



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

**ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA UNA PLANTA DE
TRATAMIENTO INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS,
UBICADA EN BÁRCENAS, VILLA NUEVA,
DEPARTAMENTO DE GUATEMALA**

Juan Gerardo Leiva Solís

Asesorado por la Inga. Francel Verónica Ochaeta González

Guatemala, noviembre de 2008

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA UNA PLANTA DE
TRATAMIENTO INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS,
UBICADA EN BÁRCENAS, VILLA NUEVA, DEPARTAMENTO
DE GUATEMALA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN
PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR:

JUAN GERARDO LEIVA SOLÍS

ASESORADO POR LA INGA. FRANCEL VERÓNICA OCHAETA GONZÁLEZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE
INGENIERO INDUSTRIAL

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2008

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Inga. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II	Inga. Alba Maritza Guerrero de López
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Milton De León Bran
VOCAL V	Br. Isaac Sultan Mejía
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADORA	Inga. Rossana M. Castillo Rodríguez
EXAMINADOR	Ing. Fernando José Álvarez Paz
EXAMINADOR	Ing. Marco Vinicio Monzón Arriola
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

ACTO QUE DEDICO A:

- DIOS** Mi padre y amigo, por amarme incondicionalmente.
- MIS PADRES** Mynor y Omery, gracias por la educación, instrucción, provisión, sabiduría y amor, que me han dado todos estos años.
- MIS HERMANAS** Lily, Sarah y Valen, gracias por su amor y por todos los momentos felices que hemos vivido y los que viviremos.
- MI NOVIA** Mariaé, gracias por confiar en mí, por amarme y respetarme, ¡te amo!
- MIS TÍOS Y PRIMOS** A los Leiva y a los Solís, por su cariño y cuidado durante toda mi vida.
- MIS AMIGOS
Y COMPAÑEROS** Magz, Fito, Ángel, Canche, William, Mary, Javier, Susy, Nancy, Majo, Picho, Pablo, Arelis, Alan, Navarro, Peewee, Dany, Clarissa.

ESCUELA CRISTIANA VERBO

MI PATRIA, GUATEMALA.

AGRADECIMIENTOS A:

Inga. Francel Ochaeta

Por su apoyo y asesoría para la realización de este trabajo.

Ing. Frisley Mendizabal

Por su apoyo académico y profesional para la evaluación de este trabajo.

UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA INDUSTRIAL



Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA UNA PLANTA DE TRATAMIENTO INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS, UBICADA EN BARCENAS, VILLA NUEVA, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA**, sentado por el estudiante universitario **Juan Gerardo Leiva Solís**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Ing. Frisley Mendizabal
INGENIERO INDUSTRIAL
COLEGIADO No 6905

Ing. Frisley William Mendizabal Tánchez
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación
Escuela Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, agosto de 2008

/mgp

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA UNA PLANTA DE TRATAMIENTO INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS, UBICADA EN BÁRCENAS, VILLA NUEVA, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA,

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, el 12 de febrero de 2007.



Juan Gerardo Leiva Solís

Guatemala, 8 de Septiembre de 2008

Ing.
José Francisco Gómez Rivera
Director de Escuela
Ingeniería Mecánica Industrial
Pte.

Por este medio hago constar que JUAN GERARDO LEIVA SOLÍS con cédula No. A-1 150,847 y carné No. 2002-12068, ha concluido su proyecto de graduación titulado: **ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA UNA PLANTA DE TRATAMIENTO INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS, UBICADA EN BÁRCENAS, VILLA NUEVA, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA.**

Agradeciendo su atención a la presente, se despide de usted,

Muy atentamente,

INGENIERA QUIMICA
FRANCEL OCHAETA
COLEGIADO 770



Inga. Francel Verónica Ochaeta González
Ingeniera Química
Colegiado No. 770



El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al trabajo de graduación titulado: **ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA UNA PLANTA DE TRATAMIENTO INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS, UBICADA EN BÁRCENAS, VILLA NUEVA, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA**, presentado por el estudiante universitario, **Juan Gerardo Leiva Solís**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Ing. Murphy Olimpo Paiz Recinos
Decano

Guatemala, noviembre de 2008



/cc



FACULTAD DE INGENIERIA

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA UNA PLANTA DE TRATAMIENTO INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS, UBICADA EN BÁRCENAS, VILLA NUEVA, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA**, presentado por el estudiante universitario **Juan Gerardo Leiva Solís**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑADA A TODOS

Ing. José Francisco Gómez Rivera
DIRECTOR
Escuela Mecánica Industrial



Guatemala, noviembre de 2008

/mgp

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	VII
GLOSARIO	IX
RESUMEN	XI
OBJETIVOS	XIII
INTRODUCCIÓN	XV
1. EXPOSICIÓN DEL CONFLICTO Y DEFINICIÓN DEL PROBLEMA TÉCNICO	1
1.1. Descripción de la Problemática de los Residuos Sólidos en Guatemala	1
1.1.1. Estado actual de las cosas	1
1.1.2. Otras situaciones posibles y más deseadas	3
1.1.3. Lugar en el que se da la situación de conflicto	4
1.1.4. Momento o tiempo en el que se presenta la situación conflictiva	4
1.1.5. Personas posiblemente afectadas	5
1.2. Exposición de una actuación capaz de eliminar la problemática actual	7
1.2.1. Enunciado del resultado de una situación eficaz en la eliminación de esta situación no deseada.	7
1.2.2. Constricciones y restricciones a tener presentes en la solución.	8
1.2.3. Modalidades, procedimientos, medios, herramientas o tecnologías existentes de posible utilización	9
1.2.3.1. Recolección	10
1.2.3.2. Transporte	10

1.2.3.3. Separación	11
1.2.3.4. Tratamientos	13
1.2.3.4.1. Minimización	14
1.2.3.4.2. Reutilización y reciclado	14
1.2.3.4.3. Compostaje (Biológico)	14
1.2.3.4.4. Lombricultura (Biológico)	15
1.2.3.4.5. Biogás (Biológico)	16
1.2.3.4.6. Combustión/Incineración (Térmico)	17
1.2.3.5. Disposición	19
1.2.3.5.1. Vertederos de atenuación y dispersión	19
1.2.3.5.2. Vertederos de contención	19
1.3. Formulación del problema técnico	20
1.4. Criterios que se utilizarán en la evaluación de las soluciones	21

2. ESBOZO DE UNA UNIDAD DE OPERACIÓN

AVANCE DE LA SOLUCIÓN	23
2.1. Modalidades, procedimientos, medios o tecnologías de posible utilización que se puedan descartar	23
2.2. Descripción del sistema a proyectar para cada uno de los procedimientos, métodos, medios o tecnologías que se consideren aplicables	24
2.2.1. El producto final que se desea conseguir	24
2.2.2. Entradas y salidas del sistema a proyectar	25
2.2.3. El servicio a prestar y las condiciones de prestación	26
2.2.4. Esquema de transformaciones internas	26
2.2.5. Tareas a realizar por personas y máquinas	27
2.2.6. Fronteras del sistema a proyectar	27

2.3. Enlaces de dependencia del sistema a proyectar	29
2.3.1. Dependencia del sistema respecto a otros sistemas reales	29
2.3.2. Dependencia del sistema en otros estados de su ciclo de vida	30
2.3.3. Síntesis de los sistemas reales relacionados al sistema proyectado y sus dependencias	31
2.4. El bienestar de las personas involucradas	32
2.4.1. Usuarios del sistema a proyectar	32
2.4.2. Otros usuarios involucrados	32
2.4.3. Tabla indicativa de beneficios y perjuicios	33
3. EL SERVICIO DESEADO Y LAS CONDICIONES DE PRESTACIÓN	35
3.1. El servicio deseado por los usuarios	35
3.1.1. Tabla con los usuarios identificados	35
3.2. Selección de los usuarios relevantes	35
3.2.1. Análisis del servicio deseado por los usuarios relevantes	36
3.2.2. Recopilación de los requisitos y sus valores de sustitución	39
3.3. Constricciones y restricciones del Servicio	40
3.3.1. Constricciones y restricciones de los alrededores	40
3.3.2. Limitaciones tecnológicas	43
3.3.3. Recopilación de las limitaciones	43
3.4. Recopilación de los requisitos	44
3.5. Análisis de los valores de servicio del proyecto	44
3.6. Conclusiones sobre el servicio deseado y las condiciones de prestación	47
3.7. Suministro y la ministración	48

3.7.1. Presentación del sistema, el suministro Y la suministración	48
4. PROPUESTA DE UN SISTEMA SOLUCIÓN Y DE LAS UNIDADES OPERATIVAS CAPAZ DE PROPORCIONAR EL SERVICIO	49
4.1. Presentación del Sistema Seleccionado	49
4.2. Descripción genérica de las unidades operativas seleccionadas	51
4.2.1. Los factores externos con incidencia	51
4.2.2. Composición interna del sistema	52
4.2.2.1. Diagramas cualitativos del funcionamiento interno	52
4.2.2.2. Diagramas cuantificados de flujos internos	54
4.2.2.3. Diagramas de relaciones internas	55
4.2.3. Flexibilidad y adaptabilidad del sistema con respecto al servicio deseado por los usuarios	56
5. ASIGNACIÓN DE ACTIVIDADES, PUESTOS Y PERFILES DE TRABAJO A LOS OPERADORES DEL SISTEMA	59
5.1. Operadores del sistema seleccionado	59
5.2. Los perfiles de trabajo y sus condiciones	61
5.2.1. Los puestos de trabajo	61
5.2.1.1. Características de formación	61
5.2.1.2. Ambiente de trabajo	62
5.2.1.3. Relaciones	67
5.2.2. Complejidad y dificultad intrínseca	68
5.3. Riesgos, prevención y corrección	71

6. CALIDAD DEL SERVICIO Y PELIGROSIDAD DE LAS UNIDADES DE OPERACIÓN PROPUESTAS	73
6.1. Los estados del sistema	73
6.2. Los fallos de las funciones de servicio del sistema propuesto	75
6.2.1. Árbol de fallos del sistema	75
6.2.2. Sugerencias para el diseño del proyecto	77
6.3. Peligrosidad que el sistema propuesto pueda representar en las personas	78
6.3.1. Peligros por agresión directa de las máquinas	78
6.3.2. Sugerencias para el diseño del sistema	79
7. IMPACTO SOBRE EL AMBIENTE	81
7.1. Informe ambiental	81
7.2. Sugerencia para el diseño del sistema	85
7.3. Legislación ambiental aplicable al proyecto	86
8. EVALUACIÓN ECONÓMICA DEL PROYECTO	89
8.1. Determinación del plan de inversión	89
8.2. Definición de costos fijos	90
8.3. Determinación de los ingresos	91
8.4. Análisis económico de la propuesta	92

CONCLUSIONES	95
RECOMENDACIONES	99
BIBLIOGRAFÍA	101
ANEXOS	103

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Proceso de incineración	17
2.	Composición de los residuos sólidos	20
3.	Entradas y salidas	25
4.	Transformaciones internas	26
5.	Sistemas relacionados con el proyecto	31
6.	Factores externos que inciden en proyecto	51
7.	Diagrama cualitativo del funcionamiento interno	53
8.	Diagrama cuantitativo del funcionamiento interno	54
9.	Relaciones internas del sistema	55
10.	Estados del sistema	73
11.	Árbol de fallos del sistema	76

TABLAS

I.	Personas afectadas	6
II.	Constricciones y restricciones	9
III.	Tecnologías a descartar	23
IV.	Tareas a realizar	27
V.	Sistemas relacionados con el proyecto	29
VI.	Otros sistemas relacionados durante ciclo de vida	30
VII.	Beneficios y perjuicios para usuarios	33
VIII.	Tabla de usuarios	35
IX.	Usuarios relevantes	36
X.	Servicio deseado por usuarios	37

XI.	Requisitos del servicio	39
XII.	Afectación de las limitaciones	40
XIII.	Limitaciones	43
XIV.	Requisitos	44
XV.	Interferencia de requisitos	45
XVI.	Requisitos frente a limitaciones	46
XVII.	Sistema, suministro y ministración	48
XVIII.	Variaciones internas	57
XIX.	Variaciones externas	58
XX.	Tareas y puestos de trabajo	59
XXI.	Formación requerida	61
XXII.	Ambiente de trabajo	63
XXIII.	Acciones y funciones de puestos	67
XXIV.	Complejidad y dificultad de puestos	69
XXV.	Riesgos operacionales	71
XXVI.	Causas y acciones sobre fallos	77
XXVII.	Peligros por maquinaria	78
XXVIII.	Medidas de prevención de peligros	79
XXIX.	Matriz de impactos ambientales significativos	83
XXX.	Plan de inversión	89
XXXI.	Gastos de operación	90
XXXII.	Salarios	91
XXXIII.	Ingresos	92
XXXIV.	VPN, TIR	92

GLOSARIO

Biogás:	Gas combustible que se genera en medios naturales o en dispositivos específicos, por las reacciones de biodegradación de la materia orgánica, mediante la acción de micro-organismos, y otros factores, en ausencia de aire.
Compost:	Humus obtenido de manera natural por descomposición bio-química al favorecer la fermentación aeróbica de los residuos orgánicos.
Constricción:	Restricciones sin ningún grado de libertad (no negociables) que condicionan la solución y la operación de un proyecto.
Entradas:	Los insumos que un sistema recibe del exterior en forma de información, recursos físicos, energía, etc., para ser sometidos a procesos de transformación.
Incineración:	Tratamiento de residuos que implica la combustión de los residuos a altas temperaturas, convirtiéndose en calor, emisiones gaseosas y ceniza residual sólida.
Lombricultura:	Operaciones y actividades relacionadas con la cría y producción de lombrices y el tratamiento, por medio de éstas, de residuos orgánicos, para su reciclaje en forma de abonos y proteínas.
Reciclaje:	Recuperar para otro uso un material que de otra manera sería considerado un desecho.

Restricción:	Limitación que posee cierto rango de libertad, por lo que sí puede ser modificada en función del beneficio del proyecto.
Salidas:	Los productos o resultados que se obtienen del sistema como consecuencia de los procesos de transformación de las entradas.
Servicio:	La relación o convenio entre un sistema ofertante que proporciona unas salidas, y un sistema receptor que las admite como entradas.
Sistema:	Conjunto organizado de componentes que interactúan entre sí o son independientes, formando un todo complejo, identificable y distinto, con un objetivo común.
Situación de conflicto:	Situación compleja que afecta a un determinado grupo de individuos o sector de la sociedad, cuyo origen se asocia a uno o más problemas, y que se pretende resolver con la propuesta de un proyecto.
Suministración:	Corresponde a “de qué forma o manera” se entregará a los consumidores finales el servicio o salida de un sistema.
Suministro:	Corresponde al “qué”, es decir al servicio o salida de un sistema.
Usuario:	Toda persona natural o jurídica, que en algún momento cualquiera de las etapas del ciclo de vida, y bajo algún aspecto entra a formar parte de la trilogía hombre-sistema artificial-ambiente.
Vertederos:	Lugares donde se depositan finalmente los residuos. Se clasifican en clandestinos y municipal o urbano.

RESUMEN

En el inicio del estudio, se desarrolla un diagnóstico de la situación actual consecuente de la problemática del manejo de los residuos sólidos en Guatemala, dentro del contexto del lugar, tiempo, y las personas afectadas. Así mismo, se exponen las características de una mejor situación muy distinta a la actual, concebida por la ausencia de la problemática, y se describen las tecnologías y métodos posibles de utilizar en esta solución.

Seguidamente, se avanza en el estudio de la posible solución, considerando las limitaciones, entradas, salidas, condiciones, fronteras, dependencias, usuarios, etc., que podrían delimitar el desarrollo del proyecto. Luego, se estudian las características del servicio o producto que los usuarios esperan y se determina el grado de interferencia entre las expectativas y las limitaciones, tanto ambientales como tecnológicas.

Como resultado de los análisis anteriores, en el capítulo cuarto, se presenta el sistema solución escogido que habrá de ser desarrollado, para el cual se describe su composición interna, mediante diagramas cualitativos y cuantitativos de sus flujos, y su nivel de flexibilidad y adaptabilidad con respecto a los servicios deseados por los usuarios identificados. Así mismo, se determina la estructura organizacional del proyecto, mediante el estudio los puestos, perfiles y la asignación de roles y actividades a los operadores del sistema. A través de árboles de fallos se anticipa a los posibles peligros hacia los usuarios, a causa del diseño y funcionalidad de los procesos internos.

Un informe ambiental es la herramienta con la que se identifican los posibles impactos del proyecto en sus diferentes etapas, con dichos resultados y dentro de la legislación ambiental aplicable al proyecto, se determinan las sugerencias pertinentes para profundizar el estudio y reducir así el impacto al ambiente.

Por ultimo, en base al alcance poblacional del proyecto, se desarrolla un estudio financiero, que establece la inversión inicial, los flujos económicos dados por los niveles de ventas, y precios en el mercado, y los indicadores económicos que dan la pauta de la rentabilidad del proyecto.

OBJETIVOS

GENERAL

Establecer, mediante la interpretación de los resultados de varios estudios, el nivel de factibilidad para la instalación y operación de una planta dedicada al tratamiento integral de residuos sólidos, ubicada en Bárcenas, municipio de Villa Nueva, Guatemala.

ESPECÍFICOS

- Determinar a través un estudio del mercado, el nivel demanda para esta actividad, identificar las empresas y/u organizaciones que representarían la competencia para esta planta, cuáles serían los precios o tarifas que ha establecido el mercado actual en Guatemala.
- Analizar mediante un estudio técnico la viabilidad del proyecto sobre un terreno de 10 manzanas de área. Determinar el equipo y maquinaria necesarios para realizar procesos de lombricultura, transporte y clasificación de residuos, compactación, empaque, almacenamiento, e incluso la construcción de un relleno sanitario que cumpla con las condiciones adecuadas.
- Estudiar el proyecto desde el punto de vista financiero, determinando el capital y la inversión inicial necesaria, hacer un análisis de los flujos con los que se contarían de acuerdo a los precios determinados en el estudio de mercado, y evaluar las fuentes de financiamiento.
- Evaluar el proyecto económicamente, estableciendo las relaciones entre el proyecto y la forma en que se vería afectado por el sistema económico de Guatemala.

- Analizar los aspectos administrativos de la empresa, su entorno general, el diseño organizacional que ajuste al tipo de empresa, determinar una planeación estratégica mediante la determinación de visión, misión y objetivos.
- Establecer los impactos potenciales del proyecto sobre el ambiente, incluyendo aspectos físicos del área (Bárcenas, Villa Nueva), químicos, biológicos y culturales mediante una evaluación ambiental preliminar
- Analizar los resultados de los estudios de manera individual e inter-relacionarlos para fundamentar la toma de decisiones que respaldará la ejecución del proyecto.

INTRODUCCIÓN

La industrialización en Guatemala, trae consigo oportunidades de desarrollo que benefician, tanto a las empresas productoras de bienes y servicios, como a sus consumidores y clientes. Sin embargo, como la mayoría de actividades humanas, la producción y consumo de productos da como resultado la generación de todo tipo de residuos. Estos surgen de las distintas etapas del proceso de elaboración de un producto, en las que podemos mencionar, la gran cantidad de materias primas que se utilizan, el proceso de manufactura en sí, que dará como resultado un producto final, su distribución, y por último, su consumo.

La finalidad de los procesos de producción es satisfacer la necesidad del consumidor con un producto que llene sus expectativas, con calidad y a un precio competitivo, pero aún más importante, el fin es incrementar la rentabilidad de la empresa productora, asegurando así el éxito de un negocio.

Muchas de las grandes corporaciones dedicadas a la fabricación de productos de consumo, han ido adquiriendo un mayor compromiso con el manejo y disposición de los residuos generados dentro de sus procesos productivos, debido a la elevación de los índices de contaminación general en el planeta. Un ejemplo de esto es la sub-contratación de empresas certificadas que garantizan un adecuado manejo y disposición apropiada de los residuos. Un menor número de empresas ha optado por la sustitución de algunas materias primas por otras de menor impacto al ambiente. Y en

casos aún menos frecuentes, algunas empresas han desarrollado productos tales que al finalizar su vida útil, logran convertirse en productos re-utilizables o sub-productos, usados como materia prima para otros procesos.

La problemática de los residuos en Guatemala, atrae un gran número de consecuencias desfavorables para las personas, comunidades y para el ambiente. Por tal razón, es necesaria la creación de un sistema de tratamiento integral de residuos sólidos, así como la investigación y el conocimiento de nuevas tecnologías ya existentes, implementadas internacionalmente. La creación de este sistema, requiere como primer paso, un estudio que evalúe el nivel de factibilidad del proyecto, lo que abarca muchos aspectos importantes, como, la oportunidad que pudiese tener en el mercado actual en nuestro país, los requerimientos técnicos y físicos necesarios para su implementación, los recursos financieros para la inversión, comparados con los beneficios, la estructuración administrativa de esta organización, y el impacto ambiental del proyecto.

Con este estudio se podrá concluir sobre el nivel de factibilidad para la instalación y operación de una Planta de Tratamiento Integral de Residuos Sólidos ubicada en Bárcenas, Villa Nueva, Departamento de Guatemala.

1. EXPOSICIÓN DEL CONFLICTO Y DEFINICIÓN DEL PROBLEMA TÉCNICO

Esta primera etapa del estudio se concentra en aspectos tales como el lugar y el tiempo en el que se desarrolla la problemática de los residuos sólidos, los individuos relacionados, las condiciones que restringen la actuación, y una exploración de potenciales alternativas de solución.

1.1 Descripción de la problemática de los residuos sólidos en Guatemala.

Con el fin de entender esta problemática, se hace necesaria la exposición de la situación actual que se vive en el país, y las consecuencias negativas manifiestas en distintos ámbitos.

1.1.1 Estado actual de las cosas.

A manera de contexto general, la problemática del Manejo de Residuos Sólidos en Guatemala, es consecuencia de fallas en las funciones que componen su Gestión Integral, dentro de éstas se incluye, la separación, la recolección, el transporte, los tratamientos y una adecuada disposición final. En Guatemala, se vive una situación en las áreas rurales muy distinta a la situación urbana. En el área rural el conflicto radica en la capacidad de recolección a causa de la dispersión de las viviendas y las distancias entre un poblado y otro, esto ha propiciado que gran parte de los residuos no recolectados se disponga en basureros clandestinos, y otra parte sea quemada o enterrada; distintamente, en las zonas urbanas la situación es afectada por el crecimiento demográfico y el aumento constante en la generación de residuos; sin embargo, estas áreas urbanas se caracterizan por poseer redes de servicios más eficientes en comparación a las rurales, y mayor injerencia por parte de entidades municipales y privadas en mejorar el alcance en los servicios de recolección.

