



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

**DISEÑO DE UNA PLANTA DE RECICLAJE DE RESIDUOS SÓLIDOS PARA LA  
REDUCCIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL EN EL BASURERO MUNICIPAL DE LA CIUDAD  
DE COBÁN, ALTA VERAPAZ**

**Manuel Alfonso Burmester Mejía**  
Asesorado por el Ing. Edwin Josué Ixpatá Reyes

Guatemala, octubre de 2012

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE UNA PLANTA DE RECICLAJE DE RESIDUOS SÓLIDOS PARA LA  
REDUCCIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL EN EL BASURERO MUNICIPAL DE LA CIUDAD  
DE COBÁN, ALTA VERAPAZ**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**MANUEL ALFONSO BURMESTER MEJÍA**  
ASESORADO POR EL ING EDWIN JOSUÉ IXPATÁ REYES

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO MECÁNICO INDUSTRIAL**

GUATEMALA, MES DE OCTUBRE DE 2012

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Juan Carlos Molina Jiménez
VOCAL V	Br. Mario Maldonado Muralles
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Renaldo Girón
EXAMINADOR	Ing. Karla Martinez
EXAMINADOR	Ing. Edwin Josué Ixpatá
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

## HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

**DISEÑO DE UNA PLANTA DE RECICLAJÉ DE RESIDUOS SÓLIDOS PARA LA  
REDUCCIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL EN EL BASURERO MUNICIPAL DE LA CIUDAD  
DE COBÁN, ALTA VERAPAZ**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha marzo de 2012.

  
Manuel Alfonso Burmesfer Mejía

Ingeniero  
Cesar Ernesto Urquizú Rodas  
Director de Escuela  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial  
Facultad de Ingeniería USAC

Estimado Ingeniero

Atentamente me dirijo a usted para informarle que he revisado el trabajo de graduación:  
DISEÑO DE UNA PLANTA DE RECICLAJE DE RESIDUOS SOLIDOS PARA LA REDUCCION DEL IMPACTO  
AMBIENTAL EN EL BASURERO MUNICIPAL DE LA CIUDAD DE COBÁN, ALTA VERAPAZ. Del  
estudiante universitario Manuel Alfonso Burmester Mejia; quien se identifica con el No. De carne  
198612048 y me encuentro conforme con el contenido del mismo.

Deferentemente

  
Edwin Josué Ixtapa Reyes  
No. De Colegiado 7128  
Asesor  
Ingeniero Mecánico Industrial  
Colegiado No. 7128

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA

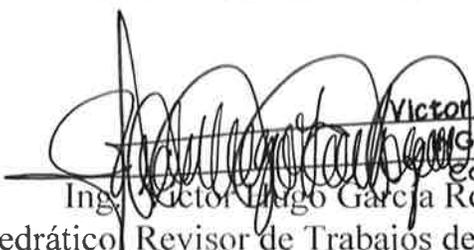


FACULTAD DE INGENIERIA

REF.REV.EMI.183.012

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **DISEÑO DE UNA PLANTA DE RECICLAJE DE RESIDUOS SÓLIDOS PARA LA REDUCCIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL EN EL BASURERO MUNICIPAL DE LA CIUDAD DE COBÁN, ALTA VERAPAZ**, presentado por el estudiante universitario **Manuel Alfonso Burmester Mejía**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

  
Victor Hugo Garcia Roque  
INGENIERO INDUSTRIAL  
Colegiado No. 5133  
Ing. Victor Hugo Garcia Roque  
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, septiembre de 2012.

/mgp



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 **DISEÑO DE UNA PLANTA DE RECICLAJE DE RESIDUOS SÓLIDOS PARA LA REDUCCIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL EN EL BASURERO MUNICIPAL DE LA CIUDAD DE COBÁN, ALTA VERAPAZ**, presentado por el estudiante universitario **Manuel Alfonso Burmester Mejía**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

  
Ing. César Ernesto Urquiza Rodas  
DIRECTOR  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, octubre de 2012.

/mgp



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: **DISEÑO DE UNA PLANTA DE RECICLAJE DE RESIDUOS SÓLIDOS PARA LA REDUCCIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL EN EL BASURERO MUNICIPAL DE LA CIUDAD DE COBÁN, ALTA VERAPÁZ**, presentado por el estudiante universitario: **Manuel Alfonso Burmester Mejía**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos  
Decano



Guatemala, octubre de 2012

/cc

## **ACTO QUE DEDICO A:**

- Dios Todo Poderoso** Por haberme dado la vida, la salud y el conocimiento para culminar mis estudios universitarios
- Mis padres** Alfonso Alejandro Burmester Chavarría (q.e.p.d.) y Adriana Mejía Pérez de Burmester. Por ser el pilar fundamental de todo lo que soy, por su ejemplo de sacrificio perseverancia y constancia; por su apoyo constante y su espíritu alentador que siempre me motivaron a seguir adelante y no desfallecer en la conquista de mis metas; pero por sobre todo, por su amor incondicional. Todo este trabajo ha sido posible gracias a ustedes.
- Mis abuelos** Alfonso y Bernabela Chavarría, Manuel y Alicia Burmester, José y Teresa Mejía (q.e.p.d.). Por el ejemplo de vida, humildad y entrega al trabajo que fueron para mí.
- Mi esposa** Leslie Nohemi Campos de Burmester Por ser mi amiga y compañera en el camino de la vida; por estar conmigo en cada paso que doy y por ayudarme a que este momento llegara.

**Mis hijos**

Gustavo Adolfo, Hans Alexander y Leslie Anahí Burmester Campos Por ser el aliciente que me da fuerzas a seguir cada día hacia adelante.

**Mis hermanos**

Karla María y José Bernardo Burmester Mejía. Por estar conmigo y apoyarme siempre.

## **AGRADECIMIENTOS A:**

<b>Dios todo poderoso</b>	Por estar siempre a mi lado e instruirme con la luz del conocimiento.
<b>La Universidad de San Carlos de Guatemala</b>	Institución que permitió mi formación profesional como Ingeniero.
<b>La Municipalidad de Cobán, Alta Verapaz</b>	Por la oportunidad y el soporte que me brindaron para poder realizar mi tesis. Y en especial al Sr. Alcalde Ing. Leonel Chacón
<b>Mi asesor</b>	Ing. Edwin Ixpatá Por su tiempo y dedicación como guía para la realización de mi tesis.
<b>Mi padrino de graduación</b>	Ing. Kenneth Estrada Por su amistad, motivación y apoyo incondicional.
<b>Todos los profesores, maestros, técnicos y profesionales universitarios</b>	Que me instruyeron y enseñaron a lo largo de toda mi vida académica.
<b>Familiares y amigos</b>	Tanto a los que recuerdo como a los que no; que en su momento me brindaron su apoyo y su amistad.



1.1.4.1.	Origen y significado del símbolo del reciclaje .....	21
1.1.4.2.	Reciclaje y desperdicio.....	22
1.1.4.3.	Tipos de reciclaje .....	24
1.1.4.4.	Planta de reciclaje .....	27
1.1.4.4.1.	Tipos de plantas de reciclaje .....	27
2.	DIAGNOSTICO SITUACIONAL .....	35
2.1.	Recolección actual de la basura .....	35
2.1.1.	Descripción de los métodos .....	35
2.2.	Cantidad y características de los desperdicios generados en el municipio .....	36
2.3.	Condiciones y estado del basurero del Municipio de Cobán....	37
2.3.1.	Manejo de desechos .....	37
2.3.2.	Equipo, vehículos recurso humano disponible .....	37
2.4.	Antecedentes de reciclaje en el municipio de Cobán.....	37
3.	PROPUESTA PARA EL DISEÑO DE LA PLANTA RECICLADORA .....	39
3.1.	Optimización de los procesos .....	39
3.2.	Generación, recolección, tratamiento y control .....	42
3.3.	Disposición de residuos .....	43
4.	IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA .....	45
4.1.	Localización de la Planta de Reciclaje .....	45
4.1.1.	Macrolocalización .....	45
4.1.2.	Microlocalización .....	45
4.2.	Descripción del proceso de reciclaje .....	45
4.2.1.	Operaciones unitarias .....	46

4.2.2.	Diagrama de operaciones.....	46
4.2.3.	Diagrama de proceso .....	47
4.3.	Determinación de los componentes y equipamiento de la planta.....	48
4.3.1.	La distribución de la planta .....	54
4.4.	Compostaje industrial .....	55
4.4.1.	Proceso de compostaje .....	56
4.4.2.	Definición de términos .....	58
4.5.	Capacitación a los puestos en el área de reciclaje .....	60
5.	IMPACTO AMBIENTAL.....	61
5.1.	Estructura de operación.....	61
5.2.	Descripción del proyecto .....	62
5.3.	Legislación.....	63
5.4.	Inventario y valoración ambiental .....	64
5.5.	Previsión de impactos.....	64
5.6.	Metodología de evaluación de impactos.....	65
5.7.	Medidas correctoras .....	68
6.	SEGUIMIENTO O MEJORA.....	69
6.1.	Programa de reciclaje.....	69
6.2.	Cronograma de actividades.....	70
6.3.	Estadísticas .....	71
6.4.	Resultados.....	72
6.5.	Beneficio – Costo .....	73
6.6.	Auditoria .....	75
6.7.	Propuesta de concientización, capacitación y comunicación a la comunidad .....	76

CONCLUSIONES..... 79  
RECOMENDACIONES .....81  
BIBLIOGRAFÍA.....83

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Venta de artesanías en el palacio de gobernación .....	3
2.	Parque Central La Paz .....	5
3.	Panorámica del centro urbano .....	12
4.	Hogares por tipo de servicio de agua.....	13
5.	Hogares por tipo de alumbrado que disponen .....	14
6.	Hogares por medio utilizado para cocinar .....	15
7.	Basurero municipal de Cobán .....	18
8.	Símbolo internacional del reciclaje .....	22
9.	Colores de contenedores .....	24
10.	Clasificación de reciclaje .....	26
11.	Diagrama de operaciones .....	46
12.	Diagrama de proceso .....	47
13.	Plataforma de sección.....	50
14.	Tornillo sin fin .....	51
15.	Tornillos sin fin .....	52
16.	Planta de recuperación .....	54
17.	Planta de recuperación y tratamiento.....	55
18.	Esquema del proceso del compostaje industrial .....	58
19.	Basurero municipal Cobán .....	70
20.	Cronograma de actividades semanal .....	70
21.	Cronograma de actividades Trimestral.....	71

## TABLAS

I.	Características de vivienda y habitación .....	13
II.	Servicio sanitario.....	13
III.	Cantidades de basura en los últimos años en Cobán.....	36
IV.	Calculo de las cantidades de basura recolectadas en la ciudad de Cobán por años .....	72
V.	Beneficios del uso del compost en la agricultura .....	73
VI.	Beneficio Costo.....	74
VII.	Análisis económico .....	74
VIII.	Análisis sin venta de compost.....	75
IX.	Costos del proyecto .....	76

## **GLOSARIO**

<b>Biomoléculas</b>	Moléculas constituyentes de los seres vivos.
<b>Compost</b>	Producto que se obtiene del compostaje, y constituye un grado medio de descomposición de la materia orgánica, que ya es en sí un buen abono.
<b>Ecosistema</b>	Medio ambiente biológico que consiste en todos los organismos vivientes (biocenosis) de un lugar particular, incluyendo también todos los componentes no vivos (biotopo), los componentes físicos del medio ambiente con el cual los organismos interactúan, como el aire, el suelo, el agua y el sol.
<b>Humus</b>	Sustancia compuesta por ciertos productos orgánicos de naturaleza coloidal, que proviene de la descomposición de los restos orgánicos por organismos y microorganismos benéficos (hongos y bacterias).
<b>Materia prima</b>	Se conocen como materias primas a la materia extraída de la naturaleza y que se transforma para elaborar materiales que más tarde se convertirán en bienes de consumo.

