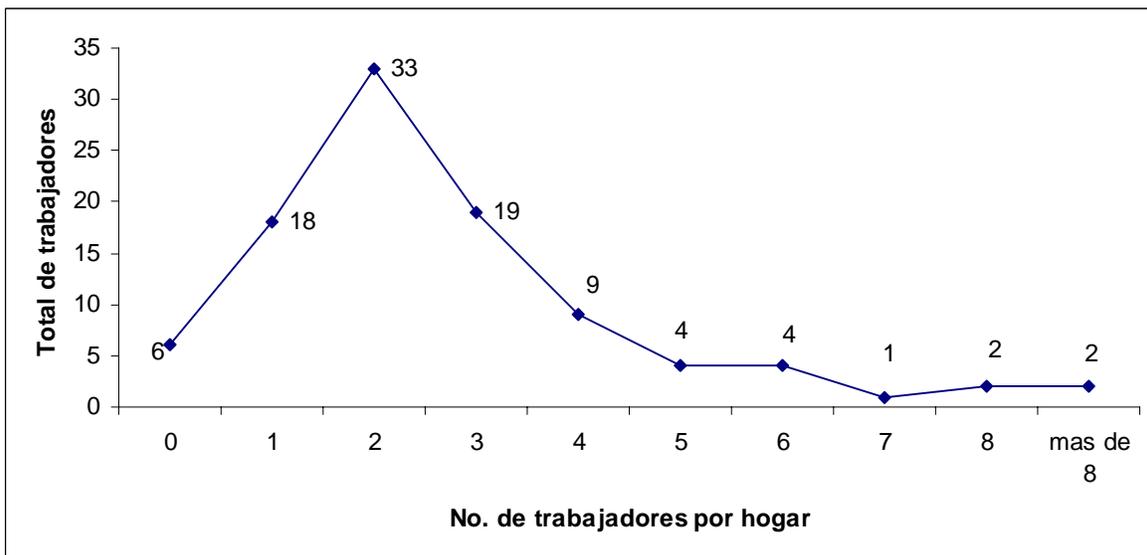
Fuente: Elaboración propia con base en el Estudio de Mercado

Figura A.1. 11 Pregunta 13 ¿Cuántos miembros viven en su hogar?



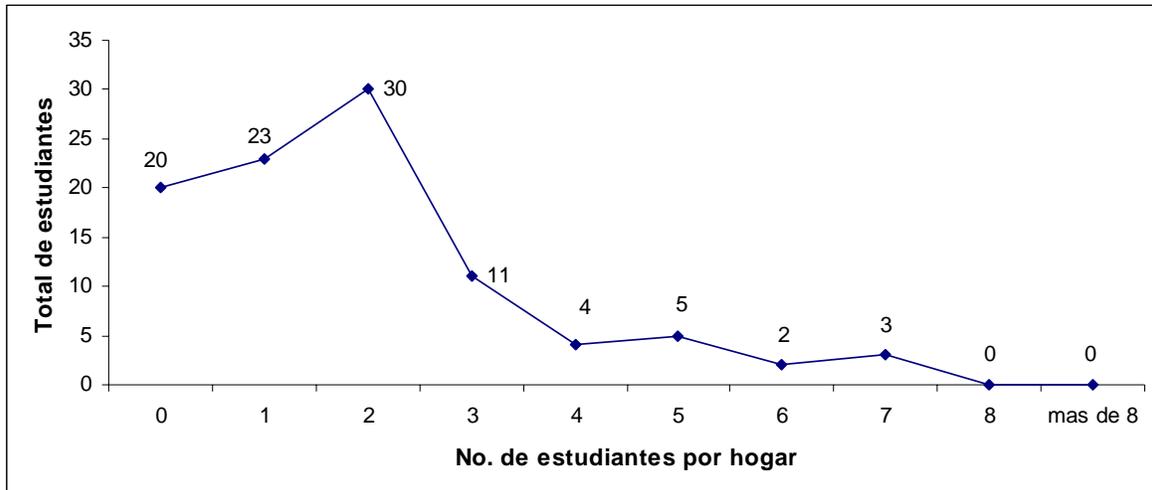
Fuente: Elaboración propia con base en el Estudio de Mercado

Figura A.1. 12 Pregunta 14 ¿Cuántos trabajan?