El impacto al ambiente causado por esta problemática deteriora notablemente nuestros recursos y por consiguiente la calidad de vida, por ejemplo, la contaminación hídrica, debido a que en muchos municipios los residuos son depositados en barrancos y ríos. Otra de las consecuencias es la mayor recurrencia a incendios y proliferación de plagas que afectan tanto a zonas rurales como urbanas.

En lo que respecta a la salud, muchas de las enfermedades bronco-pulmonares, dermatológicas, gastrointestinales e intoxicaciones están estrechamente relacionadas con las condiciones dadas por un mal manejo de los residuos.

Actualmente, se estima que la generación de residuos sólidos domiciliarios en todo el país alcanza las 4,242 toneladas métricas diarias, de esto, el 25.7% (1,092 t) se genera en las zonas urbanas del departamento de Guatemala. Para estas zonas urbanas, la población crece, las viviendas se esparcen y la generación de residuos es mayor cada día, es entonces cuando se evidencia la limitada capacidad e infraestructura de estas entidades urbanas, para hacerle frente a esta masa de residuos, y que sus procesos y tratamientos no son lo suficientemente óptimos para aprovechar estos residuos y sacar ventaja de ellos.

Posibles causas de esta situación de conflicto urbano son, la falta de planificación y anticipación al acelerado crecimiento de la población y sus hábitos de consumo, el desconocimiento y la resistencia a implementar nuevas tecnologías que pudieran ser incluso más económicas.

Como resultado social, el ciudadano demuestra poca responsabilidad en el tema de los residuos sólidos, dentro su cultura no se ha desarrollado el hábito

de clasificar los residuos al ser descartados, y menos aún, de seleccionar sus compras tomando en cuenta el impacto que estos tendrán al finalizar su vida útil.

1.1.2 Otras situaciones posibles y más deseadas.

De no existir el problema mencionado anteriormente, el manejo de residuos sólidos urbanos podría convertirse en una actividad industrial atractiva a la inversión, con procesos modernos y eficientes, dentro de un mercado más competitivo regido por normativas y leyes municipales y nacionales positivas que obligaría a toda entidad a innovar, conocer nuevas tecnologías e implementar métodos de recolección de mayor alcance, procesos de transformación que permitieran aprovechar en gran medida los residuos, pudiendo convertirlos en subproductos aptos para reutilizarse y listos para ser comercializados en distintos sectores de la industria agrícola, industrial, etc.

Las consecuencias negativas al ambiente podrían reducirse, mejoraría la calidad del aire en áreas urbanas, la calidad del recurso hídrico no se vería afectada por la contaminación de los residuos domiciliarios e industriales, por lo tanto, los indicadores de salud e higiene de las comunidades aledañas a ríos o lagos serían positivamente afectados; al existir rellenos sanitarios operando bajo las normas de infraestructura correcta los suelos dejarían de deteriorarse y recuperarían sus propiedades.

A nivel salud, las fuentes de contaminación una vez identificadas serían eliminadas, esto tendría un impacto drástico en el control de pestes y plagas, y por lo tanto las enfermedades causadas por el mal manejo de los residuos disminuirían considerablemente, la calidad de vida de los pobladores mejoraría.

Socialmente, habría una mayor responsabilidad en los hábitos de los ciudadanos, una mayor conciencia de la importancia de la selección y clasificación de los residuos a la hora de ser descartados.

1.1.3 Lugar en el que se da la situación de conflicto.

Dado que la generación de residuos está directamente relacionada con las actividades humanas, los efectos son más notables en las áreas de mayor densidad demográfica, las cuales se constituyen por las zonas urbanas de los municipios de cada departamento del país. En estas zonas hay sectores residenciales, complejos industriales, lugares dedicados al comercio formal e informal, centros de entretenimiento, restaurantes, etc.

Esta economía tan dinámica implica, inevitablemente, un consumo elevado de energía, materias primas, productos finales, recursos naturales y muchos otros objetos, que eventualmente finalizan su ciclo de vida, dejan de ser útiles y deben desecharse. Por lo que, en las urbes, la cantidad de residuos generada sobre pasa la cantidad que el sistema es capaz de manejar, su capacidad se ve limitada, razón por la cual surgen a menudo basureros clandestinos.

1.1.4 Momento o tiempo en el que se presenta la situación conflictiva.

Desde un punto de vista macro, se trata de un problema crónico, ya que a lo largo del tiempo se dejó de abordar la situación, no hubo acciones concretas a cargo de entidades públicas y privadas, la crisis fue aumentando constantemente, al punto que actualmente estamos viendo los síntomas y consecuencias de no tener un sistema normado y estandarizado para el manejo integral de los residuos sólidos.

Sin embargo, las actividades de recolección han estado presentes desde hace tiempo, en las regiones urbanas del departamento de Guatemala existen asociaciones de recolectores que han dado servicio a distintas comunidades durante décadas.

Para 1990 esta crisis ya era evidente, prueba de ello es la estimación que en dicho año más del 85% de las aguas superficiales disponible para su uso fueron ocupadas por residuos municipales e industriales no tratados, lo cual produjo tal escasez que no se cubrió la demanda nacional, (MARN 2000).

Jorge Vargas Mantillas 2007, en su primer informe sobre residuos sólidos domiciliarios, refiere a la investigación “Servicios públicos Urbanos, El caso de los Residuos Sólidos en la ciudad de Guatemala” realizada por la Universidad San Carlos de Guatemala, en donde se proponen recomendaciones, en base a un análisis cuantitativo, enfocadas a las áreas de servicio público, generación, recolección, tratamiento y reciclaje y disposición final, sin embargo, no encuentra algún seguimiento a la propuesta.

1.1.5 Personas posiblemente afectadas.

El cuadro siguiente muestra a las entidades (personas, instituciones, entidades, organismos, etc.) que podrían verse afectadas positiva o negativamente por la supresión del problema de los residuos.

Tabla I. Personas afectadas

Persona, Institución u Organismo	¿Cómo afectaría? Positivo ó Negativo	Motivo por el que estaría afectado por la supresión del conflicto
Familias que habitan en basureros	Negativo	La alimentación, el vestido e incluso el techo de estas familias depende de lo que encuentran el los basureros
Actuales asociaciones y entidades recolectoras de residuos	Negativo	Implica ajustar sus procesos a nuevas leyes y normas, lo que representa inversiones y cambio a su actual modo de trabajo.
Empleados de la Industria de Manejo Integral de Residuos	Positivo	El crecimiento y la modernización de las empresas de este sector, equivale a una mejor fuente de empleo, con mejores prestaciones y con posibilidad de desarrollo para el empleado.
Familias que habitan en basureros	Positivo	Al trasladarse a otras zonas, las familias se alejan de en un ambiente toxico riesgoso a la salud.
Población en general	Positivo	Al existir un Sistema de Manejo Integral, es reducido considerablemente el impacto al ambiente, salud, economía, etc.
Habitantes de áreas urbanas	Positivo	Disminución de basureros clandestinos en las cercanías. Recursos hídricos no contaminados.
Empresas dedicadas al reciclaje de materiales	Positivo	Aumenta la cantidad de materiales rescatados para su reciclaje, entre ellos papel, plásticos, vidrio y metales, lo cual beneficioso para este sector.
Sector Agrícola	Positivo	Uno de los subproductos resultante del buen manejo de los residuos orgánicos es el composte, a través de la lombricultura.
Sector Energético, población general	Positivo	La generación de energía eléctrica a partir de los residuos orgánicos, es una fuente alternativa de energía, que contribuye a la reducción del costo actual de la misma

1.2 Exposición de una actuación capaz de eliminar la problemática actual.

En el siguiente apartado abordaremos una declaración de los resultados concretos que habrían de conseguirse y que darían lugar a la desaparición del problema nacional de los residuos en Guatemala

1.2.1 Enunciado del resultado de una actuación eficaz en la eliminación de esta situación no deseada

La eliminación total de la problemática del manejo de los residuos podría tomar décadas, se necesitaría de la actuación de muchos sectores del país, públicos y privados, e incluso del apoyo de gobiernos y organizaciones internacionales.

Sin embargo, a nivel urbano dentro del departamento de Guatemala, es posible contribuir con proyectos circunscritos a zonas clave específicas, zonas escogidas estratégicamente con un amplio alcance demográfico.

Estos proyectos deben contar con una planificación económico financiera para dar solución a esta problemática en el mediano y largo plazo, contemplar una infraestructura que soporte, si no todas, al menos las principales funciones que conforman la Gestión del Manejo Integral de los Residuos Sólidos. Dichas funciones conforman un proceso ordenado y sistemático, por lo que es posible proponer varias entidades, que juntas trabajen como una cadena cuyos eslabones sean: los sistemas de separación de los residuos, la eficaz recolección de los mismos, un transporte eficiente con ruta óptima, unos tratamientos innovadores apoyados por tecnologías viables, y por ultimo una disposición adecuada de los residuos tratados que satisfaga las normas sanitarias y de impacto ambiental.

Esta resolución, trae consigo beneficios, no solamente ambientales, sino económicos y sociales. Desde la perspectiva económica, estas iniciativas implican fuertes inversiones, tanto en sus etapas de implementación como en su operación, sin embargo, las salidas de cada función son remuneradas por otra función para la que dichas salidas representan sus entradas, por ejemplo, en el caso de la lombricultura, vista como la función de tratamientos, tiene como salida un producto fertilizante nutriente de suelos, que sin duda es ampliamente demandado dentro del mercado agro-industrial, esto, junto con un eficiente manejo de costos y productividad les permite ser competitivos y lograr un buen posicionamiento en dicho mercado, y así se alcanzan los beneficios económicos para esta entidad.

Socialmente, es posible iniciar y establecer en los ciudadanos la costumbre de separar los residuos a la hora de su eliminación, con este importante cambio, se logra despertar la responsabilidad de los individuos respecto a sus hábitos de consumo y selección de productos.

1.2.2 Constricciones y restricciones a tener presentes en la solución.

A través de este cuadro, se identificarán las limitaciones que podrían afectar el desarrollo e implementación de una posible solución, considerando como Restricciones, a las limitaciones ajenas posibles de alterar o modificar, y como Constricciones las que son inamovibles.

Tabla II. Constricciones y restricciones

Factores limitantes o condicionantes	Posibilidad de alteración (constricción o restricción)	Grado de libertad de intervención (1 a 5)*
El clima, la humedad y la topografía de la zona donde se implemente el proyecto	Constricción	
Localización de comunidades en zonas geográfica y topográficamente inaccesibles	Constricción	
Voluntad y cooperación en la separación de residuos por parte de los ciudadanos, dada su cultura.	Restricción	4
Fuentes de Financiamiento para las fases del proyecto	Restricción	3
La obtención de terrenos para la construcción de la planta de Manejo Integral.	Restricción	3
Accesibilidad a la maquinaria adecuada y en buenas condiciones, y la existencia de equipo en el mercado para los procesos necesarios en cada función.	Restricción	2

* El grado de intervención solamente puede aplicarse en los casos de Restricciones, y se interpreta como: A mayor nivel, mayor libertad de intervenir en la limitación.

1.2.3 Modalidades, procedimientos, medios, herramientas o tecnologías existentes de posible utilización.

De ser ejecutada una solución eficaz, ¿Cuáles serían las posibles herramientas a utilizar? A continuación se abordarán algunos aspectos relevantes de cada una.

Recolección

Es necesario establecer que, un método de recolección depende de la demanda exigida por los usuarios, y se define por el grado de tecnificación o especialización de los equipos utilizados.

Dependiendo del grado de especialización de los vehículos que se utilizan en la prestación del servicio, los métodos se clasifican en mecanizados, semi-mecanizados y métodos manuales.

Los primeros dos, se utilizan mayormente en zonas altamente urbanizadas, mientras que los métodos manuales son más usuales en áreas de difícil acceso, así como en ubicaciones meramente rurales.

Transporte

Siempre que sea factible, dependiendo de las características del lugar, es recomendable emplear vehículos con carrocerías de gran capacidad, que cuenten con compactadoras, lo cual ayuda a disminuir los costos de recolección al incrementar su capacidad de almacenamiento.

Existen carrocerías para vehículos recolectores de carga lateral, trasera y frontal. Estas últimas se usan exclusivamente para la carga mecánica de contenedores, mediante un dispositivo consistente en un par de brazos, que ensamblan con el contenedor, elevándolo y vaciándolo por la parte superior de la caja compactadora.

Equipos recolectores de alta tecnificación:

Son todos aquellos que por adaptación o por diseño original, están capacitados para realizar maniobras de carga y descarga de contenedores.

Equipos especializados para la recolección de residuos sólidos:

Son aquellos que por su diseño original, están capacitados para la prestación del servicio de recolección y descarga de basura con cierta comodidad; como

son todos los vehículos compactadores de carga trasera y lateral; y algunos otros de carga lateral sin mecanismos de compactación pero con placa empujadora de basura.

Equipos no convencionales para la recolección de residuos sólidos:

Será cualquier vehículo utilizado para la prestación del servicio, que no presente las características mencionadas para los equipos especializados y de alta tecnificación.

Separación

La función de separación puede ser efectuada, tanto en el origen (vivienda, industria) como en el destino luego de la recolección y transporte. Si los residuos se separan en el origen, se elimina la necesidad la difícil clasificación, lo cual genera ahorros en los costos de operación manual o mecánica.

Algunos de los residuos que deberían separarse en el origen son:

- Residuos alimenticios: separación en vivienda
- Papel cartón: separación en vivienda
- Plástico: separación en vivienda
- Metales ferrosos: separación en vivienda
- Metales no ferrosos: en centros de reciclado comunitario en centros de acopio.
- Vidrio: reciclado comunitario en centros de acopio, separación en vivienda

Los demás residuos domésticos que pueden ser destinados a centros de acopio son:

- Residuos voluminosos (muebles, cubiertas de vehículo, etc.)
- Residuos de jardín
- Residuos domésticos peligrosos

La separación en origen permite un manejo menos complicado de los residuos previo a las etapas de tratamientos, sin embargo la complejidad se traslada a las funciones de recolección y transporte.

El nivel y el tipo de separación en origen dependerán de la actitud de la gente y del uso final. Idealmente, el papel, vidrio y los metales no ferrosos pudieran ser reciclados. Si el tratamiento a seguir es el de incineración, el resto se debería separar en combustibles y no combustibles. Si la fracción alimenticia se va a transformar en biogás y compost, entonces ésta tendrá que ser separada de los plásticos y de las fracciones no biodegradables.

La separación en destino esta implica ciertos riesgos sanitarios asociados con la separación manual. La separación mecánica, por otro lado, funciona mejor si existen conjuntos de residuos con propiedades físicas similares bien definidas, por ejemplo, tamaño, material, densidad, etc.

Por otro lado, en la práctica existen muchas dificultades para la separación en destino, sobre todo con los residuos húmedos. La separación central tanto si es mecánica o manual, produce conjuntos de residuos que no son tan limpios como cuando se les separa en origen.

Se utilizan separadores magnéticos para separar los componentes ferrosos de los no ferrosos. También se utilizan pantallas vibradoras o rotatorias para separar los residuos por tamaño. Para separar los materiales pesados de los ligeros se usan pantallas de aire o de balística.

Para facilitar la separación en origen y la recolección de los materiales para su apropiado tratamiento, distintos sistemas y entidades optan por establecer sus

propias clasificaciones basadas en colores, como ejemplo, podemos citar la clasificación NTC ICONTEC GTC 024:

APROVECHABLES O RECICLABLES (Recipiente color **azul**, blanco o **gris**): cartón, papel archivo, periódico, envases plásticos, envases de vidrio, latas, etc.

NO RECICLABLES (Recipiente color **verde**): polvo, servilletas sucias, papel metalizado, papel contaminado.

ORGÁNICOS (Recipiente color **beige**): Restos de alimento sin procesar, restos de alimento procesado, plantas, restos de poda, etc.

PELIGROSOS (Recipiente color **rojo**): medicamentos vencidos, cuchillas de afeitar, baterías usadas, vidrios rotos, etc.

Asimismo, la clasificación puede hacerse en las siguientes categorías:

Papel y cartón, latas de aluminio (bebidas gaseosas); botellas plásticas (PET); residuos orgánicos (fruta, hojas, residuos de jardinería, polvillo, papel no reciclable, etc.); residuos de vidrio (envases, bombillas); residuos metálicos; aceites usados.

Para otro tipo de residuos, mas voluminosos, se sugiere un destino diferenciado: Madera (de muebles, jardinería, pallets); restos de demolición (conocido como ripio).

Tratamientos

Consisten en la modificación de las características físicas, químicas y biológicas de los residuos sólidos, con el fin de reducir su nocividad, controlar su impacto al ambiente y facilitar su manejo.

Generalmente, las diversas tecnologías de tratamiento y evacuación definitiva de los residuos sólidos pueden clasificarse en:

- Minimización de los residuos
- Reutilización y reciclado
- Tratamiento biológico

- Aerobio compostaje/lombricultura
- Anaerobio o biogás
- Combinación de aerobio y anaerobio
- Tratamiento térmico
 - Combustión/Incineración
- Disposición a vertedero

Minimización de los residuos

Significa reducir la cantidad de residuos generada en el origen, estas pueden ser algunas de las fuentes: Industria alimenticia, Industria de manufactura de productos comerciales, comercios, viviendas, oficinas, etc. Por ejemplo, en las viviendas se puede reducir la basura proveniente de los alimentos, en las casas, oficinas o instituciones el papel se puede imprimir o fotocopiar en ambas caras, los consumidores pueden adquirir productos con menos material de empaque, etc.

Reutilización y reciclado

Entre los elementos que son aptos para el reciclaje podemos mencionar: latas de aluminio, papel y cartón, vidrio, plásticos, residuos de jardín, restos de alimentos.

Tratamientos biológicos

Compostaje

Es un proceso aerobio, en el que los microorganismos, en un medio oxigenado, descomponen los residuos orgánicos alimenticios. Los nutrientes inorgánicos esenciales son nitrógeno, fósforo, azufre, potasio, magnesio, calcio y sodio. Estos aparecen normalmente si se utilizan las mezclas correctas de residuos.

El método posible de utilización sería el de **Pila Estática Aireada**, en el que los residuos se agrupan en pilas de 1 a 2 m de altura, 4 m de ancho y 20 m de

longitud, se ponen sobre suelos con sistemas de ventilación por tubos perforados para su aireado el cual se suministra a intervalos regulares, para reducir los olores, el compost se cubrirá con un estabilizador.

El producto final es un compost que consta de minerales y humus (material orgánico complejo)

Lombricultura

Esta técnica consiste en la cría y producción de lombrices y el tratamiento, por medio de éstas, de residuos orgánicos para su reciclaje en forma de abonos y proteínas.

Dicha tecnología se basa en la cría intensiva de lombrices para la producción de humus a partir de un compuesto orgánico. Es un proceso de descomposición natural, similar al compostaje, en el que el material orgánico, no solamente es atacado por los microorganismos existentes en el medio natural como hongos, bacterias, actinomiceto, levaduras, etc., sino también lo es por el complejo sistema digestivo de la lombriz.

Dentro del intestino de la lombriz ocurren procesos de fraccionamiento, desdoblamiento, síntesis y enriquecimiento enzimático y microbiano, lo cual aumenta la velocidad de degradación y mineralización de los residuos, obteniendo un producto de alta calidad. Los niveles de pérdida de nutrientes como nitrógeno, potasio, etc., son mínimos con relación a los sistemas tradicionales de compostaje. El resultado son dos productos de alta calidad: el humus y las lombrices.

El humus se compone de enzimas, ácidos húmicos, ácidos fúlvicos, huminas y ulminas, que permiten mejorar la estructura del suelo, debido a que actúan como cementantes de unión entre las partículas del suelo, dando origen a estructuras granulares uniformes que permiten un óptimo desarrollo radicular,

mejora el intercambio gaseoso, aumenta la oxidación de la materia orgánica y por ello la disponibilidad de nutrientes en formas asimilables, estimulando así el crecimiento vegetal.

Su relación carbono/nitrógeno es muy favorable, lo diferencia de la mayoría de los abonos orgánicos, permitiendo una mejor disponibilidad de nitrógeno para la planta, reduciendo también su lixiviación.

Biogás (digestión anaerobia)

La digestión anaerobia de los residuos sólidos no separados es inadecuada, debido a la presencia de plásticos, vidrios, textiles, metales, etc. Por lo que es muy importante una correcta separación de la materia orgánica.

El producto final más beneficioso es el metano, sin embargo se obtienen otros productos como lodos que puede utilizarse como fertilizante y acondicionante de suelos, dióxido de carbono, trazas de amoníaco, sulfuro de hidrógeno. Este proceso se puede describir en tres fases: Hidrólisis, que es la descomposición de los compuestos de alto peso molecular en compuestos de bajo peso molecular. Acidogénesis, donde los componentes de menor peso molecular se convierten en compuestos moleculares intermedios de pesos más bajos. Metano-génesis, donde los compuestos intermedios se convierten en producto finales de metano y dióxido de carbono.

Método aerobio y anaerobio combinados

Este proceso de dos fases que utiliza la digestión anaerobia con sólidos altos seguidos de compostaje cerrado representa actualmente un campo de investigación. Sus ventajas incluyen: que no se necesita agua de fuentes externas para producir estiércol líquido para alimentación del digestor anaerobio; No produce vertidos de agua; hay una producción elevada de biogás; genera humus estabilizado; se produce un combustible derivado de los residuos.

Combustión/incineración

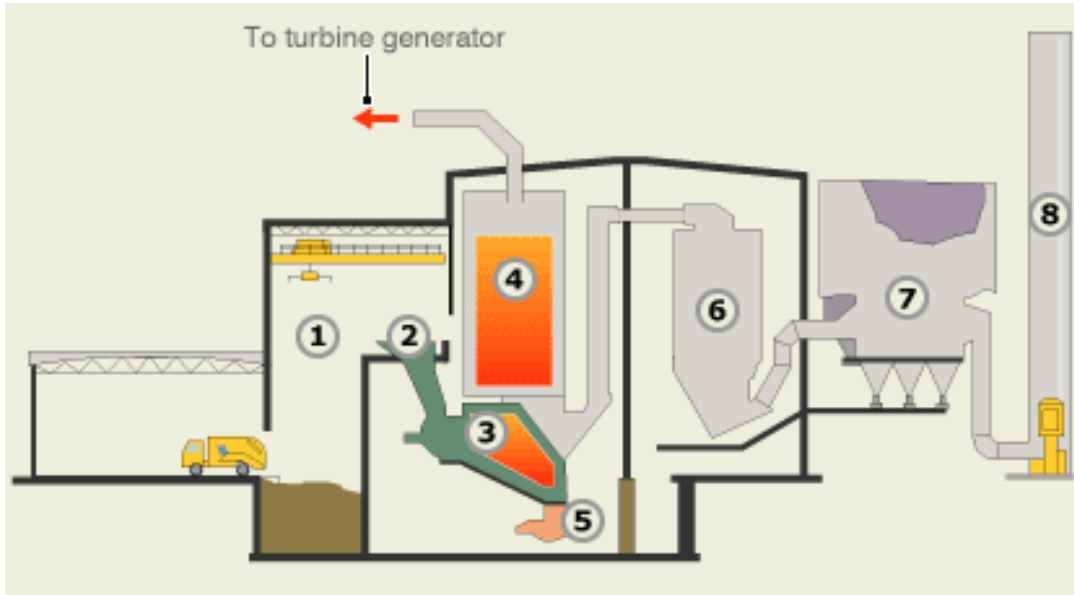
El desgaste térmico del material orgánico puede llevarse a cabo con o sin oxígeno. Si tiene lugar con un déficit de oxígeno (combustión parcial) parte de la energía almacenada en forma de energía química del material orgánico quedará liberada como gases de combustión, este proceso es llamado gasificación, si la gasificación es destilación seca (calentamiento sin entrada de aire, oxígeno ni vapor), el proceso se denomina Pirolisis.