**Naturaleza**

El término naturaleza hace referencia a los fenómenos del mundo físico, y también a la vida en general.

**Reciclaje**

Proceso fisicoquímico o mecánico que consiste en someter a una materia o producto utilizado a un ciclo de tratamiento total o parcial para obtener una materia prima o un nuevo producto.

## **RESUMEN**

El presente trabajo de graduación contiene el diseño de una planta de reciclaje de residuos sólidos para la reducción del impacto ambiental en el basurero municipal de la ciudad de Cobán, Alta Verapaz y unas mejoras en el proceso de recolección de basura.

El desarrollo de este trabajo de graduación se realiza en seis capítulos:

El capítulo 1: se dan todos los generales del municipio de Cobán así como los factores que contribuyen de forma directa e indirectamente en el proceso de recolección de basura.

El capítulo 2: se realiza un análisis y diagnóstico de la situación en la que se encuentra el municipio de Cobán, y cuáles son los procesos que se realizan para la recolección y disposición de la basura.

El capítulo 3: se propone la posible solución y programación de la recolección de basura en el municipio de Cobán y se dará una proyección futura de la recolección de basura.

El capítulo 4: se dan las normas y procedimientos para implementar un programa de implantación de una planta recicladora de residuos sólidos.

El capítulo 5: se analiza el impacto ambiental que tendrá la implementación de la planta recicladora de residuos sólidos.

Y el capítulo 6: se analizará la evaluación del cronograma de ejecución del programa.

En la parte final se presentan anexos donde estas las gráficas, tablas y normas que rigen el reciclado de los desechos sólidos.

## **OBJETIVOS**

### **General**

Diseñar una planta de reciclaje de residuos sólidos para la reducción del impacto ambiental en el basurero municipal de la ciudad de Cobán, Alta Verapaz.

### **Específicos**

1. Aportar en la solución de la crisis urbana y en la resolución de sus conflictos sociales.
2. Manejar de forma adecuada los residuos sólidos que se generan en un área urbana determinada.
3. Educar y concientizar a la comunidad y en la necesidad de implementar políticas de gestión de reciclaje de los materiales utilizados en la industria local.
4. Convertir el proceso de reciclaje como una alternativa de desarrollo para el municipio de Cobán, tomando en cuenta cualquier trabajo físico o mano de obra debe de ser remunerado.
5. Reducir la tasa de crecimiento de área utilizada anualmente para depositar la basura del municipio.

6. Crear fuentes de empleo directas e indirectas con la implementación de la planta de manejo de residuos sólidos.
7. Reducir y/o detener el crecimiento paulatino de recolectores informales de reciclado.
8. Rescatar y aprovechar al máximo todos los materiales reciclables que son parte de los residuos sólidos generados en la ciudad de Cobán.
9. Colaborar con la preservación del medio ambiente, disminuyendo la explotación y contaminación de los recursos, promoviendo procesos de recuperación de materias primas con origen en los residuos de procesos industriales que son manejados como basura.

## INTRODUCCIÓN

Los residuos representan una pérdida enorme de recursos, tanto materiales como energéticos. La producción excesiva de residuos es síntoma de la ineficiencia de los procesos productivos, de la escasa durabilidad de los productos y de unos hábitos de consumo insostenibles. La cantidad de residuos generados es, por tanto, un indicador del grado de eficiencia con que la sociedad utiliza las materias primas y los productos. Además de los residuos generados por actividades industriales y domésticas en la actualidad también se originan otro tipo de residuos como consecuencia de los intentos de sanear medios contaminados, por ejemplo, los lodos procedentes del tratamiento de las aguas residuales, los suelos contaminados, etc.

Es importante anotar que las cantidades de residuos generados son ya tan grandes que su transporte representa una parte considerable del total de productos (bienes o mercancías) transportadas. La humanidad esta confrontada desde varias décadas con un aumento considerable de la cantidad de residuos producidos y también de su nocividad. Esta tendencia está ligada al aumento del nivel de vida y de los modelos de consumo; en los países más desarrollados éste ha sido muy fuerte y en los últimos 30 años, ha pasado de una generación de residuos de 150-200 kilogramos / habitante / año a una generación de 400 kilogramos / habitante / año.

Los países en desarrollo están presentando esta misma tendencia de crecimiento que se dio en los países desarrollados hace algunos años y que se constata porque se observa los mismos niveles de crecimiento de los residuos. Por otra parte, aún tratándose de pequeñas cantidades, determinadas

sustancias peligrosas contenidas en los residuos pueden ocasionar importantes efectos nocivos sobre el ambiente y la salud humana. La estrategia de gestión de residuos configura una jerarquía de principios, queda la máxima prioridad a la reducción de la generación de residuos, seguida por la reutilización y el reciclado de materiales de desecho, la recuperación de energía y, en último lugar a la eliminación final de los residuos.

## **1. ANTECEDENTES GENERALES**

### **1.1. Caracterización de la región geográfica y medio ambiente**

Su nombre proviene de un vocablo del idioma Q'eqchi', que significa entre nubes y es que la región es muy lluviosa, incluso solía haber una llovizna perenne, que duraba hasta varios días.

#### **1.1.1. Departamento de Alta Verapaz**

Alta Verapaz es uno de los 22 departamentos de la República de Guatemala, ubicado al norte de Guatemala. La ciudad de Cobán es la cabecera departamental de Alta Verapaz, y en conjunto con Baja Verapaz conforman la Región Norte II.

##### **1.1.1.1. Ubicación**

El departamento de Alta Verapaz limita al norte con Petén; al este con Izabal; al sur con Zacapa, El Progreso y Baja Verapaz; y al oeste con el Quiché. Su cabecera es Cobán y sus coordenadas son latitud 15° 28' 07" N • longitud 90° 22' 36" O.

Está situado al norte del país a unos 200 kilómetros, tiene una extensión territorial de 8686 kilómetros cuadrados y su población es de aproximadamente 914 414 habitantes de acuerdo al Instituto Nacional de Estadística, en 2006.

### **1.1.1.2. Características**

Sus principales idiomas son el castellano, el q'eqchi, poqomchi' y achi'. Su temperatura habitual es templada y su fiesta patronal es el 4 de agosto, en honor a Santo Domingo de Guzmán. El departamento fue fundado en 1543, según el Diccionario Municipal de Guatemala, 2001.

El departamento de Alta Verapaz cuenta con 776 246 habitantes que corresponden al 6,9 por ciento de la población de la república; donde el 79 por ciento vive en área rural (613 234 habitantes); el 50 por ciento es el sexo femenino (389 027 habitantes); el 48 por ciento es analfabeta (282 876 habitantes); el 46,7 por ciento de la población es menor de 15 años; y el 37,2 por ciento de la población es económicamente activa. Para el año 2007 la población proyectada es de 983 479 habitantes.

- Aspecto económico

El departamento tiene cultivos cuya producción se destina al mercado internacional, como café, cardamomo, achiote, cacao, pimienta, entre otros y los cultivos que producen para consumo nacional como lo es el maíz, frijol, chile, caña de azúcar, etc. La producción forestal de este departamento es de suma importancia dentro del producto agrícola, los registros que existen de esta actividad no lo demuestran claramente.

El sector pecuario de este departamento está dedicado básicamente al ganado vacuno, el cual se destina al mercado externo e interno.

Figura 1. **Venta de artesanías en el palacio de gobernación**



Fuente: Palacio de Gobernación, de Cobán.

Este departamento la mayoría de sus agroindustrias son las dedicadas a beneficiar café, cardamomo y en menor cuantía el arroz.

Seis municipios de Alta Verapaz se dedican a la actividad minera, siendo ellos: Cobán, San Juan Chamelco, Santa María Cahabón y Tactic, en los que se extrae plomo, zinc y plata. Actualmente en este departamento se está realizando la extracción de petróleo.

En cuanto a su producción artesanal destacan los tejidos típicos de algodón, cerámica, cestería, instrumentos musicales, productos de palma, petates de tul, cohetería, etc.

### **1.1.1.3. Municipios**

Cuenta con 17 municipios y su cabecera departamental es Cobán.

Los municipios son:

- Cobán
- San Pedro Carchá
- San Juan Chamelco
- San Cristóbal Verapaz
- Tactic
- Tukurú
- Tamahú
- Panzós
- Senahú
- Cahabón
- Lanquín
- Chahal
- Fray Bartolomé de las Casas
- Chisec
- Santa Cruz Verapaz
- Santa Catalina La Tinta
- Raxruhá

### **1.1.2. Municipio de Cobán**

El municipio de Cobán está situado en una posición que le favorece estratégicamente, lo que le permite fungir como sede del centro económico, empresarial e institucional de la región, brindando servicios financieros, bancarios, empresariales y logísticos a los departamentos circunvecinos. A la

vez, su posición geográfica le permite ser el centro de reunión de visitantes, ya que a partir de aquí, se puede optar por diversos lugares turísticos que se pueden visitar.

Figura 2. **Parque Central La Paz**



Fuente: Parque central de Cobán.

- **Aspecto político administrativo**

Es el centro principal político, administrativo y de negocios, así como de prestación de servicios especializados, gozando de importancia comercial, artesanal y folklórica. Esta centralidad ha generado un grado de influencia y atracción sobre los demás centros urbanos situados alrededor.

Estas funciones y actividades han favorecido para que el espacio físico de la ciudad -área urbana- se extienda y se modernice, esto ha implicado la

construcción de infraestructura urbana que ha modificado de manera irreversible las características morfológicas de la ciudad y del medio natural.

Esta dinámica de crecimiento ha sido estimulada por el aumento de la densidad de la población, fortalecida por la migración del campo a la ciudad. Este movimiento migratorio ha promovido la ocupación de terrenos próximos al área urbana.

Estos nuevos asentamientos planificados o no, van transformando la morfología de la ciudad facilitando la configuración desarticulada, monótona y fuera del contexto del área urbana que mantiene una constante renovación y expansión.

#### **1.1.2.1. Demarcación geográfica del municipio de Cobán**

El municipio de Cobán limita al norte con Chisec, al este con San Pedro Carcha y San Juan Chamelco, al poniente con Santa Cruz Verapaz y San Cristobal Verapaz, y al sur con Tactic, Alta Verapaz.

Se encuentra a una latitud 15° 28' 23" y longitud 90° 22 ' 37", se encuentra a una altura 1 316 metros sobre el nivel del mar.

La mayor parte del terreno es quebrado en un 90 por ciento, con una ligera planicie del 10 por ciento, entre los principales accidentes hidrográficos del municipio se destacan: el río Cahabon, Sachichaj, Actela, Icbolay, El Peyan y San Simón.

En años anteriores la fertilidad del suelo se debía a que la acción erosiva era insignificante. Una lluvia suave llamada Chipi-Chipi, mantenía la humedad de la tierra a cualquier altura. Actualmente durante los meses de diciembre y enero puede verse eventualmente el Chipi-Chipi.

Según la clasificación de Holdridge y la adaptación para Guatemala por el cobanero René de la Cruz, el municipio de Cobán se consideró como bosque muy húmedo subtropical frío.