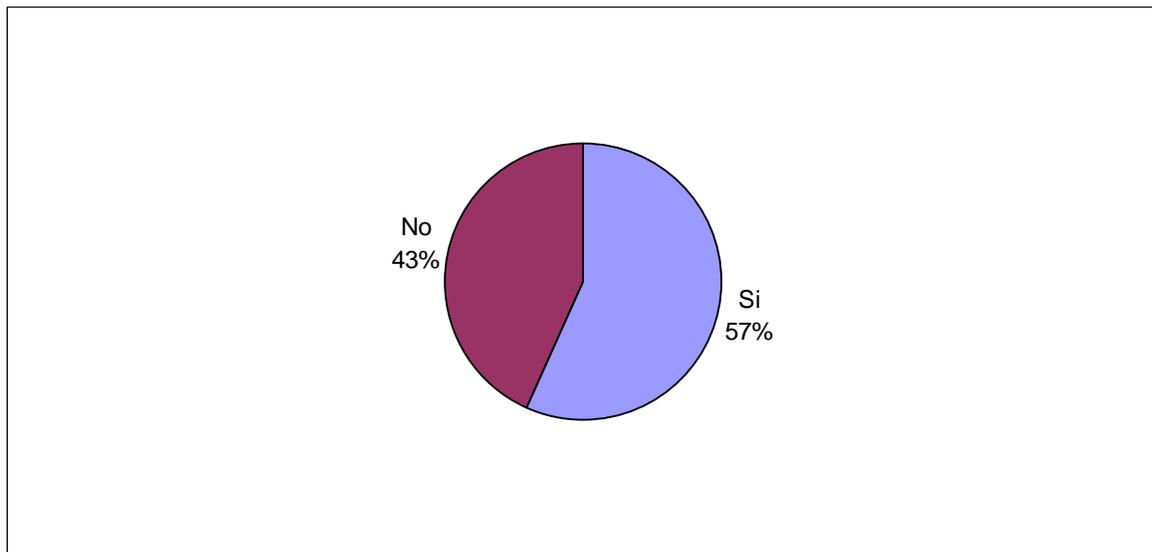
Fuente: Elaboración propia con base en el Estudio de Mercado

Figura A.1. 13 Pregunta 15 ¿Cuántos estudian?



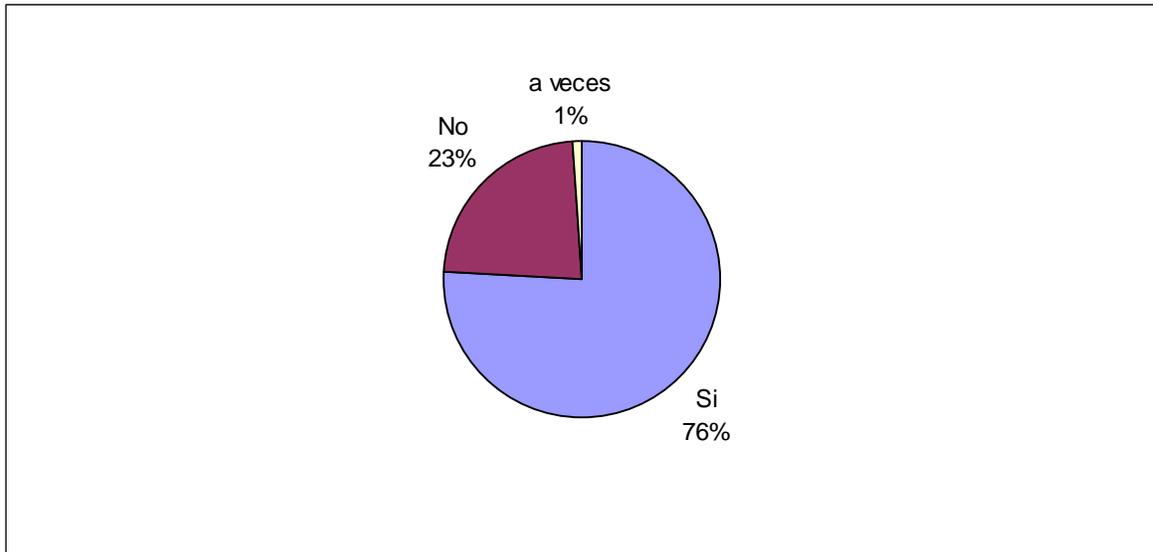
Fuente: Elaboración propia con base en el Estudio de Mercado