El desgaste térmico con exceso de oxígeno se llama combustión, cuando el combustible es un residuo se llama incineración,

Principalmente, la incineración de residuos es similar a la combustión de otros combustibles sólidos. Este proceso se divide en tres fases: Secado; Pirolisis de gas y combustión de gas; y combustión de residuos de carbono.

El siguiente esquema provee una idea de la forma en que opera un incinerador:

Figura 1. Proceso de Incineración



- El residuo es depositado en un área de almacenamiento (1) donde es atrapado por pinzas, trasladado y liberado a una tolva (2).
- El residuo es empujado gradualmente hacia el incinerador (3) el cual se opera a una temperatura de 750 grados centígrados.
- El calor resultante del residuo es usado en una caldera (4) y los vapores de esta son conducidos a un generador de turbina para crear electricidad.
- Las cenizas más pesadas caen en un punto de recolección (5) luego un electroimán es pasado sobre las cenizas para extraer el contenido metálico para su reciclaje.
- Los gases de combustión que contienen cenizas finas pasan por un reactor de rastrillo (6) para el tratamiento de contaminantes ácidos como el SO₂.
- Los gases luego pasan por un sistema de remoción de partículas finas (7) y se liberan a través de la chimenea (8).

Disposición

El vertedero de residuos sólidos ha sido el método más tradicional para la eliminación de residuos. Las prácticas moderna de vertido contemplan programas de seguimiento de los residuos entrantes, para gases, lixiviado, etc. Esto, con el fin de controlar la contaminación del entrono, especialmente las aguas subterráneas, las superficiales y de la atmósfera. El parámetro clave en el vertederos es obtener una impermeabilidad de 10^{-9} m/s. para así prevenir la penetración de lixiviado. El lixiviado es el líquido acuoso que se filtra en un vertedero, se produce por las infiltraciones de lluvia y de las porciones húmedas del residuo.

Existen dos tipos de vertederos, dadas sus características de ingeniería: vertederos de atenuación y dispersión; vertederos de contención.

Vertederos de atenuación y dispersión

Esta es la forma de vertido tradicional, los mecanismos de atenuación son de dilución y dispersión, a través de poros y de micro-fisuras hacia las zonas saturadas subyacentes. En este tipo de vertederos no es posible controlar o rastrear los contaminantes del lixiviado, y en algunas zonas el transporte del lixiviado es demasiado rápido, lo que provoca que el lixiviado muy poco diluido llegue a las aguas superficiales y subterráneas.

Vertederos de contención

En su mayoría, los vertederos modernos son de contención. Aquí los residuos, su lixiviado y el gas se aíslan del ambiente. La contención se logra, tanto por revestimiento con fondo de arcilla o sintético o bien por una combinación de ambos. Cuenta con instalaciones para la recogida de gas y su eliminación, y es controlado periódicamente.

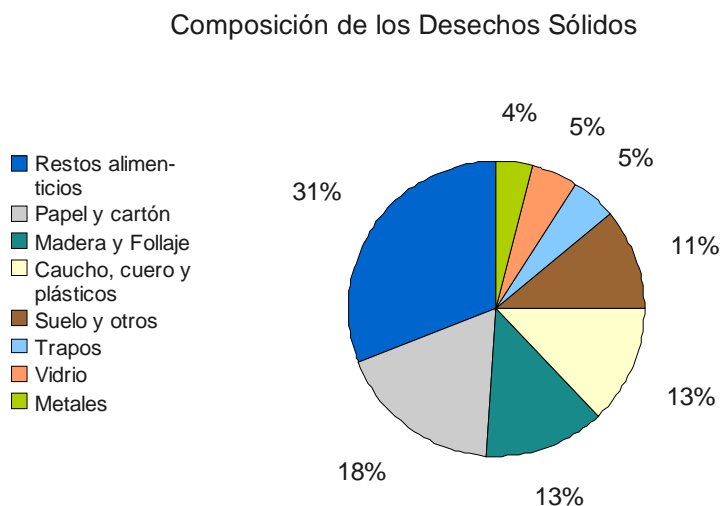
1.3 Formulación del problema técnico

La solución a desarrollar, tendrá la finalidad de contribuir con la gestión integrada del manejo de los residuos sólidos mediante la implementación de procesos de efectividad ya comprobada, inicialmente, este sistema trabajara en conjunto con otras entidades que actualmente ya desarrollan algunas de las funciones de la gestión integrada como recolección, transporte y reciclaje.

La implementación del proyecto se limitará al área urbana del departamento de Guatemala, se determinará un punto geográfico estratégico, en el que converjan rutas, cuente con vías de acceso y permita el alcance a zonas urbanas de municipios de alto índice demográfico.

Un primer informe actual sobre residuos domiciliarios expone que la composición de los residuos de la siguiente manera:

Figura 2. Composición de los residuos sólidos



Se observa que del total, los residuos orgánicos ocupan el 44% y los inorgánicos reciclables llegan al 41%, de manera que, las prestaciones que este sistema va a proporcionar se ven encaminadas al manejo de estos residuos, para los que se ha visto opciones de tratamiento bastante viables y que aportan grandes beneficios.

Una vez se haya materializado la iniciativa, podrán obtenerse resultados ambientales positivos, logrados por la cantidad de residuos que el sistema sea capaz de manejar y tratar. Económicamente habrá beneficios, logrados por la comercialización de los subproductos resultantes de los procesos y por los potenciales servicios a prestar a otras entidades activas en el mismo mercado. Así mismo, se pretende iniciar un cambio a nivel social, promoviendo hábitos de separación de los residuos en el origen, es decir, en las viviendas o industrias, e inyectar esa responsabilidad individual en los habitantes de las zonas objetivo.

1.4 Criterios que se utilizarán en la evaluación de las soluciones.

El éxito técnico de la solución implementada se medirá, primeramente con la cantidad de procesos o unidades operativas validadas en sus etapas de diseño, instalación y operación. Seguidamente se evaluará la productividad del desempeño de los procesos, a través de índices numéricos de eficiencias y cantidades de producto procesado.

Se calificarán las relaciones que el proyecto tenga con otras entidades que desarrollen funciones complementarias, así como los índices de cumplimiento en el caso que el sistema propuesto se convierta en proveedor de insumos.

También se tendrá como parámetro de evaluación el alcance que el sistema logre dada su localización estratégica, la participación dentro del mercado y la cobertura de servicio.

2. ESBOZO DE UNA UNIDAD DE OPERACIÓN AVANCE DE LA SOLUCIÓN

Esta etapa servirá de comparación y descarte de posibles soluciones, e inicia la idea de una alternativa, enfocándose en el fin deseado, las condiciones de servicio, las operaciones que habrían de llevarse a cabo.

2.1 Modalidades, procedimientos, medios o tecnologías de posible utilización que se puedan descartar.

En este punto del estudio el sistema que se proyecta como solución a la problemática, aún se considera como una caja negra que contendrá unidad/es operativa/s y operarios, pero aun se desconoce cuáles son ni qué van a hacer.

Para el descarte de operaciones se consideran los requerimientos de infraestructura, tecnología y recursos de cada una de las modalidades, procedimientos, medios o tecnologías identificados en el capítulo anterior

Tabla III. Tecnologías a descartar

Modalidad, procedimiento, medio o tecnología a descartar	Motivo por el cual se descarta
Métodos de recolección de residuos	Actualmente, en las zonas en donde podría desarrollarse la propuesta, ya existen entidades recolectoras que trabajan asociadas, así que inicialmente el proyecto buscaría negociar y establecer alianzas con estos recolectores, para obtener dicho servicio.
Tratamientos térmicos (combustión/incineración)	La inversión necesaria para adquirir, instalar y mantener este tipo de equipos es muy elevada, y prolonga en mucho el plazo de recuperación económica. Este monto puede llegar a ascender a los US\$ 73,500.00 aproximadamente.
Digestión anaeróbica	Al igual que para los tratamientos térmicos, la producción de biogás requiere de equipo especializado, y de la infraestructura necesaria para almacenar, estabilizar y distribuir la energía eléctrica obtenida. Sin embargo la generación de energía eléctrica es una opción que se evaluara en el futuro del proyecto dependiendo de los resultados del negocio.
Disposición final (vertederos)	Este proceso es descartado durante la etapa inicial del proyecto, debido a que requiere de instalaciones muy amplias y debe ejecutarse en localidades alejadas de las urbes.

2.2 Descripción del sistema a proyectar para cada uno de los procedimientos, métodos, medios o tecnologías que se consideren aplicables.

A continuación, para cada uno de los métodos, procedimientos, medios o tecnologías posibles de utilizar que no fueron descartadas, se desarrollaran ciertos aspectos, muy importantes para evaluar su posible factibilidad.

2.2.1. El producto final que se desea conseguir.

Después de haber descartado la implementación de algunos métodos que habían sido planteados con anterioridad, nos enfocaremos en los resultados que se obtendrían de la ejecución de los métodos posibles a implementar:

La función de **separación** de los residuos sólidos consiste en identificar, seleccionar, separar y reagrupar porciones o fracciones (de la masa de residuos) con características similares para facilitar su posterior manejo y tratamiento. Dicha función cumpliría dos propósitos dentro de la gestión general que ocupará el proyecto.

El primer propósito consiste en separar los residuos que posteriormente serían sometidos a los tratamientos implementados en el proyecto, de manera que, el producto a obtener de esta función, sería fracciones de residuos aptos para su uso interno.

Paralelamente, se seleccionan y preparan los residuos a los que no se les daría tratamiento interno, estos se comercializan a otras entidades provistas de métodos distintos y complementarios a los del proyecto, de manera que, como segundo producto de esta función, se obtendría, fracciones de residuos aptos para su comercialización en el mercado.

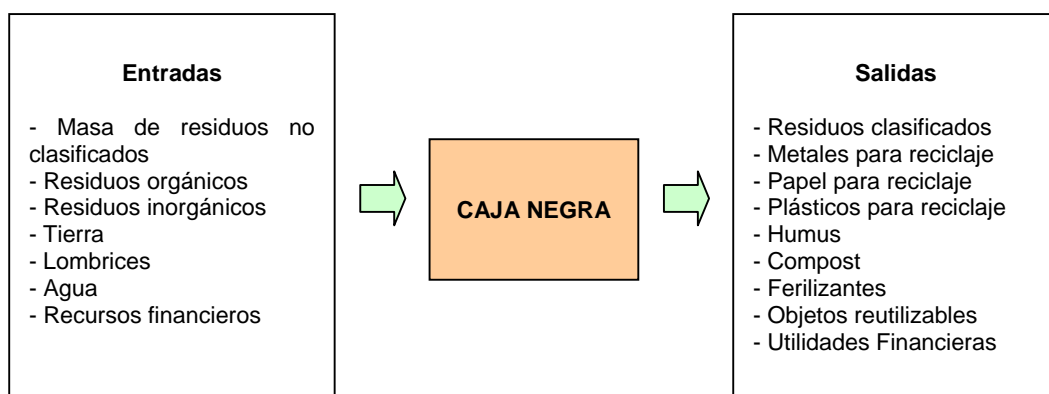
Respecto al **tratamiento**, el **compostaje** resulta ser una opción hasta el momento viable para implementar, por otro lado, el diseño e instalación de las instalaciones y el equipo que requiere para su operación es más accesible. El producto a obtenerse como resultado de este tratamiento es un compost rico en minerales y humus, listo para ser comercializado dentro del mercado agroindustrial.

Asimismo, la **lombricultura**, que se perfila como un tratamiento igualmente ejecutable dentro del proyecto, da como resultado dos productos sumamente atractivos para el comercio, uno es el humus, rico en nutrientes, el cual puede mezclarse con el producto del compostaje y mejoraría la calidad del producto dotándole de una ventaja competitiva sobre los productos competidores del mercado, es importante indicar que el potencial mercado del humus de la Lombricultura va desde la agroindustria hasta viveros, jardinaciones, campos de golf, forestaciones, etc. El otro producto resultante sería la llamada “Lombriz Roja de California” la cual puede venderse en núcleos para iniciar invernáculos.

2.2.2. Entradas y salidas del sistema a proyectar.

Se describirá, cuantitativa y cualitativamente, las entradas e insumos que ingresarían al sistema y que sufrirían alguna modificación en su interior, así como las salidas o productos a las que estarían dando lugar.

Figura 3. Entradas y salidas



2.2.3. El servicio a prestar y las condiciones de la prestación.

Se habría de prestar un servicio de manejo de residuos, que incluya recepción de los residuos sólidos recolectados y transportados por otras entidades. Los residuos recibidos se identificarán, seleccionarán y separarán según sus características físicas y químicas para ser preparados, previo a su tratamiento o comercialización.

Seguidamente, se les habría de suministrar el/los tratamiento/s dispuestos, bajo las condiciones técnicas que establezcan, con el fin de obtener productos con valor agregado resultantes de los residuos y aptos para su comercialización y disponibles continuamente.

2.2.4. Esquema de las transformaciones internas.

Para lograr dichos efectos, dentro del sistema a proyectar debiesen ocurrir unas operaciones para transformar las entradas en salidas, este breve cuadro menciona algunas de estas operaciones.

Figura 4. Transformaciones internas



2.2.5. Tareas que deberán realizar las personas y tareas que deberán realizar las máquinas.

En este punto, se identifican las tareas que habrían de llevarse a cabo en el proyecto, expresadas por medio de verbos de acción. El responsable de la ejecución de dichas tareas aún no se determina, solamente las tareas que debiesen realizarse.

Tabla IV. Tareas a realizar

Tareas a realizar por personas	Tareas a realizar por máquinas
<ul style="list-style-type: none">- Descargar- Observar- Identificar- Seleccionar- Separar- Reagrupar- Levantar- Transportar- Encender- Apagar- Activar- Desactivar- Colocar- Mezclar- Operar- Supervisar- Decidir- Empacar- Vender	<ul style="list-style-type: none">- Transportar- Triturar- Mezclar- Compactar- Elevar- Separar- Calentar- Iluminar- Sellar- Levantar- Fermenta- Tamizar- Cargar

2.2.6. Fronteras del sistema a proyectar.

Físicamente, el proyecto se llevaría a cabo dentro de los límites de un terreno que habría de ser adquirido una vez se haya determinado su tamaño óptimo con base a las actividades que se desarrollarán internamente.

Geográficamente, por lo estratégico de la región el terreno se ubicaría en el área de Bárcenas, municipio de Villa Nueva, departamento de Guatemala. Esta localización permite tener un amplio alcance a zonas urbanas de los departamentos de Guatemala y Sacatepéquez, entre ellas los municipios de Guatemala, Mixco, Villa Nueva, San Lucas Sacatepéquez, Santa Lucía Milpas Altas y Santiago Sacatepéquez.

Socialmente, se prestaría el servicio a los pobladores de las zonas urbanas en mención. La cultura de esta sociedad determina ciertas características en los residuos (cantidad, clasificación, humedad, etc.) a las que tendrán que enfocarse las funciones y los procesos del sistema.

En aspectos legales y ambientales, la iniciativa sería diseñada, implementada y funcionará dentro la siguiente legislación:

- LEY DE ÁREAS PROTEGIDAS
- POLÍTICA DE LEY DE ÁREAS PROTEGIDAS
- CÓDIGOS MUNICIPALES
- POLITICA NACIONAL PARA EL MANEJO INTEGRAL DE LOS RESIDUOS Y RESIDUOS SÓLIDOS aprobada por acuerdo gubernativo No. 111-2005
- POLÍTICA MARCO DE GESTIÓN AMBIENTAL establecida por el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales –MARN-
- CÓDIGO DEL TRABAJO, Decreto No. 1441, Congreso de la República de Guatemala
- CÓDIGO DE COMERCIO, Decreto No. 2-70, Congreso de la República de Guatemala
- LEY DEL IMPUESTO SOBRE LA RENTA, Decreto No. 26-92, El Congreso de la República de Guatemala
- LEY DEL IMPUESTO SOBRE EL VALOR AGREGADO, Decreto No. 27-92, Congreso de la República de Guatemala

2.3 Enlaces de dependencia del sistema a proyectar.

El siguiente análisis determina cómo se relacionaría la propuesta con otros sistemas y en qué aspectos se vuelve dependiente de estos otros sistemas.

2.3.1. Dependencia del sistema (en funcionamiento) respecto a otros sistemas reales.

Tabla V. Sistemas Relacionados

Otros sistemas reales con los que se relaciona	Función o aspecto que genera esta dependencia
Ministerios y Comisiones Nacionales	Rigen normas, políticas y procedimientos para los campos en los que se de desarrollará el proyecto. (Dependencia)
Bancos	Proveen Servicios y Productos Financieros (Dependencia)
Pobladores de zonas vecinas	Son los generadores de los residuos. (Dependencia)
Sistemas de recolección y transporte de residuos	Recolectar y transportar los residuos hacia el sitio. Sin residuos en el sitio, no podría realizarse ningún tipo de operación. (Dependencia)
Sistemas dedicados al reciclaje de productos no orgánicos	Serán parte de la clientela, quienes demandarán algunos de los productos finales del proyecto (Dependencia)
Sistemas dedicados a la disposición apropiada de residuos en rellenos sanitarios	Los residuos no procesables ni comercializable serán dispuestos a estos sistemas (Independencia)
Sistemas agrícolas y/o agroindustriales	Clientes directos, demandantes de los productos finales del proyecto (Dependencia)
Sistemas con procesos y métodos similares a los del proyecto	Estas entidades constituyen la competencia de oferta dentro del mercado. (Independencia)
Proveedores y fabricantes de maquinaria y Equipo	Darán asesoría técnica en la instalación y operación de algunos equipos utilizados en ciertos procesos (independencia)
Sistemas de seguridad física	Prestarán servicios de seguridad física a las instalaciones y personal del proyecto (independencia)
Asesoría Legal	Prestarán al proyecto asesorías de índole legal para el correcto desarrollo de las gestiones (independencia)

2.3.2. Dependencia del sistema, en otros estados de su ciclo de vida

A lo largo del ciclo de vida del proyecto, habría otras dependencias que posiblemente aún no hayan sido identificadas, sin embargo, será necesario preverlas para cada posible estado del ciclo, y se determinará el aspecto que haría al sistema dependiente de estos otros.

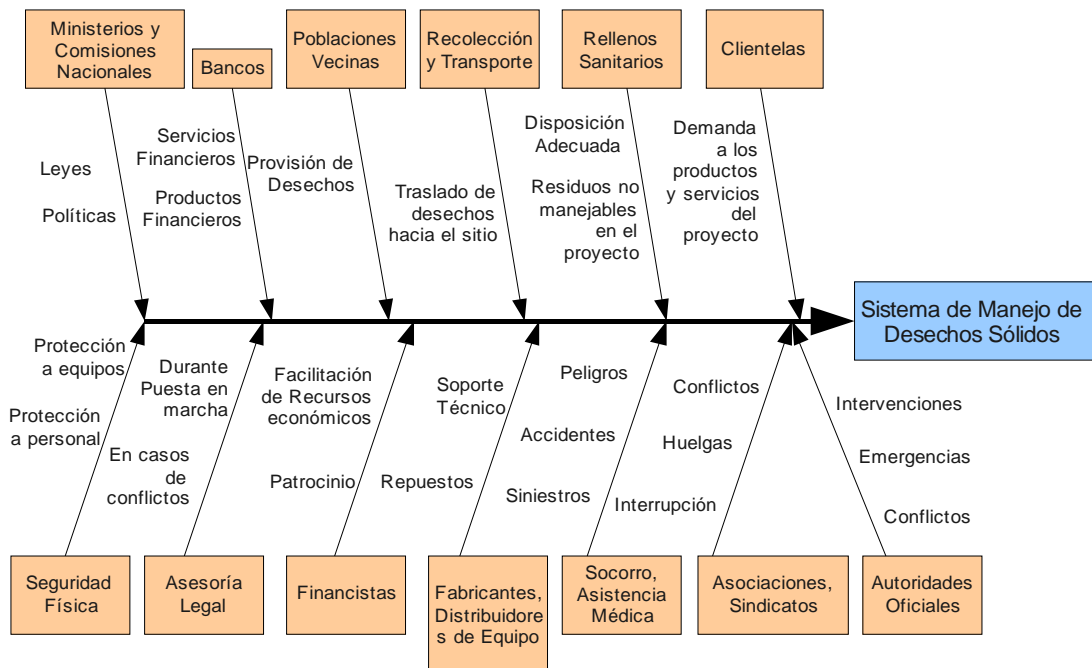
Tabla VI. Otros sistemas relacionados durante según ciclo de vida

Estado del ciclo de vida	Otros sistemas reales con los que se relaciona	Función o aspecto que genera esta dependencia
Puesta en Marcha	Financistas	Facilitador de los recursos financieros necesarios para la ejecución de las etapas iniciales del proyecto.
Puesta en Marcha, Estados de Emergencia	Asesoría Legal	Presta servicios de asesoría en aspectos legales obligatorios para la puesta en marcha del proyecto, así como para estados de emergencia o conflictos.
Diseño, Instalación, Mantenimientos preventivos y correctivos	Fabricantes y/o distribuidores de maquinaria y equipo	Brinda soporte técnico y provee repuestos para los equipos.
Diseño, construcción, paros planificados	Arquitectura y construcción civil	Provee asesoría técnica y materiales durante las etapas iniciales, o de expansión
Paros no planificados	Sistemas proveedores de servicios básicos (energía eléctrica, agua, teléfono)	El funcionamiento de los procesos depende del suministro de servicios básicos brindados por dichos sistemas.
Paros no planificados	Asociaciones y/o Sindicatos de Servicios Públicos	En situaciones de conflicto o inconformidad, las asociaciones y sindicatos mencionados pueden ocasionar paros de actividades e interrupciones al funcionamiento normal del proyecto.
Estados de emergencia	Cuerpos de socorro y asistencia médica	Asisten con prontitud a situaciones emergentes no deseadas de salud, accidentes, siniestros, etc.
Estados de emergencia	Autoridades Públicas Oficiales	En casos de intervención oficial por emergencias o conflictos pueden cesar las labores normales.