#### **1.1.2.2. Situación demográfica**

El municipio de Cobán, tiene 144 461 habitantes equivalentes al 3,5 por ciento de la república, y el 19 por ciento del departamento. En su mayoría viven en el área rural equivalente al 67,3 por ciento municipal y el 9,9 por ciento departamental. Teniendo además paridad en el género, ya que el 50 por ciento población es femenina.

##### Ciudad de Cobán

En la ciudad de Cobán, habitan 30 748 personas (equivalente al 0,7 por ciento de la República, al 4 por ciento del departamento, y al 21 por ciento del municipio). Concentra al 18,8 por ciento de la población urbana departamental.

- Sexo: la población masculina representa el 47,5 por ciento (14 593 habitantes). La población femenina representa el 52,5 por ciento (16 155 habitantes)

- Composición Étnica: la población indígena representa el 57,4 por ciento (17 659 habitantes) La etnia es el Q'eqchi' y el idioma es denominado también Q'eqchi', además del castellano. Población no indígena representa el 42,6 por ciento (13 089).
- Aspecto Cultural: la comunidad cobanera, en su desenvolvimiento cultural, crea un gran número de costumbres y tradiciones, en mayoría, ligadas a su religiosidad.
- Religión: la religión predominante es la católica y en menor proporción las iglesias evangélicas o protestantes. A partir de la firma de los Acuerdos de Paz se ha experimentado un resurgimiento de la religión maya, tomando un mayor auge las actividades propias de la población indígena.
- Sincretismo: valores de la espiritualidad cristiana, que entran a formar parte de la espiritualidad maya, debido a la implantación del cristianismo en la conquista. Comenzó con la construcción de templos en los centros ceremoniales. Los ritos son formados en su hogar, pero la iglesia absorbe a muchos.
  - El Paab'ank: es la ceremonia por medio de la cual los q'eqchi'es de Alta Verapaz practican su sincretismo religioso y cultural. Éste tiene sus raíces, según se cree, en la época precolombina.

Es una fiesta realizada en honor al santo de una cofradía, los cuales tienen a cargo su preparación y los principales cofrades en el ritual religioso.

Las actividades que se realizan son: bendición de candelas, traslado del santo, de la ermita a la Iglesia parroquial (por medio de una procesión con tambor, chirimía, etc.), celebración de misa en honor al Santo, preparación de la comida especial: caldo de chunto o kaq'ik, tamalitos de masa o pochitos, boj, cacao, entre otros, velación del santo, quema de cohetes, ceremoniales y bailes de los participantes.

El origen del Paab'ank es considerado precolombino, siglos en los que su espiritualidad giraba alrededor de deidades mayas. Sin embargo, la llegada de los españoles, y la conquista por medio del cristianismo, introdujo nuevos elementos a estas ceremonias, como el culto a las imágenes de la Iglesia Católica.

- Los bailes folklóricos: son una representación histórica por medio del baile-drama. Algunos de estos bailes fueron traídos por los españoles y adoptados por los indígenas, haciéndoles modificaciones, mientras que otros son propiamente indígenas.

Es un arte muy completo, porque elaboran sus propios trajes, el tallado de las máscaras, el uso de instrumentos musicales autóctonos (principalmente la chirimía, el tambor, etc.), piezas musicales antiguas, la pirotecnia, etc. Entre los principales bailes se tiene: el baile del Mono, del Torito, de Recua, del Venado Salvaje, del Diablo por mencionar algunos.

- Festival folklórico: a finales del mes de julio previamente a la celebración de la feria departamental se organiza al festival folklórico nacional de Cobán. Se trata de una fiesta de etnias indígenas de origen maya, garífuna y xinca, cuyo propósito es enaltecer y mostrar sus tradiciones, costumbres, bellas artes, etc.

### **1.1.2.3. Urbanización**

La ciudad de Cobán ha crecido vertiginosamente durante estos últimos años, dada la importancia que tienen como cabecera departamental, es el punto de confluencia de actividades de culturales, comerciales, financieras, sociales, deportivas, etc.

Esta dinámica impulsada por el crecimiento demográfico y económico ha ido transformando la ciudad, generando nuevas necesidades de infraestructura, servicios y redes de comunicación; actualmente la infraestructura del área urbana no responde a estas necesidades.

Por 1800 Domingo Juarros en su Compendio de la Historia de la ciudad de Guatemala, hace referencia a la actual cabecera departamental y municipal de Alta Verapaz, refiriéndose a lo que hoy es la ciudad de Cobán de la siguiente manera: la capital se intitula la imperial ciudad de Santo Domingo de Cobán. De acuerdo a este dominico, Cobán fue en sus orígenes la mayor población de indígenas que se tiene en el reino, pues hay en ella más de 12 000 individuos.

Además Cobán fue la sede del Alcalde Mayor y lo fue de los obispos de Verapaz, se hallaba dividida en cuatro barrios: el primero es el de Santo Domingo, en donde está plantada la iglesia y el convento: éste lo formaron los religiosos con los indígenas que habitan las montañas de Chichén y del Xucaneb.

El segundo, es el barrio de Santo Tomás Apóstol: fue fundado en los tiempos inmediatos a la conquista, con los lacandones que estaban situados al norte de Cobán.

El tercero: es el barrio de San Marcos que se pobló con los lacandones que se sacaron de las montañas de Chamá.

A fines del siglo XVII, el barrio de San Juan Alcalá se fundó con los nativos convertidos de la nación de los acaláes, que moraban en las montañas de Chisec.

Cobán además de los barrios con los que fue fundado, posteriormente fue dividido en cantones, por sugerencia del ingeniero José D. Moran, siendo, El Porvenir, El Progreso, La Libertad y la Independencia los primeros de ellos, todo esto significaba que la nueva ciudad tomaba forma y se extendía a lo largo y ancho del fértil paraje en el que se encontraba y que debía su riqueza y crecimiento a la presencia de recursos como el agua, proporcionada por el serpenteante y agresivo río Cahabón.

Juarros agregaba además sobre Cobán: “goza esta ciudad de Cobán privilegios de escudo de armas, describiendo dicho escudo de la siguiente manera: en la parte superior de éste se ve un arco iris en campo de azur (azul) y encima este monte, tomado del capítulo 9 del Génesis, Versículo 13”: yo pondré mi Arco en la parte superior de éste se ve pintado un mundo, con las armas del orden de Santo Domingo en medio, y sobre el mundo sentada una paloma blanca, con un ramo de oliva en el pico.

Juarros, también relata la historia de la presencia española y la adjudicación a Cobán de una real cédula, emitida por su majestad Carlos V de Alemania y I de España, en la que por la característica particular en las Américas de su conquista pacífica merece tan importante distinción.

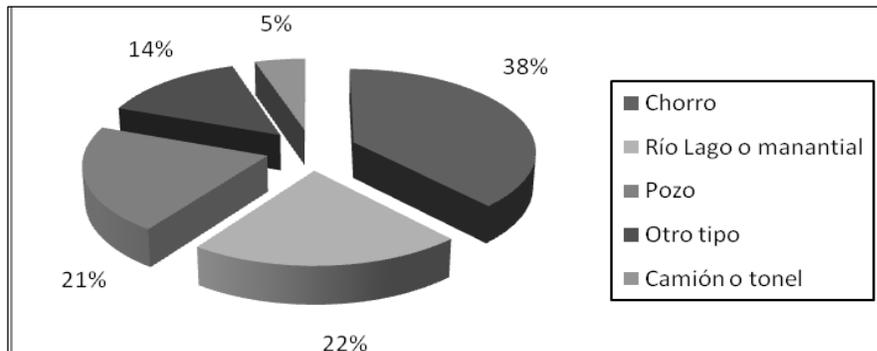
Figura 3. **Panorámica del centro urbano**



Fuente: centro de Cobán.

El municipio de Cobán en el área urbana, presenta las siguientes estadísticas en los servicios básicos, según el XI Censo de Población y VI de Habitación 2002.

Figura 4. **Hogares por tipo de servicio de agua**



Fuente: elaboración propia.

El 44 por ciento de los hogares del área urbana tienen acceso al servicio de agua entubada, el 56 por ciento restante, deben acarrear el agua hacia su hogar desde una fuente ubicada dentro o fuera de su comunidad. En el área rural el acarreo lo realizan más del 80 por ciento de hogares.

Tabla I. **Características de vivienda y habitación**

Promedio de cuartos por hogar	2
Promedio de personas por dormitorio	3

Fuente: elaboración propia.

Tabla II. **Servicio sanitario**

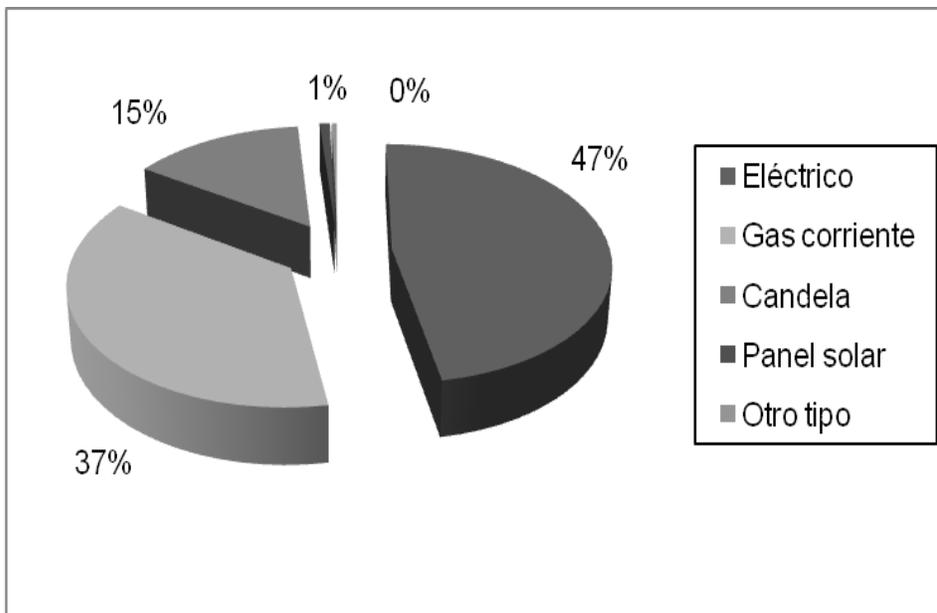
Hogares con servicio sanitario	93%
Hogares sin servicio sanitario	7%

Fuente: elaboración propia.

El 93 por ciento de hogares del municipio tienen acceso a un sistema de evacuación de aguas negras, el 7 por ciento restante corresponde a los sectores más pobres o desatendidos los cuales desechan sus aguas servidas a flor de tierra, generando focos de contaminación en el mismo lugar de habitación deteriorando la calidad de vida de la población.

La ciudad de Cobán no cuenta con un sistema de tratamiento de aguas negras, por lo que estas se conducen a los ríos que atraviesan la ciudad contaminando el recurso hídrico del municipio, y afectando directamente al 20 por ciento de hogares que utilizan estas fuentes de agua para sus necesidades básicas.