Figura A.1. 14 Pregunta 16 ¿Tiene teléfono?



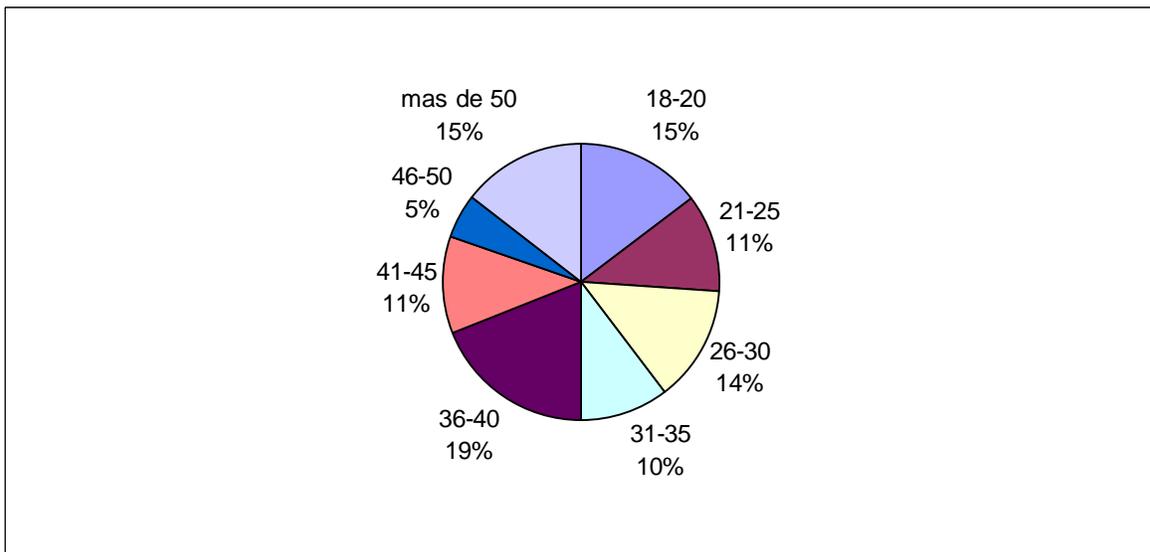
Fuente: Elaboración propia con base en el Estudio de Mercado

Figura A.1. 15 Pregunta 18 ¿Tiene automóvil o moto?



Fuente: Elaboración propia con base en el Estudio de Mercado

Figura A.1. 16 Pregunta 19 ¿Cuántos años tiene?



Fuente: Elaboración propia con base en el Estudio de Mercado



Universidad de San Carlos de Guatemala  
 Facultad de Ciencias Económicas  
 Escuela de Estudios de Postgrado  
 Maestría en Formulación y Evaluación de Proyectos  
 Guatemala mayo de 2005

### Instrumento de medición (Encuesta) 1

**Dirigido a los hogares sanarecos para el proyecto de tesis** “Estudio de prefactibilidad para la implementación municipal de un programa para control de Residuos Sólidos Urbanos en Sanarate, El Progreso”