2.3.3. Síntesis de los sistemas reales relacionados al sistema proyectado y sus dependencias.

En forma de Diagrama de Ishikawa a modo de síntesis de los dos aspectos que se han establecido anteriormente. Al final de la línea horizontal se ubica el sistema a proyectar en estudio. Los sistemas reales con los que se identificó relación representarán los factores causales del diagrama, y los aspectos o funciones que generan las dependencias representarán las causas.

Figura 5. Sistemas relacionados con el proyecto



2.4 El bienestar de las personas involucradas en el proyecto

2.4.1. Usuarios del sistema a proyectar

Como propietario/s se define a el/los dueño/s del proyecto. En este caso, el propietario sería el equipo multidisciplinario de individuos a cargo del desarrollo de la idea, evaluación, implementación y operación del proyecto.

Los operadores serían los empleados de distintos niveles operativos, que con sus acciones directas intervendrían en la construcción, instalación, operación, funcionamiento, mantenimiento y/o gestión de las unidades operativas.

2.4.2. Otros usuarios involucrados.

Para el sistema, los consumidores de la función principal se constituyen de la población urbana guatemalteca, ya que son a quienes irá orientada la solución ofrecida, puesto que la disminución a la problemática de los residuos sólidos les beneficiaría directamente. También podría llamárseles "usuarios razón de ser". Sin embargo, ellos no serán los principales usuarios del producto final.

Los clientes se constituirían como los principales usuarios de la función del proyecto, puesto ya que son los usuarios reales del producto final, por lo que están interesados en la función y en las condiciones en que se la ofrecen.

Ya que los promotores del sistema son los que proveen los recursos económicos para llevar adelante el proyecto, para este caso, no son ni los propietarios (equipo multidisciplinario) ni los operadores, si no los bancos, financistas o entidades que proveerán dichas facilidades.

La lista de terceros es extensa, puesto que la constituyen las personas o sistemas que sin relación directa con la operación, con el funcionamiento de las

unidades de operación ni con el producto final, de algún modo están alcanzados por las externalidades y sus consecuencias, dichos sistemas serían los sistemas de seguridad, cuerpos de socorro y asistencia medica, asistentes legales, fabricantes y distribuidores de equipo, asesores civiles, etc.

Dentro de las entidades sociales involucradas en el proyecto esta el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, la Comisión Nacional para el Manejo de los Residuos Sólidos (CONADES), Municipalidades involucradas, y ONGs que podrían brindar información, experiencias, estadísticas, etc.

2.4.3. Tabla indicativa de los beneficios y perjuicios que traería aparejados el sistema proyectado para todos los usuarios de los apartados identificados

Tabla VII. Beneficios y perjuicios para usuarios

Usuario	Beneficios	Perjuicios
Equipo formulador del proyecto (propietarios)	Adquisición de experiencia profesional, utilidades económicas resultado de una buena gestión.	El esfuerzo, presión y sacrificio que representaría la gestión en cada etapa del proyecto.
Empleados (operadores)	Fuente de trabajo, desarrollo profesional, capacitaciones técnicas, remuneración económica.	Los sacrificios que conlleva la alta exigencia en temporadas de gran demanda.
Población urbana (consumidores de la función principal)	Disminución a la problemática de los residuos sólidos y de las condiciones negativas que trae al ambiente, a la salud, etc.	La posible resistencia al cambio por exigírseles colaboración respecto a la separación en origen de los residuos.
Fuentes de financiamiento (promotores)	Las utilidades generadas por los intereses del monto a otorgar como financiamiento.	Los posibles riesgos que conlleva la inversión
Clientes (usuarios principales)	La obtención de productos de alta calidad, a precios competitivos, y un buen servicio.	Ninguno
Terceros (asesores legales, recolectores, transportistas, seguridad física, servicios médicos, socorristas, etc.)	El proyecto vendría a ser, al requerirse, cliente de estos servicios.	Ninguno
Entidades <u>sociales</u>	Cooperación para el alcance de objetivos institucionales	Ninguno

3. EL SERVICIO DESEADO Y LAS CONDICIONES DE PRESTACIÓN.

En esta parte del estudio, se hará una breve descripción de las características del servicio, las cuales le permitirían ser convincente para los usuarios involucrados que ya han sido identificados.

3.1 El servicio deseado por los usuarios.

3.1.1. Tabla con todos los usuarios identificados

Nuevamente, se presentan todos los posibles usuarios identificados para el sistema de manejo de residuos, diferenciando aquellos que serían externos, internos o ajenos al proyecto

Tabla VIII. Tabla de Usuarios

Externos	Consumidores	Pobladores residentes en zonas urbanas
	Usuarios Principales	Clientes que representan la demanda de los productos finales y servicios del proyecto (agroindustria, recicladores, viveros, etc.)
	Promotores	Entidades que facilitarán el financiamiento para las fases del proyecto.
Internos	Operadores	Empleados
	Propietarios	Equipo multidisciplinario ejecutor del diseño, implementación y operación del sistema
Ajenos al sistema	Terceros	Asesores legales, asesores técnicos, sistemas de seguridad, cuerpos de socorro, servicios médicos,

3.2 Selección racionalizada de los usuarios relevantes.

De todos los usuarios de la tabla del apartado anterior, seleccionar los más relevantes para el éxito del proyecto. Justificar la relevancia de cada uno de los usuarios seleccionados.

Tabla IX. Usuarios relevantes

Usuarios relevantes	Justificación de su relevancia, de lo fundamental de su rol en el proyecto
Financistas (promotores)	Facilitarán el acceso a los recursos financieros que el proyecto necesitará en sus etapas de diseño, construcción, instalación y puesta en marcha. Y, de no acceder al otorgamiento de los recursos solicitados, el proyecto correría riesgos de no ser ejecutado.
Equipo multidisciplinario (Propietarios)	Es responsable de diseñar, gestionar y dirigir el proyecto, de tal forma que sea sostenible y asegure el éxito de la propuesta, y así facilitar la adquisición de los recursos financieros requeridos según los planes.
Clientes (usuarios principales)	Los ingresos económicos, y por lo tanto, la rentabilidad del proyecto dependerán exclusivamente de los niveles de ventas de sus productos finales y servicios. Y como es sabido, el nivel de satisfacción de los clientes estará en función del cumplimiento y superación de sus expectativas de servicio, calidad y precio.
Empleados (operadores)	Serán los encargados de negociar, administrar y ejecutar las operaciones y procedimientos que garantizarán el nivel de productividad y calidad en las salidas que el proyecto ofrece.

3.2.1. Análisis del servicio deseado por los usuarios relevantes:

Mediante el siguiente cuadro, se analizarán tres aspectos importantes para el proyecto:

- Naturaleza del servicio:

¿Qué servicio quiere el usuario?

Una breve descripción de las prestaciones que el usuario requiere del proyecto del manejo de los residuos.

- Exigencias respecto a la forma y manera de suministro:

¿Cómo, dónde y cuándo el usuario quiere recibir el servicio prestado por la planta?

Para este aspecto se tomará en cuenta, la disponibilidad en el lugar y en el tiempo que esperaría cada usuario, la seguridad y continuidad del servicio (cumplimiento de las exigencias).

- Finalidad y causalidad del servicio:

¿Para qué y por qué el usuario requerirá del servicio propuesto?

Sensibilidad respecto a las variaciones en las prestaciones.

Tabla X. El servicio deseado por usuarios

Usuarios relevantes	Naturaleza del servicio	Forma y manera de suministro del servicio	Finalidad y causalidad del servicio
Financistas (promotores)	Promover la ejecución de un proyecto eficaz en todas sus funciones, le asegure rentabilidad e involucre una mínima cantidad de riesgos, todo dentro de un contexto legal correcto.	Obtener utilidades financieras logradas a través de una tasa de interés activa atractiva en el mercado, que pueda recuperarse durante plazo establecido inicialmente.	El financista, a través de estos créditos, podrá hacerse de activos exigibles. Por lo que se asegurará de invertir en proyectos con viables y rentables.
Equipo multi-disciplinario facilitador del proyecto (propietarios)	Diseñar un proyecto que aporte beneficios tangibles, no solamente económicos para su autosostenimiento y rentabilidad, sino mejoras en el actual manejo de los residuos sólidos a nivel urbano, mediante el procesamiento y comercialización de XXX toneladas de residuos al mes.	Para cumplir las metas operativas, el equipo y los insumos adquiridos deberán funcionar en perfectas condiciones todo el tiempo, el personal deberá ser calificado, capacitado y proactivo, para lograr índices de eficiencia operativa mayores al 80% ya que la caracterización mostró que el 84% de los residuos urbanos podrán ser manejados dentro del proyecto. Se requerirá de un ambiente laboral agradable, que promueva el buen desempeño de los Operadores. Alcanzar un índice de cumplimiento de 85% sobre las requisiciones de los clientes.	El cumplimiento de las metas de productividad en la operación, tendrán impactos en los costos de operación del proyecto, se asegurará la rentabilidad y el cumplimiento del periodo establecido para la recuperación de las inversiones iniciales. En caso contrario, las inversiones realizadas no podrán ser recuperadas, y el negocio podría verse en una situación riesgosa.

Tabla X. El servicio deseado por usuarios (continuación)

<p>Cientes (usuarios principales)</p>	<p>Los usuarios principales del sistema conforman la demanda dentro del mercado en el que participará el proyecto. Como clientes, estarán en busca de productos de calidad comprobable en sus procesos, y que cumplan con sus expectativas de relación costo/beneficio, acompañados de un buen servicio integral.</p>	<p>Ya sea que el producto sea recogido por el cliente, o sea entregado en donde lo solicite, ambos eventos deberán cumplirse justo cuando el cliente lo demande, el producto deberá estar perfecto estado, sin defectos de calidad ocurridos en los procesos para los fertilizantes, ni paquetes con productos de distintas naturalezas, en el caso de la clasificación para reciclaje.</p>	<p>El cliente, con la adquisición de los productos buscará obtener beneficios, por un costo que lo amerite, en las operaciones que desarrolle, pudiendo ser éstas agrícolas, agroindustriales, de botánica, jardinería, mantenimiento de instalaciones, forestación, etc. Igualmente para los productos de la separación, el cliente buscará materias primas para sus procesos, las cuales ayuden a simplificar sus operaciones.</p>
<p>Empleados (operadores)</p>	<p>Contar con una fuente de empleo estable, en un ambiente agradable, higiénico y seguro, con posibilidades de desarrollo profesional.</p>	<p>El empleado garantizará la estabilidad de su trabajo a través del buen desempeño de sus tareas, aportaciones para simplificar los procesos, propuestas para generar ahorros en las operaciones o gestiones administrativas, y así disminuir costos de operación, también impulsar el incremento en los volúmenes de venta y negociaciones con nuevos clientes, con el fin de ampliar el margen de utilidad de los productos.</p>	<p>La finalidad del buen desempeño del empleado será garantizar la estabilidad de su trabajo, la opción a crecer dentro de la empresa, y que eso le permita, desarrollarse económicamente, suplir las necesidades de alimentación, techo, vestido, educación, etc. del empleado y sus dependientes, así como lograr sus realizaciones personales.</p>

3.2.2. Recopilación de requisitos y valores de sustitución

Los requisitos identificados anteriormente serán recopilados, es decir, qué quiere el usuario y cómo se expresará sintetizadamente, esto con el fin de expresar los posibles valores de sustitución: Un requisito de uno de los usuario podría ser sustituido por otro de menor pretensión, pero que de todas formas estaría en la capacidad de satisfacer al usuario; éste será considerado su valor de sustitución.

Tabla XI. Requisitos del servicio

Requisitos	Valores de sustitución
Utilidades por intereses durante el plazo determinado del financiamiento	Utilidad reducida por una anticipación en el pago del financiamiento.
Perfecto funcionamiento continuo de los equipos, maquinaria e insumos adquiridos.	Funcionamiento aceptable del equipo, maquinaria e insumos, que permita cubrir los requerimientos cuando la demanda lo exija
Contar con personal calificado, capacitado y proactivo	Contar con personal sin experiencia, capacitarlo en sus tareas, y que cumpla con al menos las expectativas necesarias de desempeño.
Alcanzar índices de eficiencia operativa mayores al 80%	Alcanzar los índices de eficiencia que permitan cubrir las demandas y los costos de los productos
Promover un ambiente de trabajo agradable, higiénico y seguro para el empleado	Proveer los beneficios laborales establecidos por la ley, que permitan la permanencia del empleado
Producto en perfecto estado, sin defectos de calidad en procesos	Productos en el límite de aceptación
Proveer paquetes de residuos clasificados que sean homogéneos	Paquetes de residuos que en su mayoría tengan las mismas características
Productos a precios competitivos, con los que el cliente obtenga resultados superiores	Productos a precios altos, que permitan <u>obtener resultados superiores</u> Productos a precios competitivos, que den resultados aceptables
Que a través de los productos suministrados el cliente pueda simplificar las operaciones de sus procesos	Que los productos suministrados puedan ser utilizados en los procesos del cliente
Crecimiento continuo en volúmenes de ventas	Alcanzar los volúmenes de ventas necesarios para cubrir costos
Una fuente de empleo que permita al trabajador suplir sus necesidades y las de sus dependientes, y le permita realizarse no solo profesionalmente sino en otros ámbitos.	Un empleo que permita al trabajador cubrir sus necesidades básicas y las de sus dependientes

3.3 Constricciones y restricciones del servicio.

Es necesario que se analice de forma mas concreta cada una de las constricciones y restricciones sobre el servicio que prestaría el sistema de manejo de residuos, es importante enfatizar que estas serían ajenas a los usuarios, y podrían repercutir sobre las prestaciones del servicio, ya que, dichas limitaciones se tendrán que tener presentes en el planteamiento y en la solución del problema técnico.

3.3.1. Constricciones y restricciones de los alrededores.

Las limitaciones del proyecto de manejo de los residuos, proceden de alguna fuente, la cual puede ser social, legal, mercado, económico, ecológico, etc. Por lo que serán identificadas, axiales como las magnitudes, valores o características del suministro y suministración del servicio que se verán afectadas. Serán considerados los aspectos revisados en los capítulos 1 y 2.

Tabla XII. Afectación de las limitaciones

Restricciones y constricciones	Procedencia	Afectación al suministro y la suministración
Clima, humedad y topografía	geográfica, ecológica	Por la naturaleza de los procesos a llevarse acabo, será necesario medir los efectos que la humedad y el clima ocasionen en el producto final, por ejemplo, la temperatura óptima para los procesos de lombricultura es entre 20-30°C sin pasar de 32°C, para la reproducción de la lombriz es de 20°C. La humedad más apropiada esta alrededor de 80%, una humedad superior al 85 % es perjudicial ya que se compactan los lechos y disminuye la aireación.
Ubicación de comunidades inaccesibles	social, geográfica	Las comunidades ubicadas en puntos inaccesibles resultan difíciles de alcanzar durante la recolección de residuos, esto afecta al objetivo principal del proyecto, ya que se espera darle un tratamiento más adecuado a los residuos generados por estas viviendas.

Tabla XII. Afectación de las limitaciones (continuación)

Restricciones y constricciones	Procedencia	Afectación al suministro y la suministración
Cultura de los ciudadanos urbanos	social	Si bien se tiene planificada la operación de separación dentro del proyecto, la colaboración de la población es muy importante, pues de practicarse la separación y selección de residuos desde en origen, se generan ahorros cuantificables con estudios de tiempos y la simplificación de los procesos.
Financiamiento y <u>bancos</u>	legal, económica	Las condiciones y limitaciones financieras pueden afectar al proyecto de tal forma que se aplase o incluso cancele su ejecución.
Acceso a terrenos para el proyecto	legal, económica, mercado	Las limitantes y condiciones inmobiliarias son tan importantes como las financieras, por las mismas razones.
Normas, políticas y procedimientos legales	legal	Todas las fases del sistema, desde su diseño hasta la operación deberán estar alineadas con las normas y políticas establecidas por el MARN, CONADES y las leyes municipales.
Sistemas dedicados al reciclaje de productos inorgánicos	mercado	El nivel de calidad y las características del producto resultante de la separación y clasificación de los residuos inorgánicos reciclables, las establecerán los sistemas Clientes dentro del mercado.
Niveles de demanda en el mercado	mercado	El precio del servicio y producto final a comercializar, afecta directamente al margen de utilidad de los productos. Este precio lo define el mercado, mediante la relación entre la oferta y la demanda del producto.
Seguridad física	social, mercado	Si el proyecto se establecen una zona de alto riesgo, será inminente la contratación de sistemas de seguridad y asistencia física, de lo contrario puede haber pérdidas en los equipos e instalaciones, o bien, molestias y peligro para los empleados.

Tabla XII. Afectación de las limitaciones (continuación)

Restricciones y constricciones	Procedencia	Afectación al suministro y la suministración
Asesoría para tema legales	legal	Será obligatorio cumplir a cabalidad con los requisitos que la ley establece para la implementación y correcto funcionamiento del proyecto a lo largo de cada fase. Esto implica temas laborales, comerciales, ambientales, tributarios, etc. Por tal razón, se trabajará con la asesoría de expertos en el tema, con experiencia en aspectos de esta índole.
Asesoría civil	mercado,	El diseño de las instalaciones físicas óptimas para los procesos y la infraestructura necesaria para las operaciones a desarrollar, son esenciales para el éxito de las funciones que se pretenden ejecutar. En caso de no contar con profesionales del campo civil dentro del equipo ejecutor del proyecto, será requerida la intervención de tales como asesorías externas contratadas.
Servicios básicos	legal, mercado, ecológico	La continuidad de las operaciones y el buen desempeño de los procesos del proyecto se condicionan por el servicio ininterrumpido de los insumos básicos como agua, energía eléctrica, comunicaciones, etc. Las posibles causas de una irregularidad en cualquiera de los servicios, podrán ser de aspecto legal, por incumplimientos dentro de la gestión del proyecto o por parte del proveedor, también de aspecto ecológico, en el caso de carecer de pozos de agua y no suplir a cabalidad la demanda en la zona.
Autoridades públicas oficiales	social	En caso de presentarse conflictos o emergencias, tanto internas como ajenas al proyecto, la intervención de las autoridades podrá suspender parcial o permanentemente las operaciones. Esto con el fin de investigar o proteger el proyecto.

3.3.2. Limitaciones tecnológicas.

Los sistemas de recolección y transporte de residuos podrán estar limitados por el grado de especialización de su equipo/vehículos, sin embargo, la accesibilidad a estos servicios ya existentes representa ahorros en compra, operación, mantenimiento de vehículos especializados, y del diseño de rutas. La interrupción de este servicio ocasionaría un paro de operaciones por falta de materiales para trabajo.

Las telecomunicaciones serán sumamente importantes durante la operación del sistema, se deberá tener acceso a teléfono, redes cableadas, y alcance inalámbrico.

Es ideal contar con un fabricante o distribuidor de maquinaria y equipo dentro del mercado industrial local, los costos de estos servicios son de por sí bastante elevados incluso a nivel local, no digamos los precios que se manejan a la hora de importar los servicios e insumos. Por otro lado, el soporte técnico necesario para mantener y prevenir fallos en la maquinaria y el equipo deberá contar con tecnología necesaria.

3.3.3. Recopilación de las limitaciones.

Tabla XIII. Limitaciones

	Restricciones y constricciones
1	Condiciones locales de Clima, humedad y topografía
2	Ubicación inaccesible de comunidades necesitadas del servicio
3	Hábitos de separación en origen, dada la cultura del ciudadano urbano
4	Financiamiento y Bancos (productos financieros)
5	Acceso a inmuebles
6	Normas, políticas y procedimientos legales
7	Sistemas de reciclaje de productos inorgánicos
8	Demanda de producto y servicio en el mercado objetivo
9	Sistemas de seguridad y asistencia física
10	Asesoría Legal
11	Asesoría en construcción civil
12	Ininterrupción de Servicios Básicos
13	Intervención de Autoridades Públicas Oficiales
14	Sistemas de recolección y transporte
15	Telecomunicaciones
16	Maquinaria y Equipo

3.4 Recopilación de requisitos.

El siguiente cuadro representa un repertorio general de los requisitos que ya fueron determinados, estos serán agrupados en los casos que pudieran ser similares.

Tabla XIV. Requisitos

	Requisitos
1	Utilidades financieras
2	Perfecto desempeño de maquinaria y equipo
3	Personal calificado, capacitado y proactivo
4	Eficiencia operativa
5	Ambiente de trabajo agradable, higiénico y seguro
6	Calidad en productos y servicios
7	Productos de clasificación eficaz
8	Precios competitivos, productos superiores
9	Producto final que simplifique procesos
10	Crecimiento en ventas
11	Excelente fuente de empleo

3.5 Análisis de los valores del servicio del proyecto.

A partir de las recopilaciones de limitaciones y requisitos que se realizaron en los dos cuadros anteriores, se construirá dos matrices, en las que será comparado su contenido de manera cruzada:

- Una de las matrices muestra un análisis de compatibilidad entre los requisitos del proyecto (servicio deseado por los usuarios).
- La otra se enfoca en el análisis de interferencias entre las limitaciones (del servicio que se puede ofertar) y los requisitos que pudieran verse afectados por dichas limitaciones.