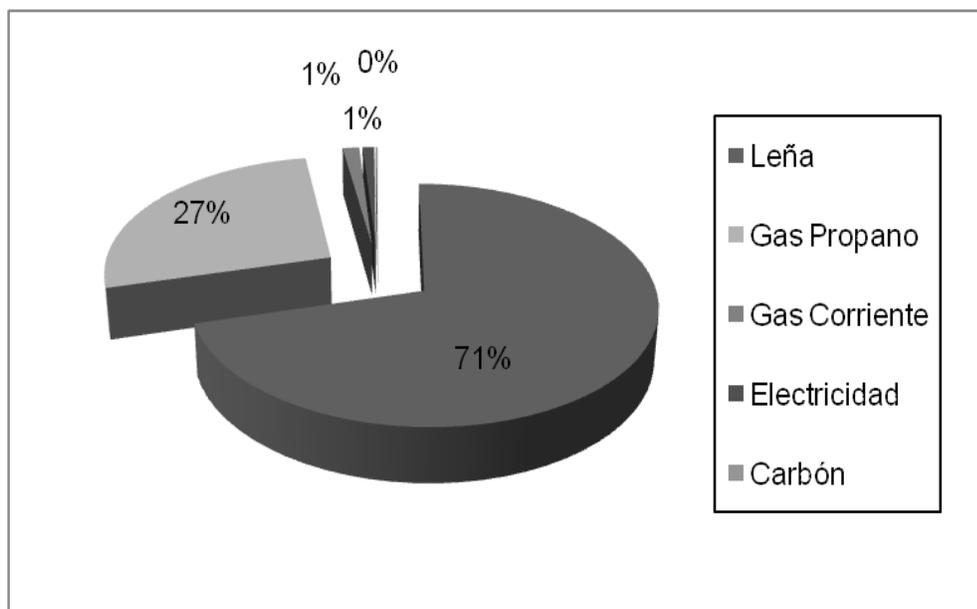
Figura 5. **Hogares por tipo de alumbrado que disponen**



Fuente: elaboración propia.

El servicio eléctrico es el que presenta el mayor déficit en la cobertura de hogares, ya que solamente el 47 por ciento de la población cuenta con este servicio básico. El 53 por ciento restante utiliza otros medios para iluminar su vivienda.

Figura 6. **Hogares por medio utilizado para cocinar**



Fuente: elaboración propia.

El 71 por ciento de la población utiliza leña para cocinar, lo que genera problemas al medio ambiente por la deforestación, además es la causa principal de enfermedades respiratorias por el humo que despiden de la combustión de la leña al cocinar.

### **1.1.3. Basurero municipal**

El municipio de Cobán cuenta únicamente con un basurero municipal, el cual concentra la recolección total de la basura generada en el municipio.

El basurero municipal es un vertedero de desechos o relleno sanitario el cual se encuentra ubicado en la finca municipal de Sachamach.

#### **1.1.3.1. Ubicación**

El basurero municipal se encuentra ubicado en la finca municipal Sachamach, zona 12, Cobán, Alta Verapaz, tiene una extensión de 5 kilómetros cuadrados y limita al norte con la Comunidad Chivencorral y noroeste con la Colonia El Esfuerzo II, al oeste con el Río Cahabón, Comunidad Chirremesché, Cooperativa Chicoj y la Colonia Nueva Esperanza, al este con la finca De León Hermanas, al noreste con el Centro Universitario del Norte (CUNOR) y al sur con Lotificación Chichaic, Buena Vista y comunidad Chirretzaaj.

La población se estimó a principios del 2007 en 4 925 de habitantes, actualmente se desconoce este dato, debido a las frecuentes invasiones de tierras en el área cercana al basurero.

#### **1.1.3.2. Lineamientos y funcionamiento**

En el municipio de Cobán la mayoría de servicios básicos están concentrados en el área urbana, por lo tanto la población rural es la que se encuentra más afectada al carecer de algunos de estos servicios. Entre ellos se cuentan: energía eléctrica, público, educación, alumbrado drenajes, letrinas,

servicios sanitarios, sistema de recolección de basura, salud, rastros, cementerios, servicios de comunicación y otros servicios.

Hace algunos años, el servicio de recolección de basura a domicilio lo prestaba la municipalidad, servicio que actualmente es prestado por empresas particulares. El servicio de recolección de basura se presta sólo en el área urbana, por cuatro empresas privadas, denominadas Marconi, Sol, Semdel y Reinaldo Morales Ixcoy, a quienes los vecinos pagan una cuota mensual promedio de Q 30,00 por usuario.

Después de la recolección, la basura es depositada en un vertedero de desechos o relleno sanitario. Mientras que en el área rural se elimina la basura de forma distinta, por ejemplo: vertedero a cielo abierto, quemada, enterrada y algunos la tiran en lugares no autorizados.

Cabe mencionar que estas mismas empresas realizan la recolección de basura de los municipios de San Pedro Carchá, San Juan Chamelco, San Cristóbal, Santa Cruz y Tactic, debido a que los mismos son cercanos a la cabecera departamental, por lo que el basurero municipal de Cobán, Alta Verapaz, ha servido como un sitio de afluencia de la basura de estos municipios.

También existe un número considerable de personas del municipio de Cobán, Alta Verapaz y de los municipios mencionados anteriormente que ingresan al basurero en la finca municipal Sachamach, de forma individual para depositar allí, la basura que recolectan diariamente en sus viviendas y/o negocios, lo que ha contribuido a incrementar el problema.

Figura 7. **Basurero municipal de Cobán**



Fuente: basurero municipal de Cobán.

### **1.1.3.3. Manejo y tratamiento de los desechos por parte de las autoridades municipales**

Dado que desde un principio la ubicación de este basurero no cumplió ninguna planificación técnica y urbanística con visión futurista, hoy día sufren los efectos de la contaminación ambiental las personas que habitan en su entorno, así como para quienes estudian o trabajan en el lugar. Pues se encuentran frente a muchos factores de riesgo para la salud, por no tener protección alguna al estar expuestos a los malos olores, moscas, roedores y a microorganismos infectantes que se encuentran diseminados en el aire.

En ningún momento se ha considerado la operacionalidad y buen manejo de los desechos sólidos y líquidos en este lugar, lo cual ha provocado la intervención de entidades ambientalistas y de salud coordinadas entre sí, a tomar medidas administrativas y legales, como sanciones monetarias mediante multas económicas impuestas directamente por el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, para obligar a las autoridades municipales a tomar acciones tendientes a disminuir los múltiples problemas que ocasiona el basurero.

Aunque el manejo de los desechos sólidos hasta el presente año, ha visto una mejoría en lo que respecta del tratamiento como relleno sanitario, pues se ha empezado a dar un tratamiento mínimo a la basura, éste no deja de constituir un problema latente para el ambiente y las personas que habitan en el lugar, por los siguientes argumentos:

- En primer lugar, el sitio de ubicación del basurero municipal se ha visto rodeado por la creciente urbanización, lo que hace que en la actualidad se considere inadmisibile desde el punto de vista técnico y social, por lo que necesariamente precisa atención por parte de entidades competentes.
- En segundo lugar, a pesar del control y manejo que se ha dado a estos desechos sólidos, éste no ha sido el mejor pues se ha tratado de minorizar ciertos problemas que ocasionan los mismos, como: la generación de humo al ser quemada la basura, vectores como ratas, cucarachas, moscas y mosquitos, y malos olores que se generan durante el proceso de descomposición de la basura, pero no se ha considerado elementos como la contaminación del suelo, aire y el manto freático de la ciudad de Cobán, Alta Verapaz.

A nivel municipal no existe ninguna experiencia de clasificación eficiente y sistematizada de residuos sólidos.

#### **1.1.4. Aspectos generales del reciclaje**

Reciclar es un proceso simple que nos puede ayudar a resolver muchos de los problemas creados por nuestra forma de vida moderna.

Al utilizar materiales reciclados en los procesos de producción, se salvan grandes cantidades de recursos naturales no renovables. También pueden salvarse recursos renovables como los árboles. La utilización de productos reciclados disminuye el consumo de energía y al consumir menos combustibles fósiles, se generará menos bióxido de carbono y por lo tanto habrá menos lluvia ácida y se reducirá el efecto invernadero.

El reciclaje puede generar muchos empleos. Se necesita una gran fuerza laboral para recolectar los materiales aptos para el reciclaje y para su clasificación. Un buen proceso de reciclaje es capaz de generar ingresos.

El reciclaje del papel, plástico, desechos orgánicos y metales son de los más comunes, pero existen muchos otros procesos que debemos conocer y explotar.

Para el público en general, reciclar es el proceso mediante el cual productos de desecho son nuevamente utilizados. Sin embargo, la recolección es sólo el principio del proceso de reciclaje.

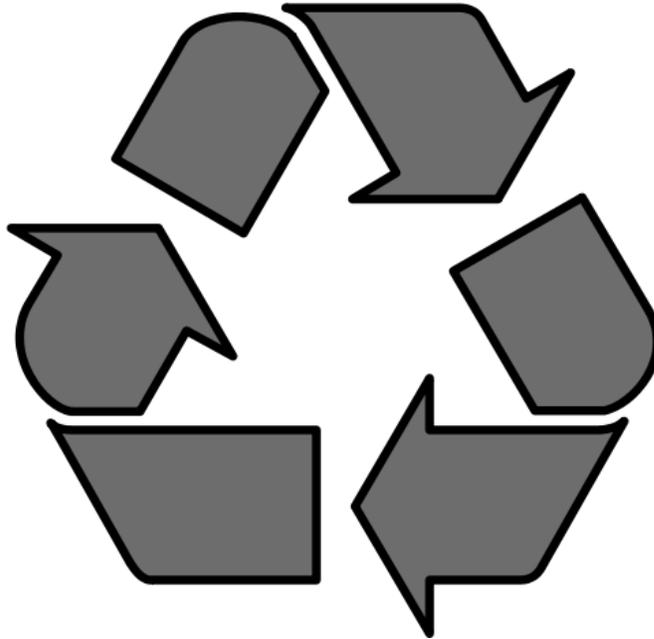
#### **1.1.4.1. Origen y significado del símbolo del reciclaje**

El símbolo original del reciclaje se creó en 1970, en un concurso de diseño entre estudiantes estadounidenses, organizado por la Container Corporation of America como parte del primer Día de la Tierra. El ganador fue Gary Anderson, un estudiante de último curso de la Universidad de California del Sur, en Los Ángeles.

El símbolo es un círculo de Möbius y cada una de sus tres flechas representa uno de los pasos del proceso de reciclaje: recogida de materiales para reciclar, el proceso mismo del reciclaje y la compra de estos productos reciclados, de manera que el sistema continúa una y otra vez. Anderson se basó en su diseño en la banda descubierta en 1858 por el matemático y astrónomo alemán August Ferdinand Möbius (1790-1868).

No son jeroglíficos, ni signos al azar, sino símbolos de reciclaje. Los envases o productos que los llevan nos recuerdan que pueden ser o que han sido reciclados y nos ofrecen información tan diversa, como el tipo de material con que están fabricados o el lugar concreto donde deben depositarse para su conveniente reciclaje. Gracias a ello, los consumidores pueden concienciarse de la importancia de reciclar, un hábito que ayuda a ahorrar energía, materias primas y en el proceso de recogida y eliminación de basuras.

Figura 8. **Símbolo internacional del reciclaje**



Fuente: <http://www.ecologismo.com/2008/11/10/simbolos-de-reciclaje/>. Consulta: 15 de mayo de 2012.

#### **1.1.4.2. Reciclaje y desperdicio**

Reciclar es cualquier proceso donde materiales de desperdicio son recolectados y transformados en nuevos materiales que pueden ser utilizados o vendidos como nuevos productos o materias primas.

Otra definición puede ser la siguiente: es un proceso que tiene por objeto la recuperación, de forma directa o indirecta, de los componentes que contienen los residuos urbanos.

## ¿Qué se puede reciclar?

Prácticamente el 90 por ciento de la basura doméstica es reciclable, por eso es importante que separemos en nuestra casa la basura y dispongamos de contenedores adecuados, así como el manejo por parte de las empresas encargadas de servicio de recolección de basura y el basurero municipal deben de contar con un adecuado manejo de la misma.