**Objetivo: Analizar el comportamiento de la demanda para el servicio de extracción de Residuos Sólidos Urbanos.**

1. Cree usted que el servicio de extracción de RSU es bueno?  
 Bueno \_\_\_\_\_ Malo \_\_\_\_\_ Regular \_\_\_\_\_ No tengo \_\_\_\_\_
2. Cuanto estaría dispuesto(a) a pagar por un servicio de extracción de RSU?  
 Nada \_\_\_\_\_ Q. 20.00 \_\_\_\_\_ Q. 45.00 \_\_\_\_\_  
 Q. 10.00 \_\_\_\_\_ Q. 30.00 \_\_\_\_\_ Q. 50.00 \_\_\_\_\_  
 Q. 15.00 \_\_\_\_\_ Q. 40.00 \_\_\_\_\_ Otro \_\_\_\_\_
3. Donde piensa que existe mayor contaminación por RSU?  
 a. Mercado \_\_\_\_\_ d. Comercios \_\_\_\_\_  
 b. Parque \_\_\_\_\_ e. Escuelas \_\_\_\_\_  
 c. Calle y avenidas secundarias \_\_\_\_\_ f. Otros \_\_\_\_\_
4. Cada cuánto tiempo recogen los RSU en su casa?  
 \_\_\_\_\_
5. Usaría bolsas de colores para separar los desechos de su casa?  
 Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_ Tal vez \_\_\_\_\_
- 6.Cuál cree que sería la mejor forma de divulgar un programa de control de desechos en Sanarate?  
 Radio \_\_\_\_\_ Medios escritos \_\_\_\_\_ Otros \_\_\_\_\_  
 Televisión \_\_\_\_\_ Eventos sociales \_\_\_\_\_
7. Cree que el problema de desechos debe resolverlo la Municipalidad o todos en Sanarate?  
 Muni \_\_\_\_\_ Todos \_\_\_\_\_ Otros \_\_\_\_\_
8. Cree que la gente está consciente del problema de contaminación en Sanarate?  
 Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_
9. Por que?  
 \_\_\_\_\_

---

10. Conoce donde está el relleno sanitario de Sanarate?  
 Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_
11. Cree que está en buena ubicación?  
 Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_
12. Por qué?  
 \_\_\_\_\_

---

13. Cuantos miembros viven en su hogar? \_\_\_\_\_
14. Cuántos trabajan? \_\_\_\_\_
15. Cuantos estudian? \_\_\_\_\_
16. Tiene telefono? \_\_\_\_\_
17. Servicio de cable? \_\_\_\_\_
18. Automóvil o Moto? Auto \_\_\_\_\_ Moto \_\_\_\_\_ Otro \_\_\_\_\_
19. Cuantos años tiene? \_\_\_\_\_

## Anexo 2 Resultados Estudio Técnico

### Cuadro A.2. 1 Proyección de población en Sanarate

	Año	Población
	1981	19,225
	1994	25,669
	2002	33,031
0	2006	35,893
1	2007	36,818
2	2008	37,766
3	2009	38,739
4	2010	39,737
5	2011	40,760
6	2012	41,810
7	2013	42,887
8	2014	43,992
9	2015	45,125
10	2016	46,287
11	2017	47,480
12	2018	48,703
13	2019	49,957
14	2020	51,244
15	2021	52,564
16	2022	53,918
17	2023	55,306
18	2024	56,731
19	2025	58,192
20	2026	59,691

*Fuente: Elaboración propia con base al estudio de mercado.*

Cuadro A.2. 2 Proyección de generación de RSU en Sanarate.