Tabla XV. Interferencia de requisitos

	Utilidades financieras	Maquinaria y equipo	Personal calificado	Eficiencia operativa	Buen ambiente de trabajo	Calidad productos servicios	Clasificación homogénea	Precios competitivos	Producto simplifique procesos	Crecimiento en ventas	Excelente fuente empleo
Utilidades financieras		C	C	C	O	C	C	C	I	C	O
Maquinaria y equipo			I	C	I	C	C	C	C	I	I
Personal calificado				C	C	C	C	C	C	C	C
Eficiencia operativa					I	O	O	C	O	I	I
Buen ambiente de trabajo						I	I	O	I	I	C
Calidad productos servicios							C	O	C	C	I
Clasificación homogénea								O	C	C	I
Precios competitivos									O	C	I
Producto simplifique procesos										C	I
Crecimiento en ventas											C
Excelente fuente empleo											

Referencias en la matriz:

I: Independientes o poco relacionados

C: Complementarios

O: Opuestos o parcialmente discordantes

Tabla XVI. Requisitos frente a limitaciones

	Clima, humedad	Poblaciones inaccesibles	Separación en origen	Productos financieros	Acceso a inmuebles	Políticas, normas, leyes	Sistemas de reciclaje	Demanda de productos y servicios	Seguridad y asistencia física	Asesoría legal	Asesora en construcción	Servicios básicos estables	Autoridades públicas	Recolección y transporte	Telecomunicaciones	Maquinaria y equipo
Utilidades financieras	si	no	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si
Maquinaria y equipo	no	no	no	si	si	si	no	si	si	si	si	si	si	si	si	si
Personal calificado	no	no	no	no	no	si	no	si	si	si	no	no	si	no	no	no
Eficiencia operativa	si	no	si	si	si	no	no	si	no	no	si	si	si	si	si	si
Buen ambiente de trabajo	no	no	no	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	no	si	no
Calidad productos servicios	si	no	si	si	si	no	si	si	no	no	si	si	no	si	no	si
Clasificación homogénea	no	no	si	no	no	no	si	si	no	no	no	no	no	si	no	si
Precios competitivos	no	no	si	si	si	si	si	si	si	si	no	si	no	si	no	si
Producto simplifique procesos	no	no	si	no	no	no	si	si	no	no	no	si	no	si	no	si
Crecimiento en ventas	no	no	no	no	si	si	si	si	no	no	no	no	si	no	si	no
Excelente fuente empleo	no	no	no	si	si	si	si	si	si	no	si	si	si	no	si	no

SI: Si hay interferencia

NO: No hay interferencia

3.6 Conclusiones sobre el servicio deseado y las condiciones de prestación.

Estos cuadros ayudan a que se pueda concluir sobre el la forma en que el servicio es deseado por los usuarios y las condiciones de prestación limitadas por aspecto ajenos, por lo que con base en las compatibilidades y complementariedades se puede decir que, el alto costo de los insumos para promover un ambiente laboral que supere las expectativas del empleado y represente una excelente fuente de empleo podría comprometer la rentabilidad y las utilidades financieras, el precios final se incrementaría, dejando de ser competitivo.

Un buen funcionamiento de la maquinaria y el equipo complementaría el alcance de otros requisitos técnicos relacionados con los procesos y la calidad final de los productos y servicios. En el mismo contexto, el nivel preparativo y proactivo del personal aporta significativamente a estos resultados técnicos y de calidad.

Sin embargo, estas características que le darían calidad a los productos y servicios pueden afectarse por los intentos de incrementar bruscamente la eficiencia operativa y capacidad de producción del proyecto.

El control excesivo de los estándares calidad de los productos para garantizar la simplificación en los procesos de los clientes, podrían complicar los procesos propios, y ser reflejarían en disminución de volúmenes de producción, incremento de costos y aumento en el precio final.

El cumplimiento del plazo para saldar el monto financiado y las utilidades del financista, sufrirían interferencias causadas por la mayoría de las limitaciones posibles del proyecto.

Las limitaciones tecnológicas, de gestiones administrativa y de infraestructura fácilmente causarían efectos negativos sobre el la adquisición y correcta operación del equipo y la maquinaria.

La rentabilidad lograda a través del incremento en las ventas, sería posible de limitar por la demanda en el mercado, por aspectos político-legales, y de telecomunicaciones

3.7 Suministro y suministración.

3.7.1. Presentación del sistema, el suministro y la suministración.

A manera de resumen, y con base en los incisos anteriores, se puede resumir sintéticamente el propósito y enfoque que un posible proyecto de manejo de residuos tendría.

Tabla XVII. Sistema, suministro y suministración

Sistema	Compañía de manejo integral de residuos sólidos, y comercialización de productos derivados.
Suministro	Funciones de selección y separación de los residuos sólidos recolectados por terceros; producción de fertilizante a través del tratamiento adecuado de los residuos orgánicos, comercialización del fertilizante y de productos inorgánicos aptos para reciclaje; disposición adecuada de residuos no procesables.
Suministración	Contribuir al mejoramiento del manejo de los residuos sólidos en el área urbana de Guatemala; asegurar la rentabilidad del negocio logrando entregar bienes de alta calidad, a precios competitivos en el mercado, y promover el desarrollo de los empleados

4. PROPUESTA DE UN SISTEMA SOLUCIÓN Y DE LAS UNIDADES OPERATIVAS CAPAZ DE PROPORCIONAR EL SERVICIO.

Las anteriores etapas del estudio, han permitido construir una idea de la situación que actualmente se vive en Guatemala, respecto a la problemática del Manejo de los Residuos Sólidos. Esta etapa genera una propuesta concreta y eventualmente factible.

4.1 Presentación del sistema seleccionado.

Se ha ido aclarando el panorama, y materializando la posible solución siguiente: una Compañía dedicada al Manejo Integral de los Residuos Sólidos y comercialización de los productos derivados de sus procesos de tratamiento, se pretende que el sistema contribuya al mejoramiento del manejo de los residuos sólidos en el área urbana del Departamento de Guatemala. El proyecto se localizará en la finca Bárcenas, ubicada en el municipio de Villa Nueva, departamento de Guatemala, su impacto social consistirá en promover hábitos de separación en el origen de los residuos, es decir, en las viviendas o industrias; económicamente, se proyecta como una iniciativa autosostenible y con el tiempo rentable para sus propietarios y promotores.

Luego de observar varios procesos y opciones tecnológicas posibles de implementar, se optó por descartar la función de Recolección y Transporte de los residuos desde su origen hasta el sitio de separación y tratamiento; también se descartaron las opciones de Tratamientos térmicos (incineración/combustión) y tratamiento biológico anaeróbico para producir biogás. Las razones para no considerar su implementación fueron sus desventajas económicas y técnicas, ya que el precio de diseño, adquisición, instalación y puesta en marcha de los equipos y maquinarias es elevado, también se requiere de una infraestructura especializada para el manejo de los

productos resultantes (electricidad, emisiones), esto comprometería la rentabilidad e incluso la posibilidad de ejecutar el proyecto.

El proyecto se enfocará en otras funciones técnica y económicamente más ventajosas, estas son:

- Selección y separación de los residuos sólidos recolectados por terceros;
- Producción de fertilizante a través de tratamientos biológicos para los residuos orgánicos (compostaje y lombricultura)
- Disposición adecuada de residuos no procesables

La caracterización de los residuos mostrada en el primer capítulo indica que aproximadamente el 85% de los residuos es aprovechable para tratamientos biológicos y de reciclaje.

El proyecto contribuirá al mejoramiento del Manejo de los Residuos Sólidos en el área urbana de Guatemala; asegurará la rentabilidad del negocio, mediante la entrega bienes de alta calidad, cuyos precios competitivos en el mercado capten la atención del cliente; y se esforzará por promover el desarrollo profesional y económico de los empleados, sin embargo, se necesitará cautela para este último tema, ya que el alto costo de promover el ambiente laboral que supere las expectativas del empleado podría comprometer la rentabilidad del negocio.

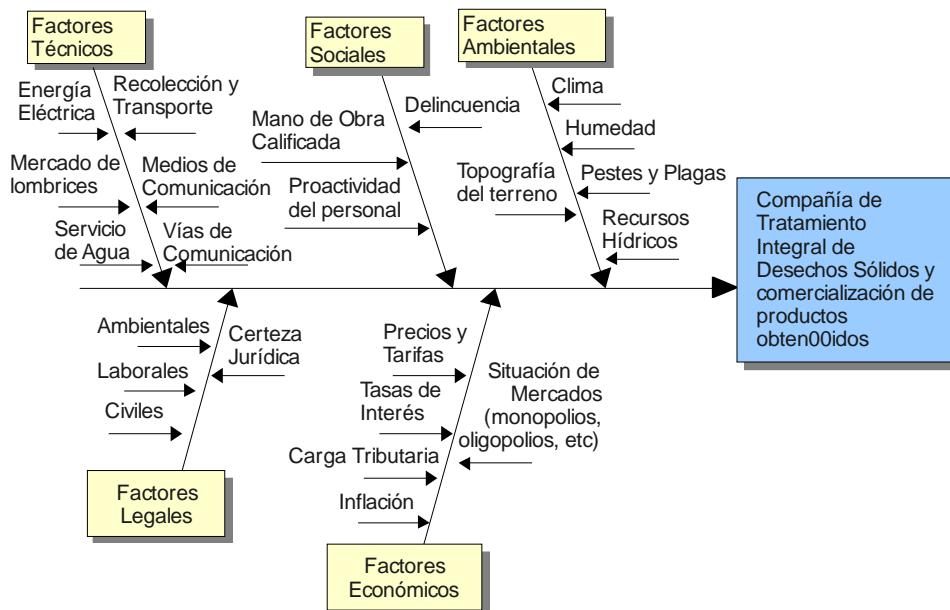
El proyecto deberá satisfacer distintos requisitos propuestos por cada tipo de usuario, dentro de los deseados por los clientes, esta el requisitos de calidad final de los productos y servicios, requisito que podrá ser complementado con el de buen funcionamiento de la maquinaria y equipo, y un alto nivel de calificación de los empleados, sin embargo, podrá ser interferido por el de eficiencia operativa y capacidad de producción del proyecto, estos tres requisitos deseados por los propietarios del proyecto.

4.2 Descripción genérica de las unidades operativas seleccionadas.

4.2.1. Los factores externos con incidencia.

Dentro de medio nacional guatemalteco en el que se desarrollará el proyecto, existen varios factores externos, ajenos, de los cuales algunos podrán tener cierta incidencia sobre el sistema que se ha seleccionado, por tal razón tales incidencias serán descritas en el siguiente cuadro expresado en forma de Diagrama de Ishikawa, donde las flechas principales serán los factores externos y las secundarias las causas de tal incidencia.

Figura 6. Factores externos que inciden en el proyecto

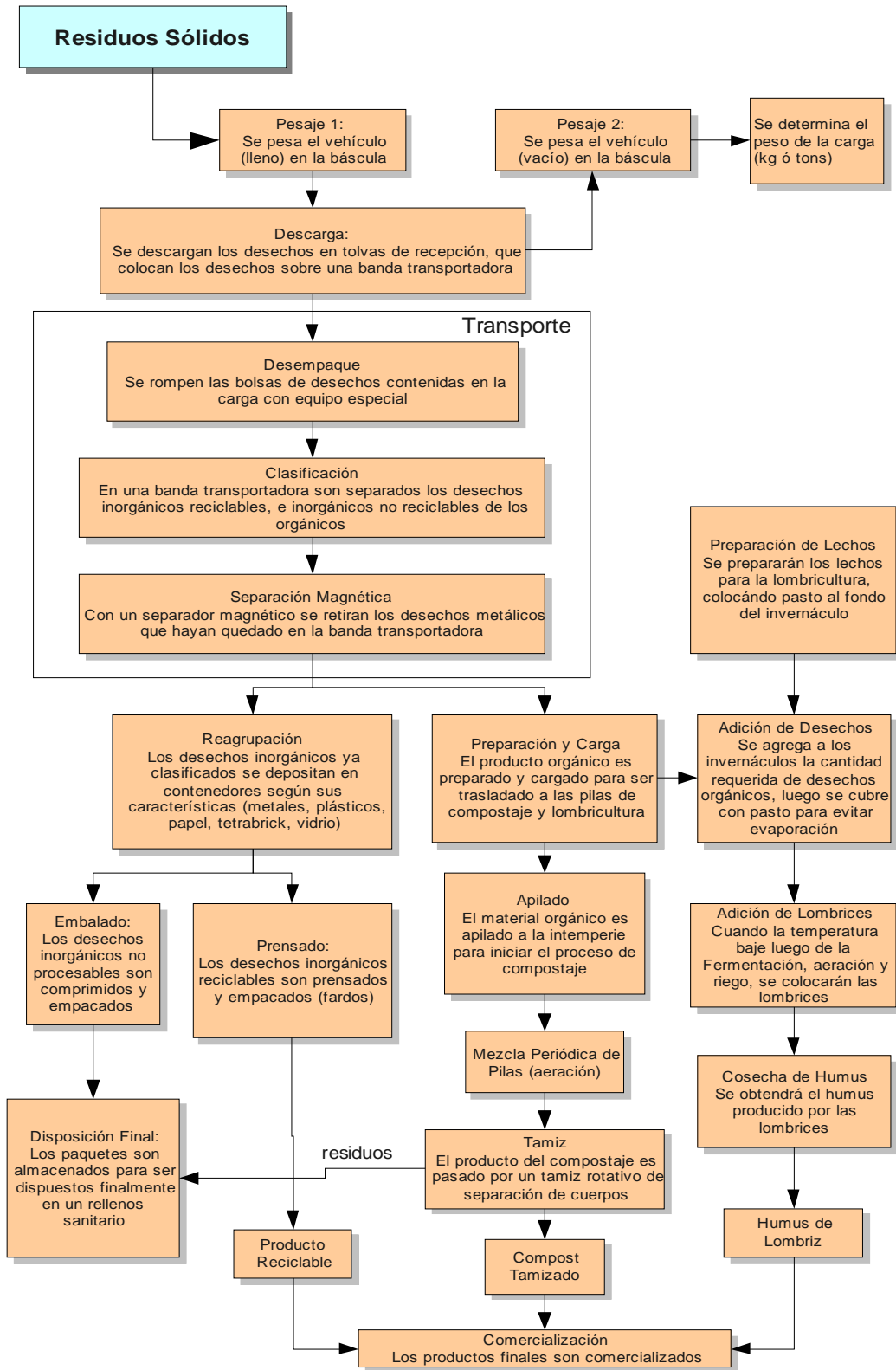


4.2.2. La composición interna del sistema

4.2.2.1. Diagramas cualitativos del funcionamiento interno

A continuación, serán representados, cualitativamente, los procesos de transformación que sufrirán los residuos, llevados a cabo dentro del sistema de manejo de residuos propuesto, dichos procesos tendrán como fin producir productos y servicios aptos para su venta y comercialización.

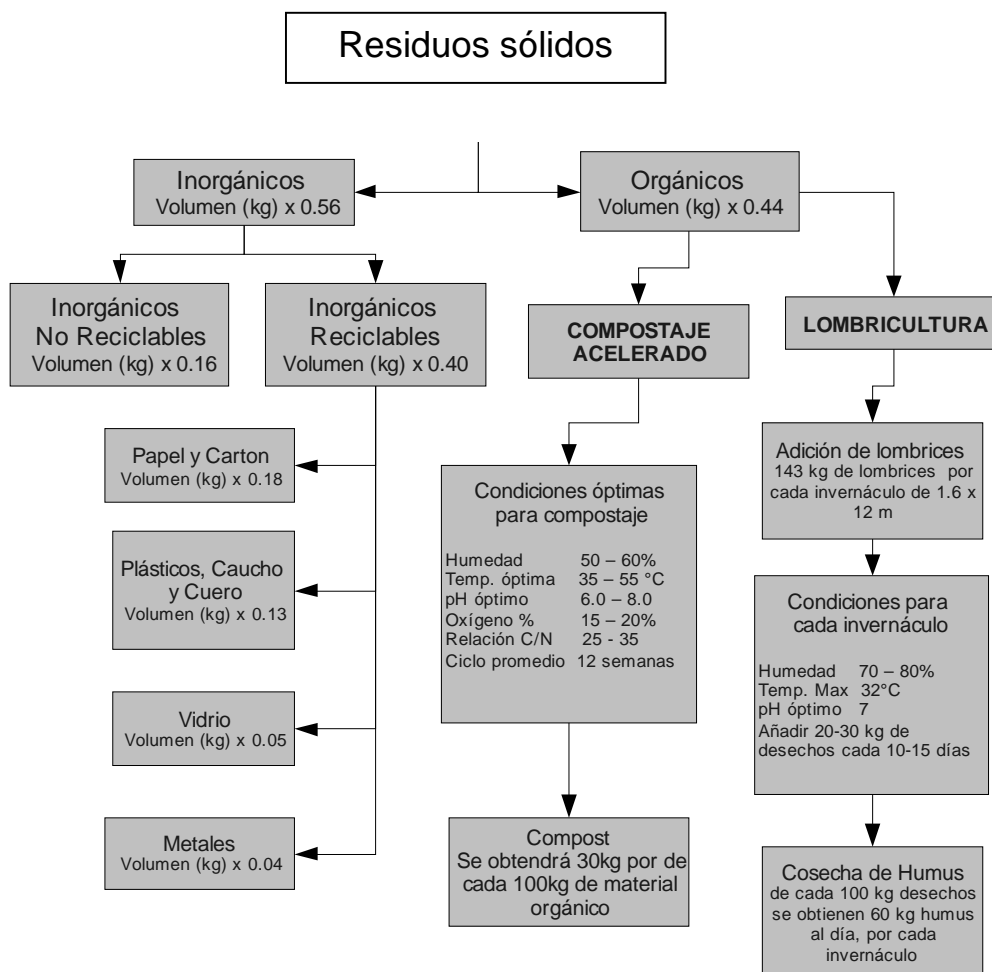
Figura 7. Diagrama cualitativo del funcionamiento interno (siguiente página)



4.2.2.2. Diagramas cuantificados de los flujos internos.

De forma cuantitativa, serán descritos los mismos procesos del diagrama anterior, esta vez se incluirán datos como cantidades, tiempos, índices, proporciones, etc.

Figura 8. Diagrama cuantitativo de funcionamiento interno



Básicamente, el diagrama del Sistema presenta las unidades involucradas en el funcionamiento y operación del proyecto, también algunos de los objetos que se manejarán y el flujo de los mismos.

Los recursos financieros serán obtenidos gracias a la gestión del departamento de ventas, el departamento finanzas estará a cargo del manejo eficiente de estos recursos y su distribución a los demás subsistemas.

Por otro lado, el departamento de ventas consolidará y transmitirá los requerimientos demandados por los clientes (en el mercado) al departamento de producción.

Las áreas de Seguridad e Higiene y Calidad supervisarán la ejecución de los estándares, procedimientos y buenas prácticas establecidos para las operaciones.

El departamento de producción coordinará la integración vertical de sus operaciones, a través de la recepción y administración de las materias primas de sus procesos (residuos, materiales químicos, recursos hídricos, etc.) y también estará a cargo de satisfacer la demanda del mercado por medio de la entrega del producto final requerido.

Recursos Humanos: coordinará contrataciones, despidos, promociones, capacitaciones, pagos, compensaciones, etc.

La Gerencia estará a cargo de la consolidación, análisis y decisiones estratégicas de la compañía.

4.2.3. Flexibilidad y adaptabilidad del Sistema con respecto al servicio deseado por los usuarios

La organización de los departamentos y la determinación clara de roles y responsabilidades es sumamente importante para definir la capacidad que el sistema tendrá para enfrentar cambios en el volumen y composición del insumo o productos finales. El análisis a continuación estará compuesto de dos

diagramas, uno enfocado al manejo interno de ciertas situaciones y el otro al externo:

- Diagrama de acciones de control interno del sistema, indica los posibles cambios que podrían darse en las entradas, los departamentos que podrían ser afectados por dichas variaciones, y las decisiones de gobierno necesarias para la estabilización del sistema.
- Diagrama de acciones de control externo, describe los cambios en demandas y deseos de los clientes y en otros factores externos a la compañía, las áreas del sistema posiblemente afectadas, y las acciones a ejecutarse para garantizar la continuidad en las operaciones.

Tabla XVIII. Variaciones internas

Variaciones en las entradas al sistema/ Interno		
Cambios en las entradas	Variables del sistema afectadas	Acciones / Decisiones de gobierno necesarias para la continuidad del funcionamiento del sistema
Incremento de Requerimientos de Producción	Departamento de Producción Gestión de Calidad Gestión de Seguridad	<ul style="list-style-type: none"> - Aumentar eficiencias inmediatamente. - Recurrir a jornadas extendidas de producción (generación de horas extras). - Incremento en la capacidad de almacenaje de productos terminados en bodega. - Supervisar y asegurar los niveles de calidad, ya que pueden verse sacrificados por la urgencia de producción. - Incrementar medidas de seguridad industrial, dado el ritmo de las operaciones y los riesgos que esto conlleva.
Cambios en procedimientos de operación	Departamento de Producción Gestión de Calidad Gestión de Seguridad	<ul style="list-style-type: none"> - Realizar nuevos análisis de riesgo para identificar nuevas posibles condiciones inseguras (seguridad) o fallas en los procesos (calidad) - Identificar las variaciones ocasionadas en los costos de producción de los productos, que pudieran afectar los márgenes de utilidad, y establecer nuevos. - Desarrollar plan de capacitación para el personal operativo, que prevenga fallos.
Disminución de Calidad de producto final	Gestión de Calidad Departamento de Producción	<ul style="list-style-type: none"> - Identificar causa raíz del problema - Establecer acciones correctivas y preventivas - Dar seguimiento al cumplimiento de tales acciones - Evaluar los resultado obtenidos

Tabla XIX. Variaciones externas

Variaciones en los deseos del usuario / factores externos		
Cambios en los deseos de los usuarios/ cambios en los factores externos	Variables del sistema afectadas	Acciones / decisiones de gobierno necesarias para la continuidad del funcionamiento del sistema
Incrementos en demanda de producto en el mercado	Departamento de Ventas Departamento de Producción Gestión Financiera Gestión de Calidad Gestión de Seguridad	- Evaluar e incrementar la capacidad de atención a clientes por parte del equipo de vendedores. - Aumentar control y supervisión de los recursos financieros que vayan obteniéndose, mediante reuniones y auditorias - (Ver 1er escenario de tabla anterior)
Decrementos en demanda de productos en el mercado	Departamento de Ventas Gestión Financiera	- Impulsar campañas de mercadeo y publicidad para expandir cartera de clientes - Incentivar a los actuales clientes con promocionales, descuentos, etc. - Estudiar opiniones del mercado, y evaluar posibles cambios en los productos.
Atrasos e incumplimiento por parte de Recolectores y transportistas	Departamento de Producción	- Considerar la sustitución de los actuales contratistas - Involucrarse en la Integración Vertical de los procesos, participación en tales actividades
Interrupción del suministro de servicios básicos	Departamento de Producción	- Implementar sistemas de suministro ininterrumpible - Dependiendo de las pérdidas ocasionadas por la persistencia y frecuencia de las interrupciones, considerar el cambio de proveedores de servicios.

5. ASIGNACIÓN DE ACTIVIDADES, PUESTOS Y PERFILES DE TRABAJO A LOS OPERADORES DEL SISTEMA.

En esta sección se determinará la asignación de actividades, puestos, perfiles de trabajo, roles para cada empleado, y cómo desarrollarán en el funcionamiento normal del proyecto.

Se expondrá información muy importante a tener en cuenta durante las posibles decisiones de prevención de riesgos, tanto en lo referente al contenido de cada puesto y la descripción de las tareas asignadas, como al diseño de los puestos de trabajo y a la selección de los operadores idóneos para cada uno.

5.1 Operadores del sistema seleccionado.

Cada una de los departamentos estará compuesto por procesos, roles, maquinas, etc. y los protagonistas principales serán los operadores de cada proceso, por tal razón, se asignarán y definirán los puestos de trabajo correspondientes a las tareas que compondrán los procesos técnicos y administrativos del proyecto, para cada puesto, se especificará una denominación, la cantidad de operadores y el área operativa al que pertenece.