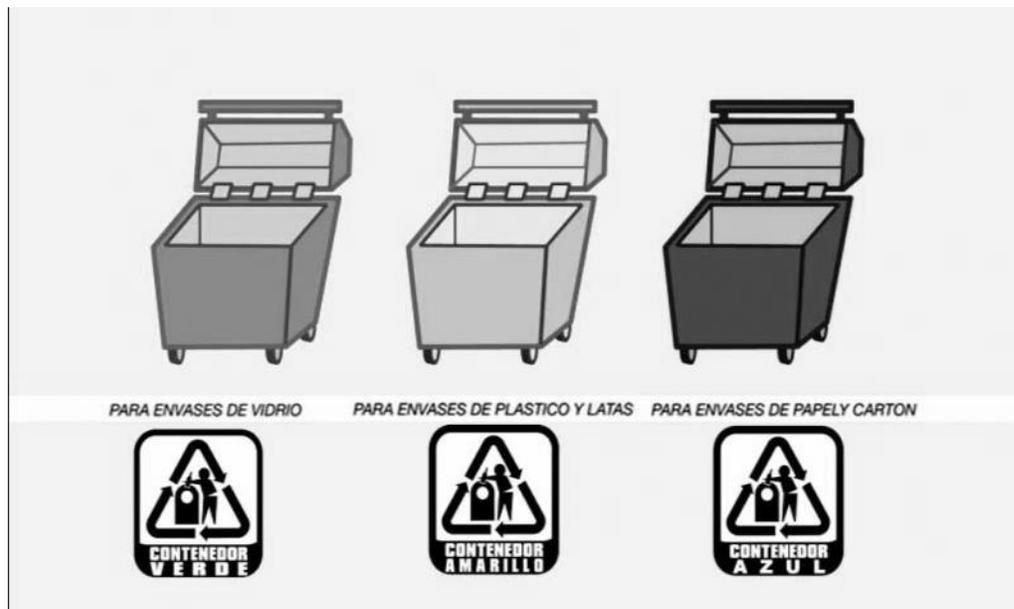
- Los objetivos del reciclaje son los siguientes:
  - Conservación o ahorro de energía.
  - Conservación o ahorro de recursos naturales.
  - Disminución del volumen de residuos que hay que eliminar.
  - Protección del medio ambiente.
  
- El reciclaje permite:
  - Ahorrar recursos.
  - Disminuir la contaminación.
  - Alargar la vida de los materiales aunque sea con diferentes usos.
  - Ahorrar energía.
  - Evitar la deforestación.
  - Reducir el 80% del espacio que ocupan los desperdicios al convertirse en basura.
  - Ayudar a que sea más fácil la recolección de basura.
  - Tratar de no producir toneladas de basura diariamente que terminan sepultadas en rellenos sanitarios.
  - Vivir en un mundo más limpio.

### 1.1.4.3. Tipos de reciclaje

El reciclaje es un proceso fisicoquímico o mecánico que consiste en someter a una materia o un producto ya utilizado a un ciclo de tratamiento total o parcial para obtener una materia prima o un nuevo producto. También se podría definir como la obtención de materias primas a partir de desechos, introduciéndolos de nuevo en el ciclo de vida y se produce ante la perspectiva del agotamiento de recursos naturales, macro económico y para eliminar de forma eficaz los desechos de los humanos que no necesitamos

El reciclado de los diversos materiales de desecho diario comienza desde el consumidor, con la correspondiente separación por tipo, así entonces se diferencian tres tipos de reciclaje, que se caracterizan por color de contenedor.

Figura 9. colores de contenedores



Fuente: <http://www.ecologismo.com/2008/11/10/simbolos-de->. Consulta: 15 de mayo de 2012.

### Tipos de reciclaje:

- Contenedor amarillo: este contenedor es el que está destinado para los envases ligeros de todo tipo, como botellas plásticas, latas, *briks*, bandejas, bolsas y otros.
- Contenedor azul: en este contenedor se depositan todos los residuos de papel o cartón, como revistas, cajas, periódicos, envoltorios por mencionar algunos.
- Contenedor verde claro: en este contenedor se depositaran todos aquellos elementos de vidrio, botellas, adornos, etc., generalmente la forma de estos contenedores difiere del resto, ya que tiene forma de iglú.
- Contenedor verde oscuro (En algunos países es gris y naranja): por último, este contenedor es el indicado para echar en él todos los materiales orgánicos de desecho.

Existen otras clasificaciones de reciclaje que se refieren a la deposición de desechos tóxicos y/o peligrosos, como químicos, pilas voltaicas, metales y basura electrónica.

Figura 10. Clasificación de reciclaje



Fuente: <http://profejuanjofortes.wikispaces.com/reciclado>. Consulta: 15 de mayo de 2012.

Breve descripción de los proceso de reciclado que se lleva a cabo con los 3 tipos de desechos reciclados más importantes:

- Papel y cartón:
  - Recolección de papel o cartón en los contenedores azules.
  - Una empresa se encarga de recoger dichos desechos.
  - Separar por tipos: el papel blanco, el cartón y la prensa (periódicos, revistas y otros).
  - Llevar a la fábrica de papel y esta la convierte en nuevos artículos para el uso.

- Los vidrios:
  - Se recoge el vidrio de los contenedores verdes.
  - Se lleva a la fábrica y esta lo convierte en nuevos artículos de vidrio, botellas, vasos, etc.
  
- Metales y plásticos:
  - Se recogen los metales o plásticos en los contenedores amarillos.
  - Una empresa se encarga de recoger dichos desechos.
  - Se separa por tipos: *briks*, plásticos o metales.
  - Se lleva a la correspondiente fábrica de papel y esta la convierte en nuevos envases.

#### **1.1.4.4. Planta de reciclaje**

Una planta de reciclaje es una instalación que procesa los materiales para su reciclaje. Planta de reciclaje puede asociarse a los vertederos para agilizar el proceso de gestión de residuos, o pueden ser independientes de las instalaciones. Las materiales manipulados en una planta de reciclaje son muy variadas, dependiendo de la demanda regional de materiales específicos, y la capacidad de la planta misma.

##### **1.1.4.4.1. Tipos de plantas de reciclaje**

El diseño e implementación de las diferentes tipos de plantas dependerá de los resultados de los distintos diagnósticos. La implementación de las mismas implica la clausura y tratamiento de los sitios de disposición actual.

- Planta de recuperación
  - Objetivo:
    - Obtener la separación de componentes reciclables (papel, vidrio, aluminio y plástico), de los residuos peligrosos domiciliarios (patogénicos, latas de pintura, pilas, solventes) y de la materia orgánica.
    - Gestionar la comercialización de componentes reciclables.
    - Enviar residuos peligrosos domiciliarios y materia orgánica a deposición final en adecuado relleno sanitario.
  - Ventajas
    - Fácil operación.
    - Rápida implementación.
    - Recuperación de papel, vidrio, aluminio y plástico y su comercialización.
    - Creación de puestos de trabajo.
    - Impacto positivo en la opinión pública.
    - Conservación del mismo sistema de recolección domiciliaria existente, considerando que los residuos sólidos urbanos serán enviados sin compactar.
    - Baja inversión.

- Desventajas
  - No utilización de residuos orgánicos.
  - Costos elevados en el uso del relleno sanitario, por acumulación de volumen de materia orgánica.
  - Falta de participación comunitaria, dado que el proceso de separación se produce exclusivamente en la planta de tratamiento.
  
- Operación
  - El residuo sólido urbano ingresa a la planta en bolsas comunes (no existiendo separación previa). Es conducido a la cinta transportadora en donde se efectúa la separación manual de los distintos materiales secos. Estos pasan luego al área de selección por color/calidad/tipo y se envía al área de prensado/armado de fardos. Los fardos se almacén hasta su comercialización a empresas de reciclado.

Los residuos no recuperados son enviados a un Relleno Sanitario debidamente construido.

- Residuos recuperados.  
Material seco (materia inorgánica) con características reciclables.
  
- Residuos reciclados.  
No existen.

- Necesidades mínimas de terreno  
Se recomiendan 2 hectáreas / 15 000 habitantes, alejadas del casco urbano.
- Necesidades mínimas de personal.  
Se recomiendan 10 operarios / 15 000 habitantes.
- Planta de recuperación y tratamiento
  - Objetivo.
    - Obtener la separación de componentes reciclables (papel, vidrio, aluminio y plástico), de los residuos.
    - Peligrosos domiciliarios (patogénicos, latas de pintura, pilas, solventes).
    - Reciclar la materia orgánica como lombricompuesto para utilizar en forma de Fertilizante orgánico en horticultura y/o forestación.
    - Gestionar la comercialización de componentes reciclables y fertilizantes orgánicos.
    - Enviar residuos peligrosos domiciliarios a disposición final en adecuado relleno sanitario.

- Ventajas
  - Disminución importante de costos por uso menor de relleno sanitario, debido a la disminución de volumen de materia orgánica por reciclado.
  - Creación de conciencia ambiental en la población ya que se propicia la separación previa en el domicilio de orgánicos vs. inorgánicos.
  - Impacto positivo en la opinión pública.
  - Rápida puesta en marcha de la planta.
  - Recuperación de papel, vidrio, aluminio y plástico.
  - Desarrollo de fertilizante orgánico para ser comercializado con calidad diferenciada para cultivos hortícolas orgánicos.
  - Creación de puestos de trabajo.
- Desventajas
  - Implementación de la separación en el domicilio lenta debido a que se necesita un cambio cultural de la población (proceso de capacitación).
  - Necesidad de inversión en logística de recolección domiciliaria (camión/es para recolección diferencia).

- Operación
  - El RSU ingresa a la planta en bolsas separadas/identificadas (orgánicos e inorgánicos) y se realiza la descarga en dos sectores distintos.
  - En el Sector Inorgánico, se efectúa en la cinta transportadora la separación manual de los distintos materiales secos. Estos pasan luego al área de selección por color/calidad/tipo y se envía al área de prensado/armado de fardos. Los fardos se almacén hasta su comercialización a empresas de reciclado.
  - En el sector orgánico, se selecciona sobre la cinta transportadora las bolsas, retirando material inorgánico/no degradable. El material a granel es enviado al área de compostado donde se realizan las pilas de residuo. Estas se van rotando diariamente (controlando temperatura y humedad), produciéndose la biodegradación. De aquí pasan al área lombricompuesto, donde se arman “camas” en las que se ubican las lombrices californianas responsables de transformar proteínas en nutrientes (N, K, P). El producto final es embolsado y almacenado para su comercialización.
  - Los residuos no recuperados son enviados a un relleno sanitario debidamente construido.

- Residuos recuperados.

Material seco (materia inorgánica) con características reciclables.

- Residuos reciclados

Materia orgánica para uso como fertilizante orgánico.

- Necesidades mínimas de terreno.

Se recomiendan 2 hectáreas / 15 000 habitantes, alejadas del casco urbano.

- Necesidades mínimas de personal

Se recomiendan 16 operarios / 15 000 habitantes.



## **2. DIAGNOSTICO SITUACIONAL**

### **2.1. Recolección actual de la basura**

En la actualidad el modo de recolección de basura es a través de camiones recolectores de basura los cuales cobran Q 30,00 mensuales por el servicio.

En la ciudad de Cobán existen dos mercados: el mercado central y el mercado San Vicente o Cantonal los cuales acumulan toda su basura en basureros comunales los cuales acumulan todos los desechos diarios de los mercados a los cuales le presta el servicio de extracción de basura la municipalidad.