Año correlativo	Año calendario	Población (habitantes)	Generación de Residuos Sólidos Urbanos					Generación de Biogas (Alternativa 1)				
			Urbana (kg de RSU)	Rural (kg de RSU)	Total urbana y rural (kg de RSU por año)	Total urbana y rural (toneladas de RSU por año)	RSU acumulados (toneladas de RSU)	Metano (toneladas por año)	Bioxido de carbono (toneladas por año)	Amoniaco (toneladas por año)	Total biogas por año (toneladas por año)	Biogas acumulado (toneladas métricas)
	1981	19,225	1,027,885	1,779,011	2,806,896	2,806.90						
	1994	25,669	1,372,405	2,375,287	3,747,692	3,747.69						
	2002	33,031	1,766,021	3,056,538	4,822,560	4,822.56						
0	2006	<b>35,893</b>	1,919,049	3,321,391	5,240,440	5,240.44	5,240.44	485.20	1,067.43	9.37	1,562.00	1,562.00
1	2007	<b>36,818</b>	1,968,479	3,406,942	5,375,422	5,375.42	10,615.86	497.69	1,094.93	9.61	1,602.23	3,164.23
2	2008	<b>37,766</b>	2,019,183	3,494,697	5,513,880	5,513.88	16,129.74	510.51	1,123.13	9.86	1,643.50	4,807.74
3	2009	<b>38,739</b>	2,071,192	3,584,712	5,655,904	5,655.90	21,785.65	523.66	1,152.06	10.12	1,685.84	6,493.57
4	2010	<b>39,737</b>	2,124,541	3,677,046	5,801,587	5,801.59	27,587.23	537.15	1,181.73	10.38	1,729.26	8,222.83
5	2011	<b>40,760</b>	2,179,264	3,771,758	5,951,023	5,951.02	33,538.26	550.99	1,212.17	10.64	1,773.80	9,996.63
6	2012	<b>41,810</b>	2,235,397	3,868,910	6,104,307	6,104.31	39,642.56	565.18	1,243.39	10.92	1,819.49	11,816.12
7	2013	<b>42,887</b>	2,292,976	3,968,564	6,261,540	6,261.54	45,904.10	579.74	1,275.42	11.20	1,866.36	13,682.48
8	2014	<b>43,992</b>	2,352,037	4,070,785	6,422,822	6,422.82	52,326.92	594.67	1,308.27	11.49	1,914.43	15,596.91
9	2015	<b>45,125</b>	2,412,620	4,175,639	6,588,259	6,588.26	58,915.18	609.99	1,341.97	11.78	1,963.74	17,560.65
10	2016	<b>46,287</b>	2,474,764	4,283,193	6,757,957	6,757.96	65,673.14	625.70	1,376.54	12.09	2,014.32	19,574.97
11	2017	<b>47,480</b>	2,538,508	4,393,518	6,932,026	6,932.03	72,605.17	641.81	1,411.99	12.40	2,066.21	21,641.18
12	2018	<b>48,703</b>	2,603,894	4,506,685	7,110,579	7,110.58	79,715.75	658.35	1,448.36	12.72	2,119.43	23,760.60
13	2019	<b>49,957</b>	2,670,964	4,622,767	7,293,731	7,293.73	87,009.48	675.30	1,485.67	13.05	2,174.02	25,934.62
14	2020	<b>51,244</b>	2,739,762	4,741,838	7,481,600	7,481.60	94,491.08	692.70	1,523.94	13.38	2,230.02	28,164.63
15	2021	<b>52,564</b>	2,810,332	4,863,977	7,674,309	7,674.31	102,165.39	710.54	1,563.19	13.73	2,287.46	30,452.09
16	2022	<b>53,918</b>	2,882,719	4,989,262	7,871,981	7,871.98	110,037.37	728.84	1,603.45	14.08	2,346.37	32,798.46
17	2023	<b>55,306</b>	2,956,972	5,117,773	8,074,745	8,074.74	118,112.11	747.62	1,644.75	14.44	2,406.81	35,205.28
18	2024	<b>56,731</b>	3,033,136	5,249,595	8,282,731	8,282.73	126,394.84	766.87	1,687.12	14.81	2,468.81	37,674.08
19	2025	<b>58,192</b>	3,111,263	5,384,812	8,496,075	8,496.07	134,890.92	786.63	1,730.58	15.20	2,532.40	40,206.48
20	2026	<b>59,691</b>	3,191,401	5,523,512	8,714,914	8,714.91	143,605.83	806.89	1,775.15	15.59	2,597.62	42,804.10

Fuente: Elaboración propia con base en el estudio de mercado.