Tabla XX. Tareas y puestos de trabajo

Unidad Operativa	Tarea	Puesto de trabajo	
		Denominación	Cantidad
Producción	Recibir, coordinar y determinar peso de vehículos recolectores	Operador de báscula	1
Producción	Ordenar vehículos y supervisar descarga de residuos	Operador de descarga	1
Producción	Identificar, seleccionar y separar los residuos según su tipo	Separador	6
Producción	Trasladar residuos inorgánicos a área de embalaje y prensado	Separador	3
Producción	Comprimir, empacar y almacenar residuos inorgánicos no procesables	Preparador de no procesables	1
Producción	Prensar, empacar y almacenar residuos para reciclaje	Preparador de reciclables	3

Tabla XX. Tareas y puestos de trabajo (Continuación)

Unidad Operativa	Tarea	Puesto de trabajo	
		Denominación	Cantidad
Producción	Cargar, transportar y apilar productos orgánicos para compostaje y lombricultura	Cargador	2
Calidad	Dar mantenimiento a las pilas de compost (aireado, mezcla periódica), controlar condiciones (humedad, temperatura, pH, etc.)	Auxiliar de calidad de compost	1
Calidad	Preparar y controlar invernáculos de lombricultura, sembrar lombrices y cosechar Humus	Auxiliar de calidad de lombricultivo	1
Producción	Transportar compost a área de tamizado, operar tamizador, separar el compost obtenido de sus residuos y trasladar compost a área de empaque	Tamizador	2
Producción	Empacar, etiquetar producto obtenido de Compostaje Empacar, etiquetar Humus obtenido de Lombricultura	Empacador	3
Producción	Administrar bodega de producto terminado, despachar producto a clientes	Despachador	2
Producción	Ejecutar mantenimientos y reparaciones a maquinaria y equipo	Mecánico	2
Producción / Calidad	Supervisar personal, operaciones, calidad de planta	Ing. de Producción	1
Producción / Seguridad Industrial	Comprar repuestos, planificar, supervisar mantenimientos y reparaciones. Supervisar condiciones de Seguridad Industrial	Inc. de Mantenimiento y Seguridad Industrial	1
Ventas	Cargar, transportar y entregar producto vendido	Pilotos	2
Ventas	Visitar, Promocionar, Negociar, Vender, Cobrar	Vendedor	2
Finanzas	Facturar, ingresar a sistema, llevar libros, y otras funciones contables	Contador	1
Finanzas	Recopilar información, analizar y supervisar costos, comparas, analizar variaciones y sus causas	Analista Finanzas	1
RRHH	Control de planillas, nuevos ingresos, despidos, etc.	Analista RRHH	1
RRHH	Decidir Contrataciones, Despidos, implementar Capacitación	Coordinador RRHH	1
Gerencia	Supervisar las gestiones administrativas	Gerente administrativo	1
Gerencia	Supervisar las gestiones de producción e ingeniería	Gerente de manufactura	1

5.2 Los perfiles de trabajo y sus condiciones

Para cada rol se describirán ciertas características relevantes, como, la tarea que habrá de realizar y la carga de responsabilidad que conlleva. Así mismo, se establecerá la diferenciación entre los operadores que realizan acciones directas determinadas por otros operadores y los que tienen funciones de gobierno interno, lo cuál se refiere a funciones de mando y toma de decisiones.

5.2.1. Los puestos de trabajo.

5.2.1.1. Características de formación

En el siguiente análisis serán definidas las características de formación o de tipo profesional que requerirán para cada puesto de trabajo, éstas son las características de formación que se definen dentro del sistema educativo de Guatemala.

Tabla XXI. Formación requerida

Puesto de trabajo	¿Acción directa o función de gobierno?	Características de formación requerida
Operador de Báscula	Directa	Educación Media Básica
Operador de Descarga	Directa	Educación Media Básica
Separador	Directa	Educación Media Básica
Separador	Directa	Educación Media Básica
Preparador de No Procesables	Directa	Educación Media Básica
Preparador de Reciclables	Directa	Educación Media Básica
Cargador	Directa	Educación Media Básica
Auxiliar de Calidad de Compost	Directa	Educación Media Diversificado
Auxiliar de Calidad de Lombricultivo	Directa	Educación Media Diversificado
Tamizador	Directa	Educación Media Básica

Tabla XXI. Formación requerida (Continuación)

Puesto de trabajo	¿Acción directa o función de gobierno?	Características de formación requerida
Empacador	Directa	Educación Media Básica
Despachador	Directa	Educación Media Básica
Mecánico	Directa	Educación Media Diversificado, Nivel Técnico
Ing. de Producción	Gobierno	Educación Universitaria
Ing. de Mantenimiento y Seguridad Industrial	Gobierno	Educación Universitaria
Pilotos	Directa	Educación Media Básica
Vendedor	Gobierno	Con Estudios Universitarios
Contador	Directa	Educación Medio Diversificado
Analista Finanzas	Gobierno	Educación Universitaria
Auxiliar RRHH	Directa	Con Estudios Universitarios
Coordinador RRHH	Gobierno	Educación Universitaria
Gerente Administrativo	Gobierno	Educación Universitaria
Gerente de Manufactura	Gobierno	Educación Universitaria

5.2.1.2. Ambiente de trabajo

Dentro de la planta de tratamiento de residuos sólidos, cada puesto de trabajo estará caracterizado por aspectos físicos de la tarea y del área en el que se ejecuta la tarea, también de situaciones sociales, ambos factores dados por la naturaleza del puesto, el siguiente análisis establece estos aspectos:

Naturaleza del trabajo: Caracterización de la tarea y responsabilidad,

Ambiente físico: se refiere a condiciones térmicas, acústicas, lumínicas, lugares abiertos o cerrados, exposición a contaminación, etc.

Ambiente social: Si es formal, informal, aislado, integrado, tranquilo, estresante, etc.; y el grado de contacto que el empleado tendrá con otros tipos de usuarios del sistema completo.

Tabla XXII. Ambiente de trabajo

Puesto de trabajo	Naturaleza del trabajo	Ambiente físico	Ambiente social
Operador de Báscula	Atenderá a recolectores y determinará el peso de las cargas	Temp. – Ambiente 21 - 23 °C Nivel de ruido – 90 dB Iluminación natural y artificial Exposición a emisiones de combustión Lugares cerrados	Informal; aislado; tranquilo; contacto con transportistas y operadores de descarga; Ing. de Producción, Ing. Mantenimiento
Operador de Descarga	Coordinará la descarga de residuos a tolvas de recepción	Temp. – Ambiente 21 - 23 °C Nivel de ruido – 90 - 95 dB Iluminación natural y artificial Exposición a emisiones de combustión Lugares parcialmente abiertos	Informal; aislado; tranquilo; contacto con transportistas y Operador de Báscula; Ing. de Producción, Ing. Mantenimiento
Separador	Separarán en banda transportadora los distintos tipos de residuos	Temp. – Altas 23 – 27 °C Nivel de ruido – 75 - 85 dB Iluminación natural y artificial Contacto con residuos Lugares cerrados	Informal; integrado; estresante; contacto con compañeros, Ing. de Producción, Ing. Mantenimiento
Separador	Trasladará materiales separados hacia áreas de embalaje y compactación	Temp. – Altas 23 – 27 °C Nivel de ruido – 75 - 85 dB Iluminación natural y artificial Contacto con residuos lugares parcialmente cerrados	Informal; integrado; estresante; contacto con compañeros, Ing. de Producción, Ing. Mantenimiento
Preparador de No Procesables	Estará a cargo de las prensadora y empacadoras de residuos no procesables	Temp. – Altas 23 – 27 °C Nivel de ruido – 80 - 90 dB Iluminación natural y Artificial Contacto con residuos lugares parcialmente abiertos	Informal; aislado; estresante; contacto con cargadores y separadores, Ing. de Producción, Ing. Mantenimiento

Tabla XXII. Ambiente de trabajo (Continuación)

Puesto de trabajo	Naturaleza del trabajo	Ambiente físico	Ambiente social
Preparador de Reciclables	Compactará, acondicionará y empacará el producto listo para ser comercializado para su reciclaje	Temp. – Altas 23 – 27 °C Nivel de ruido – 80 - 90 dB Iluminación natural y artificial Contacto con residuos que pudieran representar riesgos Lugares parcialmente abiertos	Informal; integrado; estresante; contacto con cargadores y separadores, Ing. de Producción, Ing. Mantenimiento
Cargador	A cargo de cargar, transportar y apilar los residuos orgánicos para el compostaje y lombricultura por medio de tractore o vehículo de carga	Temp. – Ambiente 21 – 23 °C Nivel de ruido – 90 - 95 dB Iluminación natural Contacto con residuos que pudieran representar riesgos Lugares abiertos	Informal; aislado; estresante; contacto con separadores y auxiliares de Calidad, Ing. de Producción, Ing. Mantenimiento
Auxiliar de Calidad de Compost	Analizar características del compost en el proceso, mantenimiento a pilas	Temp. – Ambiente 21 – 23 °C en Pilas - Alta 25 – 40°C Nivel de ruido – 50 - 70 dB Iluminación natural y artificial Inhalación de gases, contacto con bacterias Lugares abiertos y cerrados	Informal; aislado; tranquilo; contacto con tamizadores, Ing. de Producción, Ing. Mantenimiento
Auxiliar de Calidad de Lombricultivo	Analizar características de lombrices y lombricompuesto, dar mantenimiento a invernáculos	Temp. – Ambiente 21 – 23 °C Nivel de ruido – 50 - 70 dB Iluminación natural Contacto con bacterias Lugares parcialmente abiertos	Informal; aislado; tranquilo; contacto con cargadores, empacadores e Ing. de Producción, Ing. Mantenimiento
Tamizador	Encargado de la operación del tamiz y la recolección de residuos del compostaje y compost tamizado	Temp. – Altas 23 – 27 °C Nivel de ruido – 80 - 90 dB Iluminación natural y artificial Riesgos por maquinaria Lugares parcialmente cerrados	Informal; integrado; estresante; Auxiliares de Calidad, empacadores e Ing. de Producción, Ing. Mantenimiento

Tabla XXII. Ambiente de trabajo (Continuación)

Puesto de trabajo	Naturaleza del trabajo	Ambiente físico	Ambiente social
Empacador	Traslado del producto de los procesos al empaque, operación de empaque, colocación de etiquetas	Temp. – Altas 23 – 27 °C Nivel de ruido – 80 - 90 dB Iluminación natural y artificial Riesgos por maquinaria Lugares parcialmente cerrados	Informal; integrado; estresante; Auxiliares de Calidad, tamizadores, Ing. de Producción, Ing. Mantenimiento
Despachador	Encargado del almacenamiento, y despacho de producto final para su venta	Temp. – Ambiente 21 – 23 °C Nivel de ruido – 50 - 60 dB Iluminación natural y artificial Lugares parcialmente cerrados	Informal; integrado; estresante; Auxiliares de Calidad, empacadores, Pilotos, Ing. de Producción, Clientes, Ing. Mantenimiento
Mecánico	Tendrá a su cargo la ejecución de rutinas de mantenimientos correctivos y preventivos a los equipos	Temp. – Altas 23 – 27 °C Nivel de ruido – 75 - 85 dB Iluminación natural y artificial Riesgos en maquinaria y herramientas Lugares cerrados	Informal; integrado; estresante; Operadores de Planta, Ing. de Producción, Ing. Mantenimiento
Ing. de Producción	Supervisará personal operaciones, procesos y procedimientos en el área de manufactura del proyecto, formulará nuevas implementaciones	Temp. – (oficinas) 20-24°C (instalaciones) 23 – 27 °C Nivel de ruido – 60 - 95 dB Iluminación natural y artificial Lugares cerrados / abiertos / oficinas	Formal; integrado; estresante; se relaciona con todo el personal operativo Ing. de Mantenimiento y Gerencia
Ing. de Mantenimiento y Seguridad Industrial	Supervisará proyectos, mantenimientos, repuestos, seguridad industrial de área de manufactura, formulará nuevas implementaciones	Temp. – (oficinas) 20-24°C (instalaciones) 23 – 27 °C Nivel de ruido – 60 - 95 dB Iluminación natural y artificial Lugares cerrados / abiertos / oficinas	Formal; integrado; estresante; se relaciona con todo el personal operativo Ing. de Producción y Gerencia

Tabla XXII. Ambiente de trabajo (Continuación)

Puesto de trabajo	Naturaleza del trabajo	Ambiente físico	Ambiente social
Pilotos	Entregarán los pedidos de los clientes	Temp. – 21 – 27 °C Nivel de ruido – 60 - 70 dB Iluminación natural y artificial Lugares abiertos y rutas	Informal; integrado; estresante; en contacto con Vendedores, despachadores y clientes
Vendedor	Encargado del crecimiento en niveles de ventas, negociaciones con clientes actuales y consolidación de nuevos clientes	Temp. – 21 – 27 °C Nivel de ruido – 60 - 70 dB Iluminación natural y artificial Oficinas y rutas	Formal; integrado; estresante; se relacionará con Clientes, departamento de finanzas, Ing. de Producción, Gerentes
Contador	Digitar información, generación de reportes a Analistas Financieros	Temp. – 21 – 24 °C Nivel de ruido – 50 - 60 dB Iluminación artificial oficinas	Formal; integrado; estresante; reportando a Analistas Financieros y en relación con vendedores
Analista Finanzas	A su cargo esta el análisis e interpretación de los resultados financieros del negocio, se encargará de construir las estructuras de costos de los productos.	Temp. – 21 – 24 °C Nivel de ruido – 50 - 60 dB Iluminación artificial oficinas	Formal; Integrado; estresante; Presentara resultados y problemas a Gerencia
Auxiliar RRHH	Contabilizará las horas trabajadas por los operadores, dará introducción nuevos ingresos, atenderá consultas de empleados	Temp. – 21 – 24 °C Nivel de ruido – 50 - 60 dB Iluminación artificial oficinas	Informal; Integrado; estresante; en contacto con todos los empleados
Coordinador RRHH	Encargado de la Administración del personal	Temp. – 21 – 24 °C Nivel de ruido – 50 - 60 dB Iluminación artificial oficinas	Formal; Integrado; Tranquilo; se apoyará en auxiliares y reportara resultados a Gerencia

Tabla XXII. Ambiente de trabajo (Continuación)

Puesto de trabajo	Naturaleza del trabajo	Ambiente físico	Ambiente social
Gerente Administrativo	Será el responsable de la planificación estratégica en materias administrativas y de negociación con clientes grandes, autoridades nacionales	Temp. – 21 – 24 °C Nivel de ruido – 50 - 60 dB Iluminación artificial oficinas	Formal; Integrado; estresante; Se relacionará con Ingenieros, Coordinadores y otros miembros de la Gerencia
Gerente de Manufactura	Será el responsable de la planificación estratégica en materias técnicas y productivas y de negociación con proveedores, contratistas, autoridades nacionales	Temp. – 21 – 24 °C Nivel de ruido – 50 - 60 dB Iluminación artificial oficinas	Formal; Integrado; estresante; Se relacionará con Ingenieros, Coordinadores y otros miembros de la Gerencia

5.2.1.3. Relaciones

Las relaciones de dependencia se refieren al nivel de influencia y responsabilidad que un puesto vaya a tener sobre otro, dichas relaciones se muestran en la forma de dependencia entre las acciones directas y las funciones de gobierno interno o de toma de decisiones.

Tabla XXIII. Acciones y funciones de puestos

Puesto de trabajo	Relación entre acciones directas y funciones de gobierno interno
Personal Operativo de Área de Producción	Acciones directas que afectarán calidad de producto, nivel de eficiencia operacional y desempeño de los equipos. Dependientes de acciones de gobierno de Ingenieros de Producción y Mantenimiento
Despachador	Acciones directas que afectarán índices de cumplimiento de entregas, disposición de productos en inventarios, dependientes de acciones de gobierno de vendedores y gerentes
Ing. de Producción	Funciones de gobierno que determinarán procedimientos, normas y métodos del área de Producción del proyecto, alineadas a objetivos organizacionales estratégicos establecidos por gerentes.
Ing. de Mantenimiento y Seguridad Industrial	Funciones de gobierno que determinarán eficiencias de equipo, nivel de operatividad de máquinas del área de Producción del proyecto, alineadas a objetivos organizacionales estratégicos establecidos por gerentes.

Tabla XXIII. Acciones y funciones de puestos (Continuación)

Puesto de trabajo	Relación entre acciones directas y funciones de gobierno interno
Pilotos	Acciones directas que afectarán entregas y satisfacción de clientes, determinadas por funciones de gobiernos de vendedores y gerentes
Vendedor	Funciones de gobierno orientadas por los niveles de demanda y necesidades de crecimiento de la organización, determinadas por objetivos estratégicos comerciales establecidos por gerentes
Contador	Acciones directas que afectarán la integridad de la información financiera de la compañía y la posible interpretación de resultados, dependientes de funciones de gobierno de analistas financieros y gerentes.
Analista Finanzas	Funciones de gobierno orientadas al alcance de ahorros, según situación financiera actual, determinadas por objetivos estratégicos comerciales de expansión y crecimiento establecidos por gerentes
Auxiliar RRHH	Acciones directas que podrán afectar los datos usados para el pago de salarios y prestaciones de los empleados, proveerá información y orientación a empleados de todo nivel. Acciones dependientes de funciones de gobierno tomadas por coordinador de RRHH.
Coordinador RRHH	Funciones de gobierno definidas por las necesidades del recurso humano, ya sea por niveles de capacidad, situaciones salariales y de prestaciones, orientadas a promover un ambiente agradable de trabajo. Funciones alineadas a los objetivos organizacionales.
Gerente Administrativo	Funciones de gobierno que establecerán los objetivos estratégicos dependiendo de las situaciones, y rumbo del negocio
Gerente Manufactura	Funciones de gobierno que establecerán los objetivos estratégicos dependiendo de las situaciones, y rumbo del negocio

5.2.2. Complejidad y dificultad intrínseca

Para cada puesto, existirá una complejidad diferente a la de otro puesto, así mismo, la dificultad tanto física como mental será distinta dependiendo del nivel de destreza intelectual o motriz que requiera la tarea.

Los aspectos que se tomarán en cuenta en este inciso son definidos a continuación:

Carga mental: Complejidad y dificultad de las instrucciones y de la toma de decisiones para todas las actividades correspondientes a cada puesto de trabajo.

Carga física: Implicada en todas las acciones directas correspondientes a cada puesto de trabajo, puede suponer esfuerzos con distintas frecuencias y duraciones

Estimación de las tolerancias de errores admisibles: Representa el riesgo que un error pueda representar en el servicio o proceso que se lleva a cabo, en cada actividad, en los horarios y en los ritmos de trabajo fijados a las personas.

Tabla XXIV. Complejidad y dificultad de puesto

Puesto de trabajo	Complejidad y dificultad	Cargas físicas	Tolerancia de errores admisibles
Personal Operativo de Área de Producción	Capacitarse y reaccionar ante señales de las maquinas. Poco cualificado. Puede ser repetitivo.	Carga dinámica. Posible fatiga muscular, lumbalgias por manejo de cargas o pesos y posiciones incomodas durante lapsos de tiempo prolongado.	15% (los errores en operación son casi inevitables, sin embargo pueden prevenirse mediante procedimientos bien establecidos, medios de trazabilidad, etc.)
Despachador	Identificar y almacenar productos. Cumplir con tiempos de preparación y entrega de pedidos. Trabajo repetitivo poco cualificado.	Carga dinámica. Fatiga muscular, lumbalgias, manejo de pesos, trabajo manual, repetitivo.	5% (algún error en el almacenamiento no pondría mayores riesgos al sistema, sin embargo podría causar problemas en las entregas a clientes)
Ing. de Producción	Analizar e interpretar información, transmitir conocimientos adquiridos, resolución de problemas y toma de decisiones técnicas. Cualificado	Carga estática, posible tensión estática prolongada	3% (posibles errores procesos de producción pueden ocasionar pérdidas financieras)
Ing. de Mantenimiento y Seguridad Industrial	Analizar e interpretar información, negociar con distribuidores y fabricantes, resolución de problemas y toma de decisiones técnicas. Cualificado	Carga estática, posible tensión estática prolongada	3% (posibles errores implementación de equipos pueden causar daños de costos elevados, no prever riesgos industriales puede poner en riesgo la salud del personal operativo)
Pilotos	Transporte de productos terminados para entrega a clientes. Posible sobrecarga de mecanismos senso-motores. Trabajo poco cualificado repetitivo.	Carga estática. Posibles posturas forzadas e incomodas.	5% (El manejo del producto terminado es sumamente importante dentro del sistema)

Tabla XXIV. Complejidad y dificultad de puesto (Continuación)

Puesto de trabajo	Complejidad y dificultad	Cargas físicas	Tolerancia de errores admisibles
Vendedor	Analizar mercados, lograr negociaciones rentables. Trabajo Cualificado.	Carga dinámica, posible fatiga muscular. Viajes frecuentes.	3% (Errores en las negociaciones con clientes equivalen a perdidas financieras)
Contador	Analizar, clasificar y ordenar (sistematizar) información financiera. Trabajo medianamente cualificado.	Carga estática, posible tensión estática prolongada	9% (en caso de error contable, es posible enmendarse y recalcularse la información generada)
Analista Finanzas	Informarse, analizar, interpretar y decidir situaciones financieras complejas. Trabajo sumamente cualificado.	Carga estática, posible tensión estática prolongada. Viajes frecuentes	0%
Auxiliar RRHH	Organización, calendarización, posibles estructuras de pensamiento elementales.	Carga estática, posible tensión estática prolongada	5% (es necesario manejar calendarizaciones para ejecución a tiempo de actividades, exactitud en información de planillas para pago de salarios)
Coordinador RRHH	Planificar, evaluar personal, Trabajo Cualificado	Carga estática, posible tensión estática prolongada.	10% (errores en planificaciones, beneficios, etc. no representan un riesgo al negocio.)
Gerente Administrativo	Informarse, analizar, interpretar y decidir situaciones complejas. Trabajo sumamente cualificado.	Carga estática, posible tensión estática prolongada. Viajes frecuentes	0% (Una mala decisión gerencial pone en serio riesgo al sistema)
Gerente Manufactura	Informarse, analizar, interpretar y decidir situaciones complejas. Trabajo sumamente cualificado.	Carga estática, posible tensión estática prolongada. Viajes frecuentes	0% (Una mala decisión gerencial pone en serio riesgo al sistema)

5.3 Riesgos, prevención y corrección.

A continuación se identificarán los riesgos y peligros para los operadores de la planta, durante el cumplimiento de las funciones de su puesto.

Así mismo, se declaran las especificaciones y toma de decisiones de prevención y de corrección.