#### **2.1.1. Descripción de los métodos**

Actualmente es prestado por empresas particulares las cuales realizan recolección a domicilio dos veces por semana, el servicio se presta sólo en el área urbana por empresas privadas.

Después de la recolección, la basura es transportada y depositada en un vertedero de desechos o relleno sanitario en un terreno municipal en las periferias de Cobán.

Existe un número considerable de personas del municipio de Cobán y municipios vecinos que ingresan al basurero en la finca municipal Sachamach,

de forma individual para depositar allí, la basura que recolectan diariamente en sus viviendas y/o negocios.

## 2.2. Cantidad y características de los desperdicios generados en el municipio

A continuación se presenta las cantidades de basura recolectada en estos últimos años y las proyecciones para la siguientes dos décadas:

Tabla III. **Cantidades de basura en los últimos años en Cobán**

Año	Proyección población urbana y peri-urbana <sup>1</sup>	Porcentaje de cobertura del servicio de recolección <sup>2</sup>	Producción unitaria de basura en kg/hab-día <sup>3</sup>	Producción diaria de basura en ton/día	Producción anual de basura en ton/año
2008	73.752	0,40	0,56	16,39	5.981,51
2009	78.693	0,50	0,56	22,08	8.057,62
2010	83.966	0,60	0,57	28,55	10.420,15
2011	89.592	0,70	0,57	35,89	13.101,06
2012	95.594	0,75	0,58	41,44	15.127,10
2013	101.999	0,80	0,58	47,64	17.388,82
2014	108.833	0,85	0,59	54,55	19.910,62
2015	116.125	0,90	0,60	62,24	22.719,26
2016	123.905	0,95	0,60	70,81	25.844,08
2017	132.207	0,95	0,61	76,31	27.851,39
2018	141.065	0,95	0,61	82,23	30.014,61
2019	150.516	0,95	0,62	88,62	32.345,85
2020	160.601	0,95	0,63	95,50	34.858,15
2021	171.361	0,95	0,63	102,92	37.565,58
2022	182.842	0,95	0,64	110,91	40.483,30
2023	195.092	0,95	0,64	119,53	43.627,64
2024	208.164	0,95	0,65	128,81	47.016,19
2025	222.111	0,95	0,66	138,82	50.667,94
2026	236.992	0,95	0,66	149,60	54.603,32
2027	252.871	0,95	0,67	161,22	58.844,36

Fuente. <http://www.econsult.gt/reciclaje>. Consulta: 15 de mayo de 2012.

### **2.3. Condiciones y estado del basurero del Municipio de Cobán**

El botadero de basura, es cuna y hábitat de fauna nociva transmisora de múltiples enfermedades. En él se observa la presencia de perros, vacas, cerdos y otros animales que representan un peligro para la salud y la seguridad de los pobladores de la zona.

#### **2.3.1. Manejo de desechos**

Como en la mayoría de los departamentos, los desechos del basurero actualmente son manejados como relleno sanitario, no se realiza ningún tipo de reciclaje o clasificación de la basura.

#### **2.3.2. Equipo, vehículos recurso humano disponible**

Se dispone en el basurero municipal de dos tractores y dos operarios, encargados de ordenar y mover los volúmenes de basura transportados por las empresas de recolección y personas individuales en el depósito correspondiente.

### **2.4. Antecedentes de reciclaje en el municipio de Cobán.**

La municipalidad nunca ha contado con un programa de reciclaje y la población adolece de una cultura de reciclaje, pero haciendo campañas de socialización se podría lograr un lugar más limpio y además recuperar materia prima como plástico, papel, vidrio, o un nuevo producto.

Entre los beneficios del reciclaje tenemos reducción del volumen de residuos, y por lo tanto de la contaminación que causarían (algunas materias tardan decenas de años e incluso siglos en degradarse).

Preservación de los recursos naturales, pues la materia reciclada se reutiliza.

### **3. PROPUESTA PARA EL DISEÑO DE LA PLANTA RECICLADORA**

Debido a todo lo expuesto anteriormente, se hace necesario el diseño e instalación de una planta de reciclaje en la ciudad de Cobán.

Debe considerarse también que actualmente se tienen problemas con la eliminación de la basura, más que todo relacionados con la conciencia de la sociedad y con los métodos de eliminación por incineración, los cuales son sumamente nocivos para la salud.

El factor principal que da lugar a la decisión de construcción de un nuevo producto, o a la expansión o modernización de las condiciones presentes, es generalmente de tipo económico y suele ir acompañado de interrogantes del tipo de beneficios económicos (utilidad) y sociales.

#### **3.1. Optimización de los procesos**

El diseño y construcción de la planta de reciclado estará bajo la responsabilidad de la municipalidad de Cobán y la empresa designada para el desarrollo de la obra, quienes atenderán a los beneficios de la utilidad social y los costos de construcción, así como a las especificidades en el diseño y disposición de la maquinaria. El ingeniero de diseño debe estar en una posición tal que le sea posible dar a la gerencia unos costos de pre construcción estimados, basados en un diseño preliminar de la planta para la fabricación del producto, de manera tal que sea posible llegar a una decisión con bases firmes.

- Este análisis preliminar de diseño de la planta incluye:
  - Proceso de fabricación.
  - Selección del equipo y materiales del proceso.
  - Distribución de planta y consideraciones en cuanto a la localización.
  - Costo de fabricación.
  
- El diseño de planta detallado comprende la siguiente secuencia de pasos:
  - Ubicación de la planta.
  - Obtención de datos meteorológicos y de sismicidad.
  - Diseño del producto: características y atributos del producto.
  - Diseño del proceso: etapas del proceso, materias primas, productos intermedios, subproductos, residuos y productos finales. Diagrama de flujo del proceso.
  - Diseño del equipo: determinar el equipo y la maquinaria necesarios para la fabricación, en función del tipo de producto o productos.
  - Fijar el número de unidades de cada máquina y tipo de equipo necesarios para fabricar cada producto en función del volumen de ventas.

- Calcular el espacio total requerido para la planta, sumando:
  - El espacio necesario para la maquinaria.
  - Área de desenvolvimiento del operario
  - Área para el servicio a las máquinas
  - Área para acceso y salida de materiales
  - Área para productos terminados
  - Área para servicios al personal
  - Estacionamiento y áreas verdes
- Distribuir los diferentes departamentos en sus respectivas zonas de trabajo, de modo que el recorrido del trabajo sea lo más económico posible.
- Establecer la distribución de planta, teniendo en cuenta sobre todo la ubicación de las zonas de trabajo, áreas de almacenamiento y servicios auxiliares.
- Determinar el tamaño y disposición del terreno exterior a la fábrica, asignando el espacio necesario para estacionamiento, recepción, embarque y áreas verdes.
- Determinar el costo de equipos, terreno y edificación.
- Determinar el costo de la planta, inversiones e indicadores económicos financieros.

### **3.2. Generación, recolección, tratamiento y control**

Básicamente el sistema de manejo de los residuos se compone de cuatro subsistemas:

- **Generación**

Cualquier persona u organización cuya acción cause la transformación de un material en un residuo. Una organización usualmente se vuelve generadora cuando su proceso genera un residuo, o cuando lo derrama o cuando no utiliza más un material.

- **Transporte**

Es aquel que lleva el residuo. El transportista puede transformarse en generador si el vehículo que transporta derrama su carga, o si cruza los límites internacionales (en el caso de residuos peligrosos), o si acumula lodos u otros residuos del material transportado.

- **Tratamiento y disposición**

El tratamiento incluye la selección y aplicación de tecnologías apropiadas para el control y tratamiento de los residuos peligrosos o de sus constituyentes. Respecto a la disposición la alternativa comúnmente más utilizada es el relleno sanitario.

- **Control y supervisión**

Este sub sistema se relaciona fundamentalmente con el control efectivo de los otros tres sub sistemas.

### **3.3. Disposición de residuos**

Los residuos tienen una disposición final de acuerdo con sus características y por eso es importante separarlos bien y prevenir la contaminación del medio ambiente.

Los residuos como los desechos de comida, desechos de jardinería, papel higiénico, servilletas, papel aluminio, entre otros, son considerados residuos no peligrosos y no aprovechables que tienen como disposición final el relleno sanitario.

El papel, el vidrio, el cartón, el metal y el plástico, son considerados un residuo no peligroso aprovechable. Estos residuos pueden ser útiles en otros procesos como materia prima. Para su aprovechamiento debemos entregarlos clasificados a los encargados de la recolección o personas que se puedan beneficiar con este material.

Los residuos peligrosos aprovechables (como aceites) deberán tener un manejo adecuado por parte de los encargados de la recolección para ser reutilizados sin impactar el medio ambiente. Este proceso de reutilización se lleva a cabo después de que pase por un proceso que permita su reutilización.



## **4. IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA**

### **4.1. Localización de la Planta de Reciclaje**

A continuación se describe donde será localizada la planta de reciclaje para la ciudad de Cobán, esta debe cumplir con todos los requerimientos sanitarios y operacionales de acuerdo con estándares internacionales.

#### **4.1.1. Macrolocalización**

El proyecto de planta recicladora de basura se ubicará en el municipio de Cobán, localizado en el departamento de Alta Verapaz a unos 200 kilómetros de la ciudad de Guatemala.

#### **4.1.2. Microlocalización**

Se seleccionó la finca Sachamach, localizada en la zona 12 del municipio de Cobán, por los siguientes factores: actualmente se tiene este terreno municipal destinado como área para el basurero municipal y relleno sanitario, disponibilidad de mano de obra de las comunidades vecinas, topografía del terreno, vía de acceso.

### **4.2. Descripción del proceso de reciclaje**

Aquí es donde se encuentra la parte principal de una planta de reciclaje. A continuación se menciona los diferentes pasos en el proceso de reciclaje, los cuales hacen posible la reutilización de desechos.

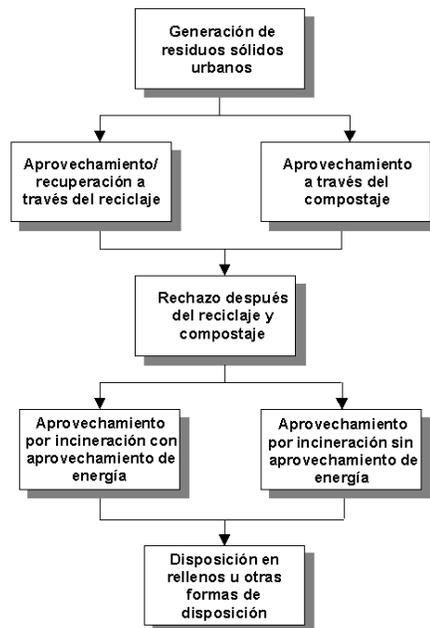
#### 4.2.1. Operaciones unitarias

Las operaciones unitarias que se requieren para efectuar el proceso son las siguientes: recolección del plástico desechado, recepción, selección, almacenaje, molienda, lavado, filtración, extrusión, enfriamiento y cortado; como operaciones auxiliares se tienen: muestreo, pesaje, análisis cualitativo físico, transporte y sedimentación de sólidos.

#### 4.2.2. Diagrama de operaciones

A continuación se muestra en la figura 3 el diagrama de recorrido del proceso de reciclaje para la planta. Este ayuda a comprender en forma gráfica el proceso de reciclado.