**Alternativa 1. Cálculo de Relleno Sanitario (enterrando el 100%)**  
Únicamente para la Alternativa 1 enterrar el total de los RSU recolectados.

**1. Total de residuos generados por año**

Total de residuos generados el 2026=  $59691 \times 0.4 \times 365/1000 = 8714.91$  ton. Residuos / año  
Residuos Sólidos Totales = RSU Totales = 143,605.83 ton. Residuos en el año 2026

Considerando que se enterrará el 100%

100% RSU Totales=  $143,605.83 \times 1 = 143,605.83$  ton. Residuos hasta el 2026

RSU Unitario = RSU Total / número de celdas de control

Considerando un total de 1 celdas de control

RSU Unitario =  $143,605.83 / 1$

RSU Unitario = 143,605.83 toneladas por celda de control

**2. Diseño de la celda**

**2.1 Cálculo del volumen de la Celda de Control para residuos.**

Densidad de los RSU (basura urbana)= 0.7 toneladas / metro cúbico

Volumen de la Celda de Control= 205,151.19 metros cúbicos

Suponiendo que los residuos son compactados del total ingresado a la celda de control

**2.2 Área media de la Celda**

El área media para una altura (H) de= 8 metros

Área media= 25,643.90 metros cuadrados

Dimensiones adoptadas

Ancho (B)= 40.00 metros

Largo (L)= 641.10 metros

Ancho 1 (a1) 8.00

Ancho 2 (a2) 16.00

Ancho 3 (a3) 16.00

Ancho (B)= 40.00 metros



Superficie necesaria total 25,643.90 metros cuadrados

Los taludes laterales de la celda estarán conformados por terraplenes de arcilla compactada al 95% Proctor estandar de forma trapezoidal con pendiente 1:2, de acuerdo a lo indicado en la figura.

Será cubierto con una capa de 0.90 m de espesor, compuesto por suelo del lugar (los primeros 0.60 m) y suelo plástico (los últimos 0.30 m).

### 3. Determinación de la generación de lixiviado

Superficie media de infiltración = 14,032.69 metros cuadrados

Lámina de lixiviados = 0.298 metros / año

Volumen de lixiviados = Superficie media de infiltración x Lámina de lixiviados  
= 14,032.7 x 0.298 / 5 = 836.35 metros cúbicos / año

El volumen de lixiviados a coleccionar para su posterior tratamiento, se determina para el mes de máxima generación (situación extrema). Por lo cual el volumen de lixiviado de diseño será el siguiente:

Lámina de lixiviados máxima mensual = 0.05384 metros / mes

Volumen de lixiviado de diseño = 151.10 metros cúbicos / mes  
5.04 metros cúbicos / día

### 4. Determinación de la cantidad de biogas generado por los residuos (Solo para alternativa 1)

#### 4.1 Composición de la materia orgánica

Componente	Peso Húmedo (kg)	Peso seco (kg)	Composición, kg			
			C	H	O	N
Residuos de comida	0.23	0.07	0.0381	0.0005	0.0184	0.0014
Papel	0.75	0.71	0.4071	0.0486	0.2545	0.0023
Cartón	0.13	0.12	0.0734	0.0088	0.0459	0.0004
Residuos de jardines	0.25	0.1	0.0614	0.0087	0.0303	0.0027
<b>Total</b>	<b>1.36</b>	<b>1</b>	<b>0.58</b>	<b>0.0666</b>	<b>0.3491</b>	<b>0.0068</b>

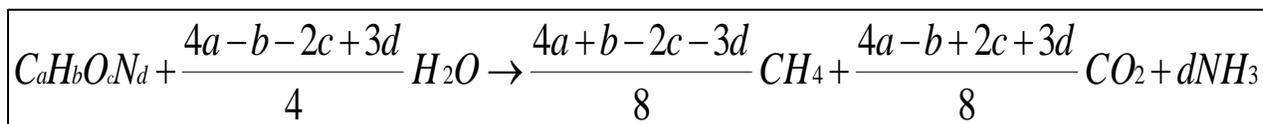
#### 4.2 Calcular la composición molar de los elementos