Tabla XXV. Riesgos operacionales

Puesto de trabajo	Riesgos y peligros para los operadores en el cumplimiento de sus roles	Decisiones para la prevención y corrección
Personal Operativo de Área de Producción	Manipulación de objetos cortantes, irritantes, punzantes, riesgo eléctrico por maquinaria, riesgos de fluidos hidráulicos por maquinaria, vapores orgánicos, ruido, vibración, compresiones neumáticas, maquinaria en altas temperaturas, piezas en rotación.	Conocimiento e información de peligros, equipo de protección personal (tapones auditivos, guantes, gafas, mascarillas, zapatos), capacitación de riesgos específicos (ruido, correcto levantamiento de cargas, manejo de materiales peligrosos etc.).
Despachador	Manejo de cargas pesadas, contaminación por productos	Información de peligro, capacitación de riesgos específicos
Ing. de Producción	Estrés, posición estática, fatiga mental, manipulación de objetos, riesgos de fluidos hidráulicos, ruido, vibración, vapores	Técnicas afrontamiento de estrés, pausas activas, equipo de protección personal, capacitación sobre riesgos específicos
Ing. de Mantenimiento y Seguridad Industrial	Estrés, posición estática, fatiga mental, manipulación de objetos, riesgos de fluidos hidráulicos, ruido, vibración, vapores	Técnicas afrontamiento de estrés, pausas activas, equipo de protección personal, capacitación sobre riesgos específicos
Pilotos	manejo manual de cargas, atropellamiento, accidentes de tránsito	Información de peligro, capacitación de riesgos específicos (ruido, correcto levantamiento de cargas, manejo defensivo), mantenimiento continuo de vehículos
Vendedor	Riesgo vial, eléctrico, manejo manual de cargas	Información de peligro, capacitación de riesgos específicos, manejo defensivo
Contador	Estrés, posición estática, fatiga mental	técnicas afrontamiento de estrés, pausas activas

Tabla XXV. Riesgos operacionales (Continuación)

Puesto de trabajo	Riesgos y peligros para los operadores en el cumplimiento de sus roles	Decisiones para la prevención y corrección
Analista Finanzas	Estrés, posición estática, fatiga mental	técnicas afrontamiento de estrés, pausas activas
Auxiliar RRHH	Estrés, posición estática, fatiga mental	técnicas afrontamiento de estrés, pausas activas
Coordinador RRHH	Estrés, posición estática, fatiga mental	técnicas afrontamiento de estrés, pausas activas
Gerente Administrativo	Estrés, posición estática, fatiga mental	técnicas afrontamiento de estrés, pausas activas
Gerente Manufactura	Estrés, posición estática, fatiga mental	técnicas afrontamiento de estrés, pausas activas

6. CALIDAD DEL SERVICIO Y PELIGROSIDAD DE LAS UNIDADES DE OPERACIÓN PROPUESTAS.

En el siguiente análisis, se estudiarán los puntos clave en la composición y funcionamiento del Proyecto en materia de calidad de servicio y los productos que se prestarán y la peligrosidad interna, con atención especial a la seguridad de las personas.

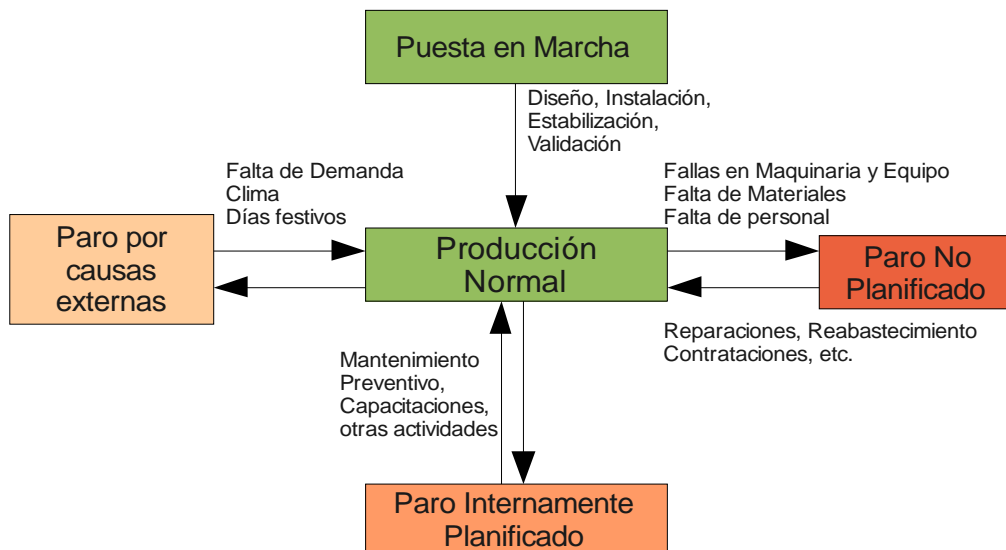
De igual forma, se estudiará un informe del Impacto ambiental del proyecto en sus diferentes estados del ciclo de vida.

6.1 Los estados del sistema.

En los presentes diagramas se muestran los estados del funcionamiento del proyecto, durante la ejecución de sus actividades normales, así mismo la trayectoria dinámica de estos.

Se detalla la relación que existe entre los estados, y los eventos que permiten su ocurrencia, también una breve descripción de cada uno de ellos.

Figura 10. Estados del Sistema



Puesta en marcha: Este estado incluye las actividades de diseño de la planta, tanto en aspectos físicos como administrativos, así mismo incluye las actividades que darán inicio a la puesta en marcha de la organización, esto implica la construcción e instalación de edificios, maquinaria, sistemas de servicios, etc., Una vez finalizada la fase de instalación, se pasa a la estabilización y validación de los procesos, la cual califica aspectos técnicos de operación y funcionamiento de los equipos, las características de los productos finales y la eficiencia de los resultados.

Producción normal: Representa el período de labores y funcionamiento normal de todo el sistema.

Paros no planificados: En este estado, se interrumpen las actividades productivas del sistema, a causa de factores internos que no han sido planificados, ejemplo de ellos son, las averías de la maquinaria, falta de materias primas o insumos, falta o ausencia del personal, entre otras. Las medidas correctivas o preventivas para evitar caer en este estado son meramente internas al sistema, es decir, dependen de una buena gestión dentro del rol de cada empleado.

Paro internamente planificado: Garantizar la continuidad de la producción implica paros necesarios para realizar unas actividades que coadyuven al alcance de un buen desempeño, como capacitación de los empleados, mantenimientos preventivos para el equipo y la maquinaria, períodos de descanso, limpieza, etc. Con estas actividades se pretenderá reducir los paros no planificados.

Paro externo a la organización: Ejemplos de este estado son los feriados oficiales o las temporadas en que, por una baja demanda no se requiere producir, estados de emergencia a causa del clima.

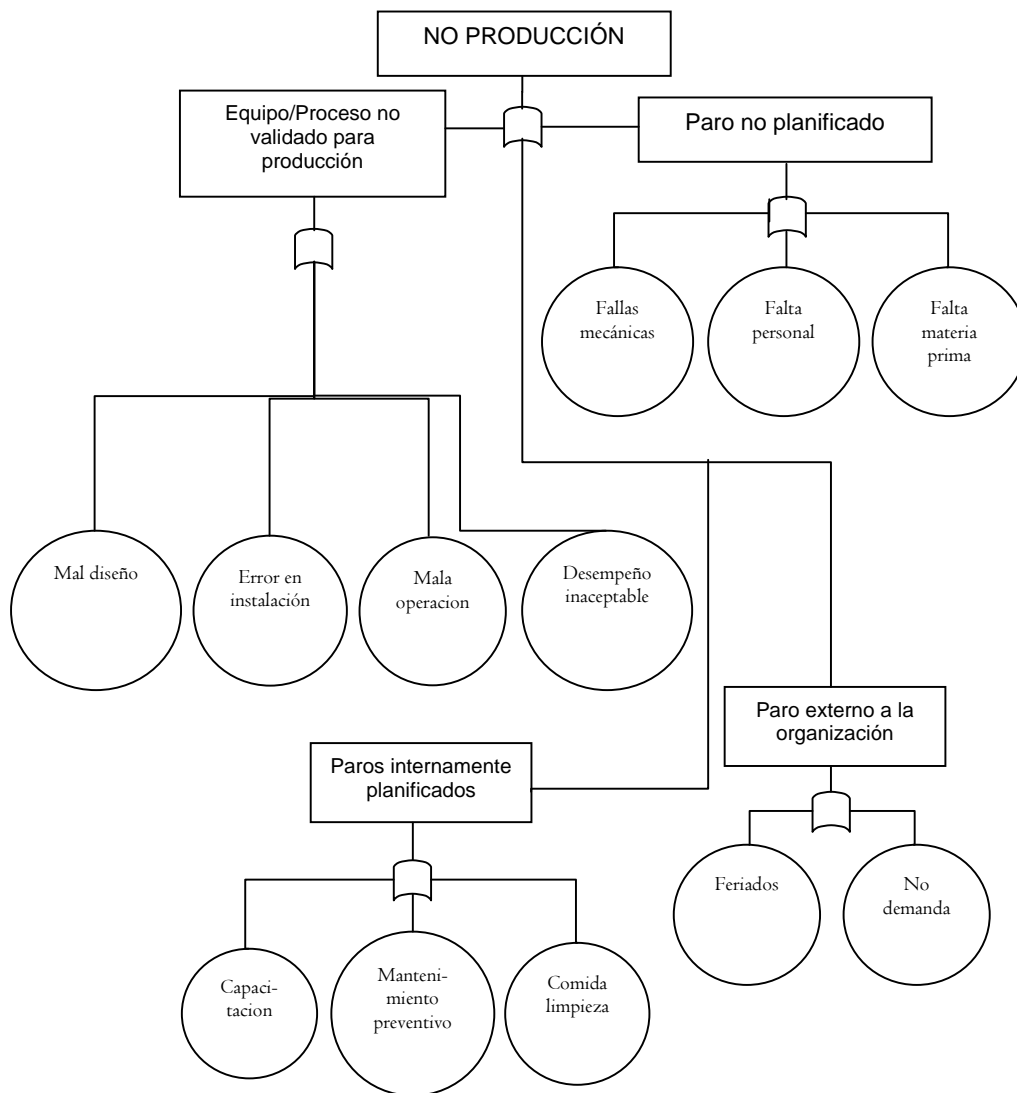
6.2 Los fallos de las funciones de servicio del sistema propuesto.

Se refiere al estudio de los fallos del sistema para los diversos estados del ciclo de vida, y las repercusiones que estos fallos puedan ocasionar sobre el servicio.

6.2.1. Árboles de fallos del sistema.

La siguiente herramienta ayudará a identificar y estudiar las causas de fallos del sistema y de la propagación por causa y efecto de los fallos de los departamentos de la Organización, sus componentes y las funciones internas de cada puesto.

Figura 11. Árbol de fallos del sistema



6.2.2. Sugerencias para el diseño del proyecto

De acuerdo a lo identificado en el apartado 6.2.1, se sugerirán ciertas acciones sobre:

- las causas de los fallos, y
- los factores que tengan repercusión sobre la fiabilidad, con el fin de aumentar la misma.

Tabla XXVI. Causas y acciones sobre fallos

Función o componente involucrado	Acciones sobre las causas de los fallos
Personal Operativo de área de Producción	Operar los equipos y las maquinas correctamente, en base a la capacitación obtenida, sugerir mejoras ejecutables durante mantenimientos preventivos, tomar el tiempo establecido de comida, mantener un buen desempeño.
Despachador	Desempeño adecuado
Ing. de Producción	Dentro de su gestión se incluye el control de los niveles de materia prima necesarios para el funcionamiento de los procesos, igualmente, será el encargado de la programación del personal y supervisión en planta. Así como de diseñar los procesos que habrán de ejecutarse.
Ing. de Mantenimiento y Seguridad Industrial	La programación y el cumplimiento de los mantenimientos preventivos reducirán los paros de producción causados por averías en los equipos, a su vez, el diseño adecuado y la operatividad de los equipos permitirán la reducción de paros en el sistema.
Auxiliar RRHH	Deberá establecer medidas correctivas y de disciplina en caso de frecuente falta de personal y mal desempeño del personal. Las actividades de capacitación programada aumentarán el nivel de conocimiento de los empleados, por lo que serán mejor calificados.
Coordinador RRHH	
Gerente Administrativo	Dentro de sus funciones, tendrá la capacidad de analizar los comportamientos de demanda en el mercado, para así, calendarizar que las actividades de paros planificados sean realizadas durante los periodos de baja demanda.
Gerente Manufactura	Con el apoyo de los ingenieros de Producción y Mantenimiento, supervisará acciones para la prevención de causas de paros no planificados y la programación óptima de los paros planificados, esto con el fin de armonizar el trabajo con las funciones del gerente administrativos.

6.3 Peligrosidad que el sistema propuesto pueda representar para las personas.

Para cada puesto, existen riesgos y condiciones inseguras que pueden representar un peligro para el empleado, ya sea por la maquinaria, las actividades o el ambiente en el que se desarrollen. Por tal razón es necesario realizar el siguiente estudio de los peligros que pueda representar la unidad de operación para todos los usuarios que participarán en el proyecto.

6.3.1. Peligros por agresión directa de las máquinas.

Los peligros y riesgos que impliquen para los usuarios las máquinas utilizadas en el proyecto.

Tabla XXVII. Peligros por maquinaria

Máquina/herramienta	Función/ actividad	Peligro/ lesión/ riesgo/	Usuario afectado
Vehículos Recolectores	Transportar y recolectar los residuos de la comunidad	Peligro vial, atropellamiento / alta velocidad, manejo inapropiado / lesiones múltiples	Transportista, operador de báscula, operador de descarga
Tolva de descarga	Recibir y suministrar al área de selección todos los residuos recolectados por vehículos	Herramienta pesada, puntos de rotación / caída, desprendimiento / mascones, golpes, lesiones múltiples	Transportista / operador de descarga / separadores
Banda transportadora	Trasladar residuos del área de recepción, hasta el área de tratamiento.	ejes de rotación, cadenas motorizadas, eslabones / área de trabajo manual, riesgo en las manos / mascones, amputación	Operador de descarga / separador / cargador
Molino destructor de plásticos	Convertir piezas plásticas en partículas aptas para su re-fundición y utilización	Cuchillas filosas en constante rotación / peligro para las manos, partículas a alta velocidad / cortadura, amputaciones, daños en ojos por partículas	Preparador de reciclables
Prensador, triturador	Compactar los residuos en bloques para su manejo y disposición adecuada	Placas metálicas, energía neumática, altas presiones / peligro en extremidades / prensado de extremidades	Preparador de no reciclables

Tabla XXVII. Peligros por maquinaria (Continuación)

Máquina/ herramienta	Función/ actividad	Peligro/ lesión	riesgo/ riesgo/	Usuario afectado
Tractor	Tomar residuos orgánicos luego de su separación y molienda, transportarlos y apilarlos en área de compostaje	Maquinaria pesada con fuerzas y presiones muy altas / Mala conducción / atropellamiento, herida, fractura.		Cargador
Trómel (tamiz)	Separar las partículas de compost de otros residuos del proceso	Piezas en rotación, fajas motorizadas / peligro de las manos, ojos, inhalación / alcance de partículas a ojos, prensado de manos		Auxiliar de calidad de compost, tamizador
Selladora de bolsas	Sellar empaques con producto final	Resistencias de alta temperatura, altas presiones / peligro de las manos / quemaduras, prensado de dedos		Empacador

6.3.2. Sugerencias para el diseño del sistema.

De acuerdo a lo identificado en el apartado anterior, sobre los peligros provenientes de la utilización de las máquinas, se sugerirán medidas de cautela, controles de comportamiento, equipos de protección, acciones correctivas y preventivas, con el fin de disminuir los riesgos.

Tabla XXVIII. Medidas de prevención de peligros

Peligro	Procedencia del peligro (especificar la actividad, salida o máquina de la que proviene)	Medidas cautelares, correctivas, protectoras, cambios en los procesos
Peligros viales, atropellamientos	Recepción de residuos en Vehículos recolectores, Tractores para aplicación de compost.	Cursos de manejo, manejo defensivo, prácticas.
Cortaduras	Molinos para plásticos	Señales visuales de peligro, guardas protectoras, micro-switch, paro de emergencia

Tabla XXVIII. Medidas de prevención de peligros (Continuación)

Peligro	Procedencia del peligro (especificar la actividad, salida o máquina de la que proviene)	Medidas cautelares, correctivas, protectoras, cambios en los procesos
Caída de objetos	Tolvas alimentadoras, banda transportadora, tamiz	Uso de casco, zapatos de seguridad (punta de acero)
Daños en ojos por partículas voladoras	Área de tamizado, molinos destructores, triturador de residuos	Pantallas o barreras de protección, uso de gafas de seguridad, casco
Altas presiones neumáticas e hidráulicas	Mecanismos de Prensado, triturado, y sello de empaque.	Dispositivos de paro de emergencia, maquinas a prueba de errores, señales visuales
Peligros en las manos	Piezas giratorias, ejes, motores, cadenas, fajas, engranajes de distintos equipos	Señales visuales de precaución, guardas de protección.
Quemaduras debido a altas temperaturas	Resistencias en selladoras de empaque de producto	Uso de guantes para dicha operación, señales de advertencia.

7. IMPACTO SOBRE EL AMBIENTE QUE PUEDE GENERAR EL SISTEMA PROPUESTO

Para la siguiente sección, será necesario establecer la relación que existe entre las actividades que implica el manejo integral de los residuos sólidos, tanto en sus etapas de implementación y desarrollo como en su funcionamiento estable y los factores ambientales que puedan verse afectados por tales actividades.

7.1 Informe ambiental - identifica los impactos más significativos

El Informe Ambiental que a continuación se desarrollará es un estudio muy elemental de los efectos del proyecto. El objetivo de realizar este estudio, es determinar si existe o no la necesidad de desarrollar una Evaluación de Impacto Ambiental, la cual contiene un nivel de profundidad mucho mayor e implica la valoración de los impactos.

Para el desarrollo de este Informe Ambiental se utilizará una matriz en la cual se ingresarán las actividades que implique el proyecto y los aspectos ambientales que puedan estar afectados por tales actividades.

Aspectos a considerar:

- Medio Físico-Natural
 - Tierra
 - Agua
 - Aire
 - Clima
 - Flora
 - Fauna
 - Suelos
 - Paisaje

- Medio Socio-Económico y Cultural
 - Demografía
 - Estructura urbana
 - Equipamiento
 - Infraestructura y servicios
 - Uso del suelo
 - Salud Pública
 - Aspectos humanos
 - Patrimonio cultural
 - Patrimonio histórico y artístico
 - Economía

Actividades a considerar

Todas las actividades desarrolladas por el los usuarios, que ejerzan alteraciones ambientales.

Para el desarrollo de la matriz, se considerarán sólo las actividades potencialmente impactantes en el proyecto, considerando tanto las actividades a desarrollar en la fase de construcción como las actividades a desarrollar en la fase de funcionamiento del proyecto.

Exposición de las actividades que implica el proyecto (columnas del cuadro) y de los aspectos ambientales (filas del cuadro).

Reconocimiento de:

* Afectaciones positivas de las actividades sobre los aspectos ambientales (marcado con un +)

* Afectaciones negativas de las actividades sobre los aspectos ambientales (marcado con un -)

Tabla XXIX. Matriz de impactos significativos (Continuación)

Planta de Manejo Integral de Residuos Sólidos			ACCIONES IMPACTANTES AL AMBIENTE												
			PREPARACIÓN Y PUESTA EN MARCHA							FASE DE FUNCIONAMIENTO					
			Accesos viales	Movimiento de Tierras	Acopio de Materiales	Excavaciones	Pavimentación y Recubrimiento	Emisión de Polvo	Tráfico de vehículos	Incremento de la Mano de Obra	Migración Poblacional	Maquinaria	Tráfico de Vehículos	Emisión de gases y polvo	Producción de ruidos y vibraciones
Paisaje	Calidad Intrínseca	-	-	-	-	-	-								
	Medio Urbano														
Estructura Urbana	Servicios	+													
	Equipamientos														
	Infraestructura														
	Red Transporte	+				+		+			+				
	Equipamientos	+				+									
Medio Socio-Cultural	Humanos														
	Calidad de Vida														-
	Salud														-
	Población														
	Integración Social									+	+				
	Estructura Poblacional									+	+				
Económico	Economía														
	Actividad económica														+
	Renta														+

7.2 Sugerencias para el diseño del sistema

Los resultados de la matriz del Informe Ambiental, permiten observar unos impactos negativos sobre el medio ambiente inerte y biótico, específicamente en el Aire, durante la etapa de preparación y puesta en marcha del proyecto, los aspectos con mayor relevancia son el nivel de polvos que pueda generarse con los movimientos de tierras, acopio de materiales, excavaciones, pavimentación y tráfico de vehículos, de igual forma y sin lugar a dudas, la erosión del suelo será inminente con la ejecución de dichas actividades.

Así mismo, durante la puesta en marcha y el funcionamiento normal del proyecto, las emisiones de humo por maquinaria, el tráfico de vehículos y los gases a causa de los procesos químicos, serán de impacto para la calidad del aire, esto podrá tener repercusiones en la salud de las comunidades aledañas y de los mismos empleados.

Respectos a los medios bióticos, la diversidad de flora y fauna podrán sufrir impactos a causa de los movimientos de tierras, la producción de ruidos y vibraciones, los productos orgánicos que se utilicen llamarán la atención de insectos, roedores y aves que no son parte de la fauna natural y original de la zona, lo cual puede causar un desequilibrio.

Dentro de los beneficios, podemos mencionar las posibles mejoras en la infraestructura de la zona, las redes de transporte podrán ser ampliadas con accesos a nuevos lugares.

El proyecto como una fuente de empleo beneficiará a la población, debido aun incremento de mano de obra a causa de la migración poblacional desde zonas rurales hacia estas zonas urbanas.

Estos resultados parciales, nos dan la conclusión que será sumamente necesario realizar una Evaluación de Impacto Ambiental.

7.3 Legislación ambiental aplicable al proyecto

En la Constitución de la República (1985), el ARTÍCULO 97 define que “...El Estado, las municipalidades y los habitantes del territorio nacional están obligados a propiciar el desarrollo social, económico y tecnológico que prevenga la contaminación del ambiente y mantenga el equilibrio ecológico.” También menciona que “...se dictarán todas las normas necesarias para garantizar que la utilización y el aprovechamiento de la fauna, de la flora, de la tierra y del agua, se realicen racionalmente, evitando su depredación”.