Figura 11. Diagrama de operaciones

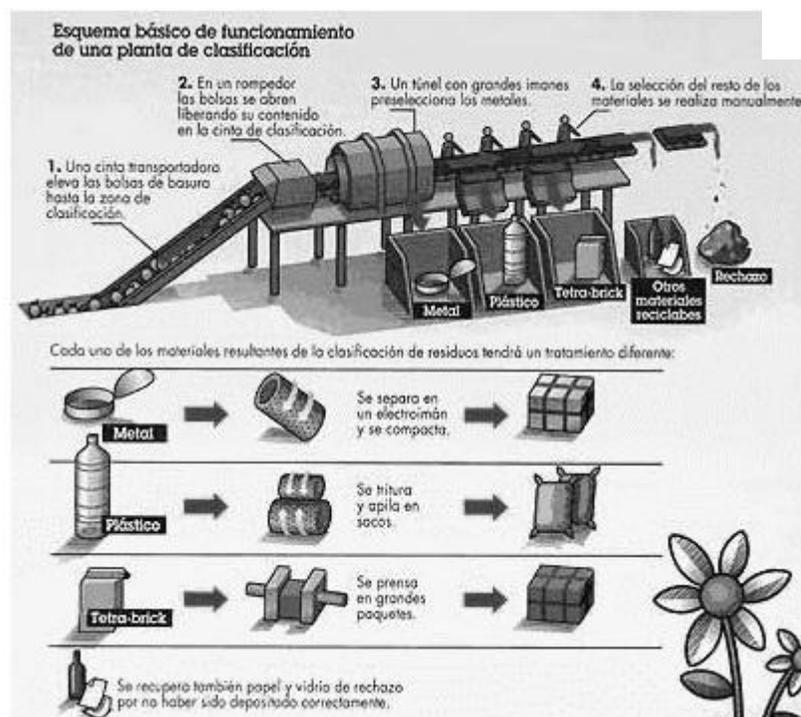


Elaboración propia.

### 4.2.3. Diagrama de proceso

El flujograma o diagrama de proceso, consiste en representar gráficamente hechos, situaciones, movimientos o relaciones de todo tipo, por medio de símbolos.

Figura 12. Diagrama de proceso



Fuente: <http://cuidatuplaneta.blgoo.cl/content/view/971697/Como-funciona-una-planta-de-reciclaje.html>. Consulta: 2 de octubre de 2012.

#### **4.3. Determinación de los componentes y equipamiento de la planta**

Las características y equipamiento de las instalaciones, es de acuerdo al tipo de planta implementada, una planta de recuperación y tratamiento está conformada por:

- Planta de tratamiento de residuos sólidos.
- Planta de clasificación de compost
  - Las instalaciones
  - La maquinaria y equipo

Equipamiento para el tratamiento de residuos sólidos

- Sistema de recepción

Este sistema tiene la función de recibir la basura urbana que llega a través de camiones procedentes del área urbana y de alimentar de forma continua la estera de captación. Toda la basura es descargada sobre una plataforma de concreto, que tiene como función, almacenar temporalmente la basura, permitiendo el funcionamiento continuo de la estera de captación, sin importar las variaciones en la descarga. Permite también una reclasificación donde se separan componentes indeseables del sistema de alimentación.

Después de la preclasificación, la basura es llevada a través de un canal metálico el cuál alimenta la estera de captación y clasificación. Este canal metálico está fabricado en chapa de acero 1010/1020 con un espesor de 3 milímetros, sus medidas son 2,5 metros de ancho, 3 metros de alto, tiene forma de embudo para dosificar la basura a ser clasificada en la estera de captación.

- Molino rompedor de bolsas

Está compuesto por un eje con cuchillas y su función es romper las bolsas donde vienen empacados los residuos sólidos unitarios.

- Esfera de alimentación

Se encuentra en el fondo del embudo y posterior al molino rompedor y está compuesta por un conjunto de placas adosadas a una cadena de tracción. Su oficio es alimentar la banda de selección de una manera continua y ordenada.

- Banda de selección

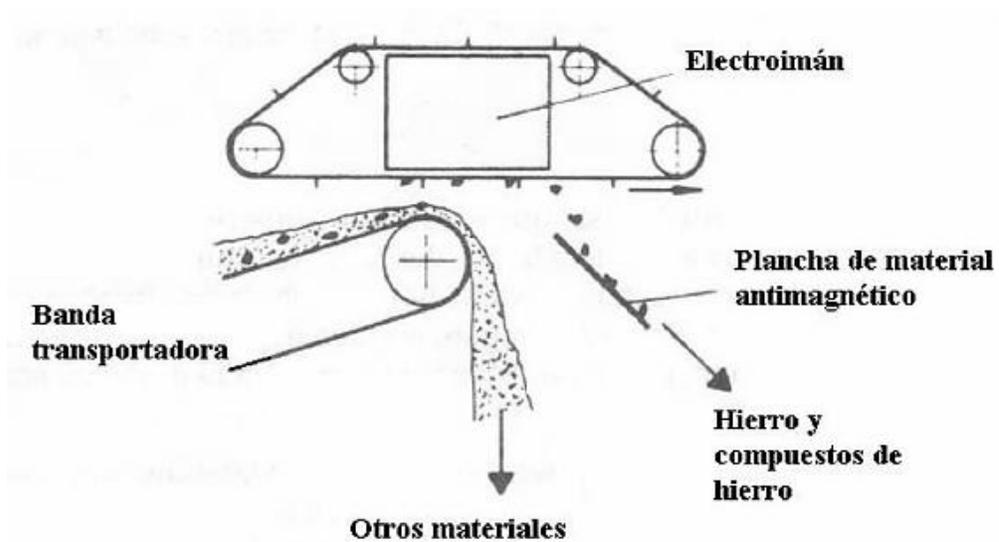
Es una banda de caucho inodora, resistente a los ácidos y que tiene una longitud y ancho mínimos de 15 metros y 0,80 metros respectivamente, con protecciones laterales y una velocidad de trabajo que fluctúa entre 6 y 12 metros por minuto, lo cual garantiza el tiempo suficiente para realizar la selección manual.

- Electroimán

A la entrada de la banda de caucho y a una altura de 0,20 metros se coloca un electroimán cuya función es retener los materiales ferrosos que puedan ir incorporados a la masa de residuos sólidos urbanos.

- Plataforma de selección

Figura 13. **plataforma de sección**



Fuente: <http://www.interempresas.net/Plastico/Articulos/42886-Separacion-de-materiales-ferricos-en-el-reciclaje-de-plasticos.html>. Consulta: 2 de octubre de 2012.

A lo largo de la banda de caucho y a una altura de 0,80 de la misma se instala una plataforma donde laborara el personal dedicado a la selección.

- Ductos

Anclados a la plataforma se instala un mínimo de 10 ductos de 1 metro de alto y 0,80 de diámetro por los cuáles se descarga el material seleccionado.

- Carros de carga

Bajo cada ducto se instala un carro equipado con ruedas macizas de caucho. Estos carros se retiran al finalizar la selección y los productos obtenidos continúan el proceso de limpieza, ripiado y empaque.

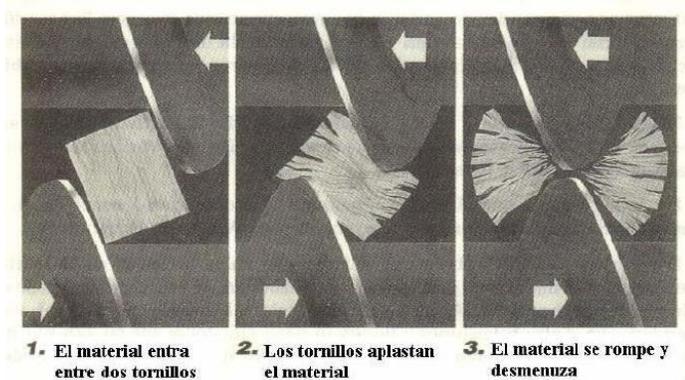
- Molino biodegradable

Al final la banda de caucho solo debe quedar en material biodegradable, el cual se hace pasar por un molino de cuchillas de dos ejes, cuya función es homogeneizar y mezclar los diferentes productos.

#### j) Tornillo sin fin

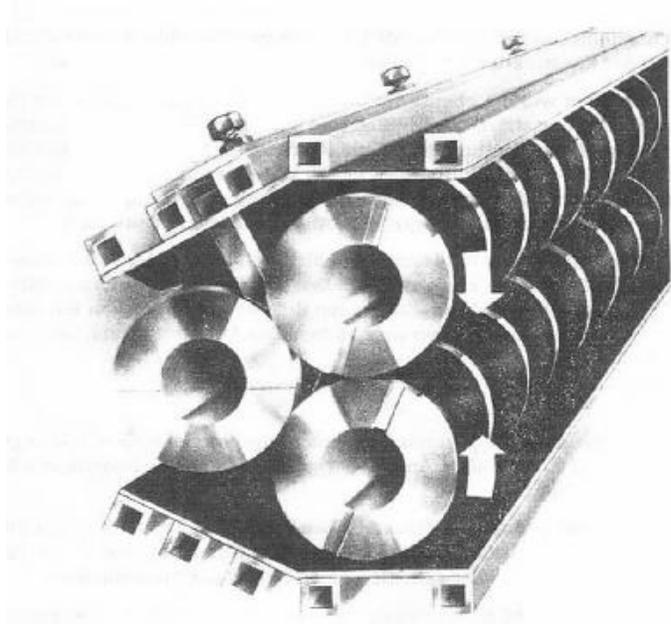
El oficio de este equipo es retirar el material procesado por el equipo de cuchillas y llevarlo hasta el elevador de cangilones.

Figura 14. **tornillo sin fin**



Fuente: <http://ginesbenizar.blogspot.com/tornillo-sin-fin-html>. Consulta: 2 de octubre de 2012.

Figura 15. **tornillos sin fin**



Fuente: <http://ginesbenizar.blogspot.com/tornillo-sin-fin.html>. Consulta: 2 de octubre de 2012.

- Elevador de cangilones

Es un equipo compuesto de una cadena sin fin a la cuál se adosan los cangilones que han de subir el material hasta un nivel donde pueda ser cargado por una volqueta o similar.

- Tolva de cargue de biodegradables

El elevador deposita el material en una tolva tipo tronco de pirámide invertida cuyo fondo se encuentra a una altura de 2,50 metros y que debe tener como mínimo una capacidad de 3 toneladas. La planta cuenta con 5 equipos de manejo de los residuos seleccionados, así:

- Prensa de papel y cartón
- Lavadora de plástico
- Molino de plástico
- Molino de vidrio
- Pórtico con diferencial eléctrico de 1 tonelada

#### Equipamiento para la clasificación de compost

Se compone básicamente de un tromel circular con mallas de diferentes tamaños y su objetivo es separar las partículas del compost para su posterior homogenización, retirando de paso los materiales indeseables. Este sistema tiene la función de tamizar el material fermentado y seco en tres tipos: abono de primera, abono de segunda y desechos.