	C	H	O	N
(g/mol)	12.01	1.01	16	32.06
<b>Total de moles</b>	<b>48.2931</b>	<b>65.9406</b>	<b>21.8188</b>	<b>0.4864</b>

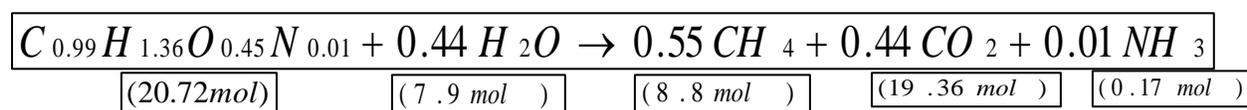
#### 4.3 Determinar la fórmula química aproximada

	C	H	O	N
	Relación mol (nitrógeno = 1)			
	99.2866	135.5685	44.8576	1
Simplificando	0.9929	1.3557	0.4486	0.0100

La fórmula química durante la descomposición anaeróbica de gases biodegradables se obtiene con la siguiente ecuación:



reemplazando...



La cantidad de gases anual es:

$$\text{metano} = (8.8/20.72) * (143,605.8 * 0.218/5) = 2,659.2 \text{ toneladas}$$

**2,659,202.98 kg**

Donde los 0.218 ton, corresponden a la materia orgánica de base seca y las 400 ton, corresponden a la cantidad de residuos a disponer en la celda.

$$\text{bióxido de carbono} = (19.36/20.72) * (143,605.8 * 0.218/5) = 5,850.25 \text{ toneladas}$$

**5,850,246.55 kg**

$$\text{amoníaco} = (0.17/20.72) * (143,605.8 * 0.218/5) = 51.37 \text{ toneladas}$$

**51,371 kg**

Gas	Fórmula	Densidad (kg/m <sup>3</sup> )	Peso (kg)	Volumen (m <sup>3</sup> )
Metano	CH <sub>4</sub>	0.7167	2,659,203	3,710,343.21
Bióxido de carbono	CO <sub>2</sub>	1.9768	5,850,247	2,959,452.93
Amoniaco	NH <sub>3</sub>	0.7708	51,371	66,646.30

**Total biogas 6,736,442.43 m<sup>3</sup>**

Para el diseño de la celda, se considera que se produce un 60% anual, teniendo un volumen de 4,041,865.46 m<sup>3</sup> de biogas.

$$\text{Flujo diario de biogas} = 4,041,865.46/365 = 11,073.6 \text{ m}^3/\text{día}$$

Anexo 3.

**Cuadro A.3. 1 Obligaciones patronales.**

Programa	Cuota IGSS							
	Porcentaje	Patrono			Trabajador			Año 2
		Año 0	Año 1	Año 2	Porcentaje	Año 0	Año 1	
Accidentes en General	3.00%	Q 18,180.00	Q 42,390.00	Q 35,190.00	1.00%	Q 6,060.00	Q 14,130.00	Q 11,730.00
Enfermedad y Maternidad	4.00%	Q 24,240.00	Q 56,520.00	Q 46,920.00	2.00%	Q12,120.00	Q 28,260.00	Q 23,460.00
Invalidez, Vejez y Supervivencia	3.67%	Q 22,240.20	Q 51,857.10	Q 43,049.10	1.83%	Q11,089.80	Q 25,857.90	Q 21,465.90
<b>TOTAL</b>	<b>10.67%</b>	<b>Q 64,660.20</b>	<b>Q150,767.10</b>	<b>Q125,159.10</b>	<b>4.83%</b>	<b>Q29,269.80</b>	<b>Q 68,247.90</b>	<b>Q 56,655.90</b>

*Fuente: Elaboración propia con base al estudio técnico y legal administrativo.*