En el mismo sentido, la Ley General del Ambiente de 1986 (Decreto 68-86) intenta definir las capacidades y competencias del gobierno en torno a varios temas ambientales. Por lo que, en el ARTÍCULO 12, INCISO B, menciona como un objetivo de esa ley “...la prevención, regulación y control de cualesquiera de las causas o actividades que originen deterioro del medio ambiente y contaminación de los sistemas ecológicos, y excepcionalmente, la prohibición en casos que afecten la calidad de vida y el bien común”. Más específicamente, en el ARTÍCULO 16, INCISO B, define que se emitirán reglamentos para regular “...la descarga de cualquier tipo de sustancias que puedan alterar la calidad física, química o mineralógica del suelo o del subsuelo que le sean nocivas a la salud o a la vida humana, la flora, la fauna y a los recursos o bienes”.

En el año 2000, la Ley que crea al Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (Decreto 90-2000) define como una función principal de dicho ente “...formular participativamente la política de conservación, protección y mejoramiento del ambiente y de los recursos naturales, y ejecutarla en conjunto con las otras autoridades con competencia legal en la materia correspondiente, respetando el marco normativo nacional e internacional vigente”.

Luego en el Reglamento de esta Ley, en el Acuerdo Gubernativo 186-2001 se menciona como una “atribución” del Ministro “...formular e impulsar la implementación de la política ambiental y de recursos naturales especialmente en... ..el manejo de residuos (entre otros)...”. Aquí se constituye al Ministerio como el ente rector de las políticas al respecto.

El Código Municipal (Decreto 12-2002), el ARTÍCULO 68 define las competencias municipales y en el INCISO A, menciona como una de ellas la “...recolección, tratamiento y disposición de residuos sólidos; limpieza y ornato...” aquí es donde se menciona de forma clara y legal esta responsabilidad.

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

El Acuerdo Gubernativo de Creación de la Comisión Nacional para el Manejo de los Residuos Sólidos (234-2004), establece a la comisión como el órgano consultor y asesor en la formulación y dirección de las políticas Nacionales e involucra a los principales actores nacionales en el tema, como son: el MARN que ejerce la presidencia, el Ministerio de Salud y Asistencia Social, el Comisionado Presidencial para el Desarrollo Local, la Secretaria General de Programación y Planificación (SEGEPLAN), el Instituto de Fomento Municipal (INFOM), la Asociación Nacional de Municipalidades (ANAM), y la Coordinadora de Asociaciones Agrícolas, Comerciales, Industriales y Financieras (CACIF). La CONADES asumirá las tareas de coordinación para ejecutar la política.

Con base en los mandatos de ley, el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN) y la Comisión Nacional para el Manejo de los Residuos Sólidos (CONADES), el primero como rector de las políticas ambientales del país y el segundo como el órgano asesor y coordinador de las acciones tendientes a mejorar el manejo integral de los residuos y residuos sólidos en Guatemala, proponen la presente política de Manejo Integral de los Residuos y Residuos Sólidos, que tiene una visión a 10 años.

Con la definición de esta política, tanto el MARN como la CONADES asumen sus responsabilidades rectora y coordinadora, en la competencia ambiental de “Manejo Integral de los Residuos y Residuos Sólidos” y por ende también asumen la responsabilidad de todas las acciones de apoyo a los entes ejecutores de esa competencia que son las MUNICIPALIDADES, de manera que en forma concurrente coadyuven para resolver la problemática del país.

8. EVALUACIÓN ECONÓMICA DEL PROYECTO

Finalmente, se procede al estudio de un Plan de Inversión, costos, ingresos y el análisis económico del Proyecto

8.1 Determinación del Plan de Inversión Inicial para la puesta en marcha del proyecto

La siguiente estructura de costos fue realizada con el objetivo de satisfacer la demanda de 50,000 habitantes, de las zonas de Villa Nueva, Mixto, Ciudad de Guatemala (sur) y Milpas altas Sacatepéquez, dada su ubicación.

La capacidad de la planta es para un volumen de 19 toneladas diarias de residuos, producidas a razón de 0.38 kg/habitante/día. Para determinar la cantidad de producto capaz de generar, se han tomado las proporciones de la clasificación de los residuos, según sus características.

Asimismo, se contempla la habilitación de 5 Invernáculos de Lombricultura

Tabla XXX. Plan de Inversión

PLAN DE INVERSIÓN

		Cantidad	
1	Terreno, 10 manzanas		Q5,775,000.00
2	Construcción		Q0.00
	2.01	Edificio de oficinas área administrativa	Q320,000.00
	2.02	Instalaciones de áreas de producción	Q450,000.00
3	Maquinaria y Equipo		Q0.00
	3.01	Báscula para Camiones, 30 ton, 3 x 10 mts	Q73,150.00
	3.02	Faja transportadora, 6m largo, 0.88m ancho	2 Q44,275.00
	3.03	Tolva receptora 2.5 ton	1 Q11,550.00
	3.04	Molino triturador de plásticos, 350-400 kg, 530 rpm	Q58,520.00
	3.05	Triturador de Residuos Orgánicos, capacidad de 10 m3/hora, motor eléctrico 10CV	Q90,090.00
	3.06	Trómel (tamiz) para compost 2 m largo x 0.6 m diámetro	2 Q46,970.00

	3.07	Compactador de residuos no reciclables		Q10,164.00
	3.08	Tractor, John Deere 110 LTB		Q207,900.00
	3.09	Básculas de laboratorio		Q3,003.00
	3.10	Herramientas manuales		Q17,710.00
	3.11	Vehículo de envíos y repartición	2	Q281,820.00
4		Mobiliario y equipos de oficina		Q0.00
	4.1	Escritorios	13	Q17,017.00
	4.2	Computadoras	13	Q90,090.00
	4.3	Accesorios		Q19,250.00
5		Lombriz de California (kg)	715	Q209,209.00
6		<u>Mano de Obra</u>		<u>Q2,310,000.00</u>
		INVERSIÓN INICIAL		Q10,035,718.00

8.2 Determinación de los costos fijos durante la puesta en marcha y etapa de funcionamiento del sistema

Tabla XXXI. Gastos de Operación

GASTOS DE OPERACIÓN	
Agua	Q1,500.00
Energía Eléctrica	Q7,800.00
Servicio de Recolectores	Q8,300.00
Materias primas	Q10,200.00
Teléfono	Q10,000.00
<u>TOTAL GASTOS mensual</u>	<u>Q37,800.00</u>
<u>TOTAL GASTOS ANUAL</u>	<u>Q453,600.00</u>

Tabla XXXII. Salarios

SALARIOS MENSUALES	Núm. Personas	Salario Individual	Salario Total
Piloto	2	Q2,100.00	Q4,200.00
Personal Operativo	24	Q2,300.00	Q55,200.00
Auxiliares	2	Q2,500.00	Q5,000.00
Mecánicos	2	Q3,300.00	Q6,600.00
Contador	1	Q4,500.00	Q4,500.00
Auxiliar RRHH	1	Q4,500.00	Q4,500.00
Analista de Finanzas	1	Q5,600.00	Q5,600.00
Ingenieros	2	Q8,200.00	Q16,400.00
Vendedor	2	Q7,500.00	Q15,000.00
Coordinador RRHH	1	Q8,000.00	Q8,000.00
Gerentes	2	Q12,000.00	Q24,000.00
<hr/>			
TOTAL SALARIOS mensual			Q149,000.00
<hr/>			
TOTAL SALARIOS anual			Q1,788,000.00

8.3 Determinación de Ingresos al Sistema

Como se mencionó anteriormente, las cantidades que a continuación se describen, son producto de las siguientes condiciones:

Prestar el servicio de manejo de los residuos a una población de 50,000 personas aproximadamente.

Cálculo de producción con base en lo descrito en el Estudio de Diagramas Cuantitativos, con una tasa de producción de 0.38kg/habitante/día.

Cinco invernaderos para lombricultura, cada invernadero con 143 kg de lombrices, cada kg contienen 4,000 lombrices; 40,000 lombrices son capaces de producir dos kg de humus por día.

Todos los precios son actuales, según el mercado en Guatemala.

Tabla XXXIII. Ingresos

PRODUCTOS	Volumen de Producción			Valor
	Kg	Quintales	Precio Q/qq	
Compost	75,240.00	1537.078652	Q70.00	Q107,595.51
Humus	4,290.00	87.64044944	Q65.00	Q5,696.63
Aluminio	8,550.00	174.6680286	Q500.00	Q87,334.01
Otros Metales	19,950.00	407.5587334	Q280.00	Q114,116.45
PET	39,900.00	815.1174668	Q60.00	Q48,907.05
Otros Plásticos	17,100.00	349.3360572	Q40.00	Q13,973.44
Papel	82,080.00	1676.813075	Q8.00	Q13,414.50
Vidrio	28,500.00	582.226762	Q15.00	Q8,733.40
Otros reciclables	102,600.00	2096.016343	Q5.00	Q10,480.08
POTENCIAL MENSUAL	INGRESO			Q410,251.07
INGRESOS ANUALES				Q4,923,012.87

8.4 Análisis económico del Proyecto

Tabla XXXIV. VPN, TIR

AÑOS	Costo de Inversión (-)	Costos de Operación (-)	Total Costos (-)	Ingresos de Operación (+)	Ganancias Netas
1	-Q10,035,718.00	-Q2,241,600.00	-Q12,277,318.00	Q4,923,012.87	-Q7,354,305.13
2		-Q2,241,600.00	-Q2,241,600.00	Q4,923,012.87	Q2,681,412.87
3		-Q2,241,600.00	-Q2,241,600.00	Q4,923,012.87	Q2,681,412.87
4		-Q2,241,600.00	-Q2,241,600.00	Q4,923,012.87	Q2,681,412.87
5		-Q2,241,600.00	-Q2,241,600.00	Q4,923,012.87	Q2,681,412.87
6		-Q2,241,600.00	-Q2,241,600.00	Q4,923,012.87	Q2,681,412.87
7		-Q2,241,600.00	-Q2,241,600.00	Q4,923,012.87	Q2,681,412.87
8		-Q2,241,600.00	-Q2,241,600.00	Q4,923,012.87	Q2,681,412.87
9		-Q2,241,600.00	-Q2,241,600.00	Q4,923,012.87	Q2,681,412.87
10		-Q2,241,600.00	-Q2,241,600.00	Q4,923,012.87	Q2,681,412.87
				TIR	34%
				VAN	Q6,932,932.44

El resultado del análisis nos indica que, si el alcance del sistema se proyecta para una población de 50,000 habitantes, tanto el resultado es positivo, ya que un Valor Presente neto proyectado a 10 años nos arroja cifras de Q6,932,900.00 aproximadamente, lo cual indica que se podrá obtener un beneficio económico atractivo, dado el valor de la inversión inicial y los costos anuales de producción.

La TIR, nos muestra una tasa mayor a la activa actual en el sistema económico de Guatemala, esto es un factor muy importante para la decisión de la inversión.

CONCLUSIONES

1. Dentro del mercado en el que se desarrollará la organización, pueden identificarse distintos usuarios, los cuales constituyen la demanda de los productos y/o servicios a prestar, dentro de ellos podemos identificar:
 - a. Empresas recicladoras de materiales plásticos como polietileno, polipropileno, PET y PVC.
 - b. Empresas recicladoras de cobre, hierro, aluminio (el cual tiene un alto precio debido a que se encuentra en bajas proporciones dentro de los residuos).
 - i. Empresas recicladoras de papel, cartón y vidrio (estas con menores precios)
 - c. Procesos especializados en reciclaje de *TetraBrick*.
 - d. Otro mercado se ubica dentro de la industria agrícola del país, y precisamente en este mercado, se ha incrementado la promoción y el uso de fertilizantes orgánicos.

2. Debido a que el proceso de compostaje biológico aerobio necesita de grandes pilas de residuos dispuestos en áreas abiertas, se hace importante desarrollar el proyecto en un terreno amplio, también es necesario considerar el espacio requerido para preparar el material del lombricomposto, ya que los cinco invernáculos podrán ocupar una buena parte del área. Por otro lado, se pone a consideración que la importancia de permitir el constante flujo de materiales, personas y maquinaria dentro de los procesos de peso de vehículos, separación, compactación, tamiz, y que la amplitud del terreno determinará la capacidad de almacenamiento de los productos finales.

3. Durante las primeras etapas del estudio se descartó la opción de construir un relleno sanitario, al menos durante la etapa del inicio de operaciones, a causa de los insumos necesarios para el movimiento de tierras, y el acondicionamiento del suelo para retener los lixiviados resultantes del relleno.

4. Financieramente se determinó que, con una inversión inicial de Q10,035,718.00, lograda a través de la negociación con bancos o, programas internacionales de desarrollo, y considerando unos gastos fijos anuales de Q 2,241,600.00 y proyecciones de ingresos de Q4,923,000.00. Se obtiene un Valor Presente Neto de Q 6,933,000.00 proyectado a 10 años, con una TIR del 34%. Es necesario saber que la cantidad de producto final a obtener para ser comercializado, depende directamente del volumen de residuos que la planta sea capaz de manejar. Por lo tanto, se proyecta el alcance a 50,000 habitantes, con ello los resultados son favorables, cabe mencionar que el diseño del proyecto tiene una capacidad para absorber la demanda de 100,000 habitantes. Otro factor importante en el aspecto financiero, es el valor agregado que pueda caracterizar al producto dentro del mercado, con el fin de asegurar los niveles de venta y acelerar así el período de recuperación de la inversión.

5. El proyecto pretende promover el cambio en los hábitos de consumo y disposición de los residuos en los ciudadanos urbanos, a través de mercadear el concepto de la separación en el origen de los residuos antes de su disposición. Con otras iniciativas similares podrá crecer el nivel competitivo de este mercado, y podrá convertirse en un campo atractivo para las inversiones.

6. Organizacionalmente, el proyecto será compuesto por varias posiciones profesionales y operativas, las cuales representarán una fuente de empleo para los pobladores de las áreas cercanas, y permitirá el desarrollo técnico y profesional de sus empleados.

7. Desde el punto de vista ambiental, los mayores impactos se darán durante la etapa de construcción del proyecto, a causa de los movimientos de tierra y posibles pavimentaciones. Sin embargo, durante el funcionamiento, las emisiones de ruidos, vibraciones y el incremento del tráfico vehicular podrán interferir con la calidad del ambiente físico inerte.

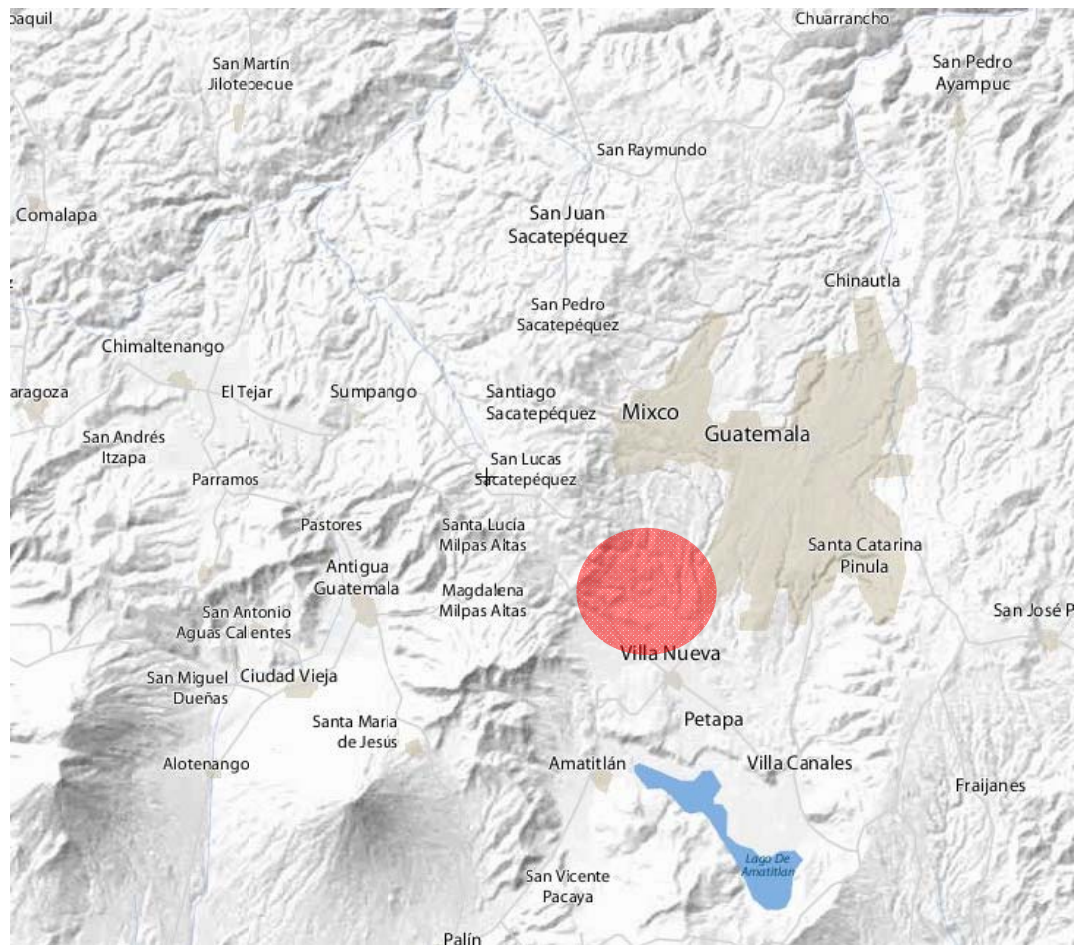
RECOMENDACIONES

1. Que a través de campañas de Mercadeo dentro de la población pueda promoverse el uso de los servicios de recolección, tratamiento y disposición adecuados, haciendo énfasis en la responsabilidad de cada persona sobre los residuos descartados y en la conciencia ambiental.
2. Considerar la ejecución de futuros estudios para evaluar la posible integración de procesos de reciclaje, relleno sanitario e incluso la producción de energía a través de biogás, dentro del proyecto.
3. Establecer como meta comercial un incremento anual en el margen de ganancia para los productos, a través de la implementación de proyectos de ahorro, aumento de eficiencia operativa, negociaciones de alianzas con clientes y proveedores.

BIBLIOGRAFÍA

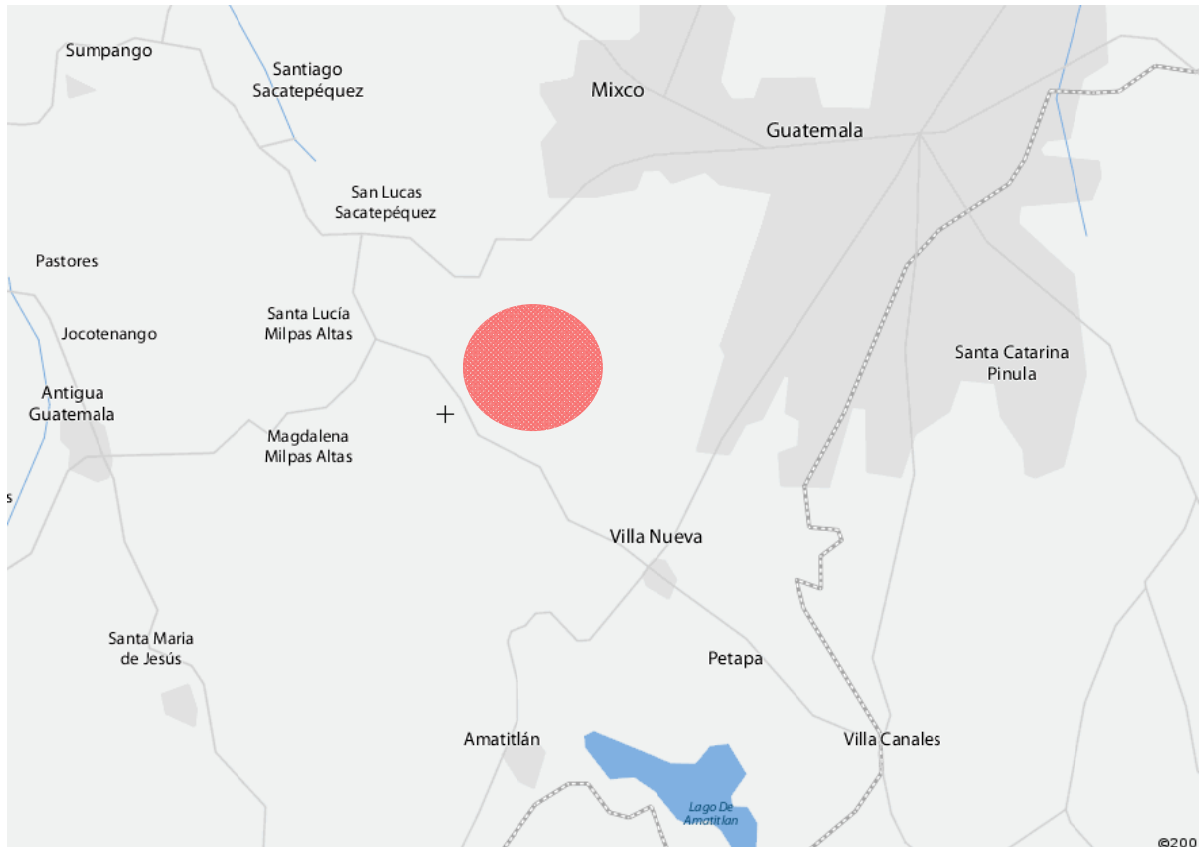
1. F. McDougall, P. White, M. Franke, P. Hindle, “Gestión Integral de Residuos Sólidos: Inventario de Ciclo de Vida” – Ed. Blackwell Science – Caracas, 2004.
2. Leland T. Blank, Anthony J. Tarquin, “Engineering Economy”, - McGraw-Hill Companies, Inc. - Copyright 1998.
3. “Guía para la presentación de Proyectos”, 26 edición - Siglo Veintiuno Editores, S.A. de C.V. – 2004.
4. “Perfil Ambiental de Guatemala 2006” por el Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambientales (IARNA), de la Universidad Rafael Landívar (URL) y la Asociación Instituto de Incidencia Ambiental (IIA), 2006.
5. “Las basuras, un problema municipal aún por resolver”, www.porelpaisquequeremos.com, por Felipe Herrera, consulta: septiembre 2007.
6. “Tratamiento de los residuos sólidos urbanos”, <http://habitat.aq.upm.es> por Alfonso Del Val, fecha de consulta, agosto 2007.
7. “Proyecto cuenta con ambiente, primer informe sobre residuos sólidos domiciliarios”, versión 1.0, por Ing. Jorge Enrique Vargas Mantilla PhD, Guatemala 2007.
8. “La Lombricultura” www.infoagro.com, consulta: febrero 2008.
9. “Waste Incineration” www.bbc.co.uk, consulta: enero 2008.

ANEXOS



MAPA DE UBICACIÓN DEL PROYECTO

Fuente: maps.yahoo.com, marzo 2008.



MAPA DE UBICACIÓN DEL PROYECTO

Fuente: maps.yahoo.com, marzo 2008.