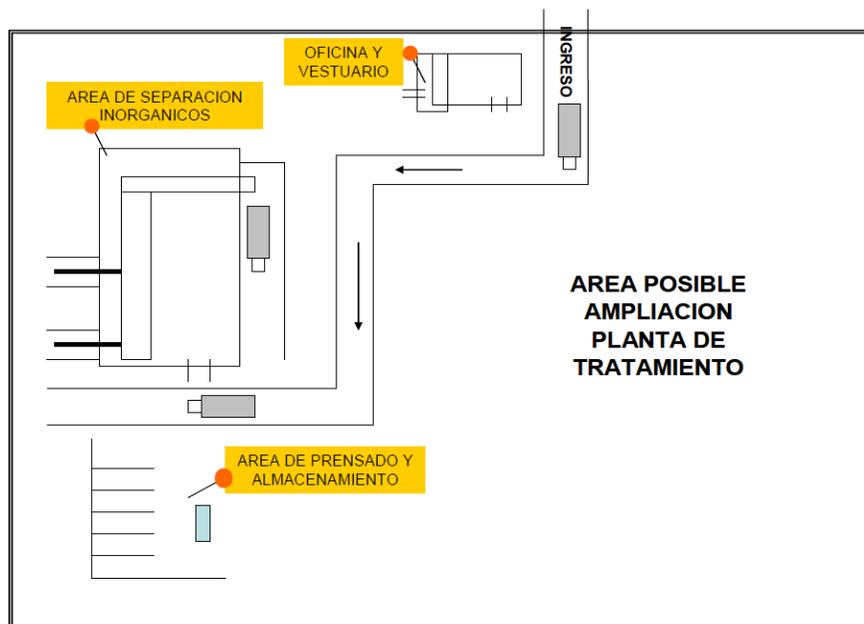
De forma manual, el funcionario llena la caja metálica (1 metro x 2 metros) que lleva el compost directamente a la malla. La malla rotativa tiene forma cilíndrica y sus dimensiones son 0,8 metros de diámetro y 2,5 metros de longitud, su accionamiento es echo por un motor eléctrico de 3 KVA trifásico y un reductor de velocidad. La malla está compuesta por 3,14 metros cuadrados de tela de 20 x 20 milímetros y por 3,14 metros cuadrados de tela de 15 x 15 milímetros. En la parte interna de la malla se encuentran anillos helicoidales que realizan el desplazamiento axial del material hasta el final del proceso.

El material ya clasificado, se depositará en un recipiente receptor, que se ubicará bajo la malla. La malla se ubica a 0,50 metros de altura sobre el piso y estará soportada por una estructura en acero SAE 1020.

### 4.3.1. La distribución de la planta

Se refiere a la forma que está distribuida la planta de reciclaje, se señala el uso de cada área

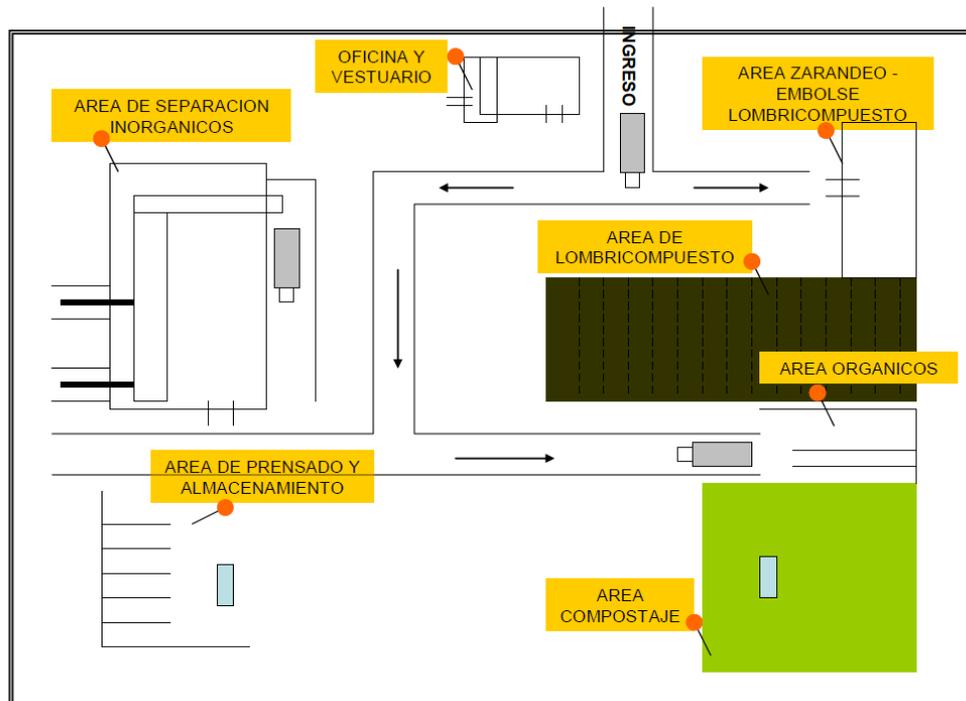
Figura 16. Planta de recuperación



Fuente: [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=s1810-99932004000200002&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=s1810-99932004000200002&script=sci_arttext).

Consulta: 2 de octubre de 2012.

Figura 17. **Planta de recuperación y tratamiento.**



Fuente: [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=s1810-99932004000200002&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=s1810-99932004000200002&script=sci_arttext).

Consulta: 2 de octubre de 2012.

#### 4.4. **Compostaje industrial**

El compost es un proceso biológico de descomposición de materia orgánica contenida en residuos animales o vegetales, el producto final es el abono orgánico que hace el reciclaje de nutrientes al suelo a través de un proceso ambientalmente seguro.

Antes de proceder al proceso de compostaje, se debe tener una preparación previa de la materia:

- Recepción de la fracción orgánica de la basura: la fracción orgánica procedente de la recogida selectiva se tamiza para eliminarlas pocas impurezas que aún contenga.
- Trommel: máquina con una gran criba cilíndrica que rueda y separa la materia orgánica del desecho basto.
- Cabina de selección manual: este desecho pasa por un último control que se realiza manualmente. Después, un electroimán elimina los residuos metálicos que pueda haber.
- Recepción de la fracción vegetal y trituración: residuos vegetales procedentes de la jardinería, la limpieza de bosques o la desechería municipal son triturados.
- Mezcla y homogenización: se mezclan las dos fracciones en las proporciones siguientes: 65-75 por ciento de la fracción orgánica sin impurezas y 25-35 por ciento de la fracción vegetal triturada. La mezcla resultante se somete a un proceso de compostaje.

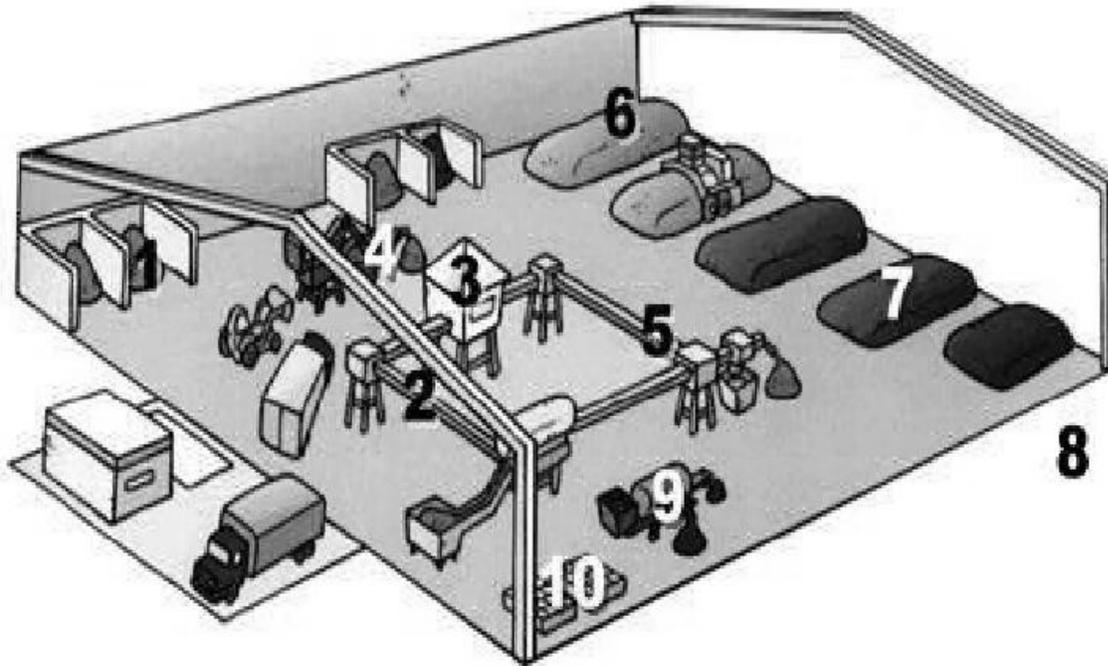
#### **4.4.1. Proceso de compostaje**

- Disposición en pilas: la mezcla se dispone con una pala mecánica formando pilas, dentro de un cobertizo sin paredes y encima de un pavimento adecuado para la recogida de lixiviados.
- Volteado de las pilas y control de las condiciones ambientales del proceso: para que los microorganismos puedan descomponer adecuadamente la materia orgánica, hay que mantener las condiciones

de humedad y temperatura adecuadas y la concentración de oxígeno suficiente. La humedad se mantiene regando periódicamente las pilas. La oxigenación se consigue removiendo totalmente las pilas con una máquina volteadora.

- Recogida de los lixiviados y de las aguas pluviales: los líquidos que desprenden las pilas objeto de compostaje (los lixiviados) se recogen y sirven para continuar regando las pilas. Toda la superficie de la planta está pavimentada de manera que las aguas pluviales puedan ser recogidas y aprovechadas para el riego del compost.
- Cribado del compost maduro: al cabo de 12-14 semanas, el compost, ya maduro, se criba para obtener un material final homogéneo y fino. El desecho vegetal que pueda quedar se retorna al principio del proceso.
- Compost: finalmente, se obtiene un compost maduro y estable que puede ser comercializado como abono o corrector de suelos.

Figura 18. **Esquema del proceso del compostaje industrial**



Fuente: [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=s1810-99932004000200002&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=s1810-99932004000200002&script=sci_arttext).  
Consulta: 2 de octubre de 2012.

#### **4.4.2. Definición de términos**

- Los Residuos Sólidos Urbanos (RSU): son los que se originan en la actividad doméstica y comercial de ciudades y pueblos. En los países desarrollados en los que cada vez se usan más envases, papel, y en los que la habitualidad de usar y tirar se ha extendido a todo tipo de bienes de consumo, las cantidades de basura que se generan han ido creciendo hasta llegar a cifras muy altas.

- Relleno sanitario: es un lugar destinado a la disposición final de desechos o basura, en el cual se toman múltiples medidas para reducir los problemas generados por otro método de tratamiento de la basura como son los tiraderos.
- Recuperación: se aplica a la recuperación a un residuo que permita aprovechar aquellas materias que lo constituyen y tienen un valor de cambio en el mercado generalmente están formado por materia inorgánica.
- Reciclaje: se aplica a aquellos residuos que se les puede dar un valor útil reprocesando mediante una transformación obteniendo el mismo producto o uno alternativo análogo.
- Reuso: se aplica el reuso a aquellos residuos que se les puede dar el mismo uso nuevamente o uno similar sin necesidad de reprocesarlos.
- Botadero: es un lugar donde se dispone el residuo sólido.
- Compostaje: el compostaje es un proceso de tratamiento biológico con el cuál se obtienen muchas ventajas, pues además de no requerir mano de obra calificada envuelve sistemas simplificados de bajo costo y en condiciones climáticas de calor ayudan más en la evaporación de los líquidos de la materia orgánica, solucionando en gran parte el problema de los residuos sólidos en el país.
- Trommel: máquina con una gran criba cilíndrica que rueda y separa la materia orgánica del desecho basto.

#### **4.5. Capacitación a los puestos en el área de reciclaje**

Se mantendrá un plan de capacitación permanente permitiendo desarrollar en los empleados las competencias esenciales, garantizando el éxito de la organización.

La capacitación del personal se orientará de acuerdo a la descripción del puesto que desempeñe, el cual estará definido por la función principal, sus responsabilidades, el personal a su cargo y ciertos requisitos de conocimientos, edad, experiencia, actitudes y habilidades.

## 5. IMPACTO AMBIENTAL

### 5.1. Estructura de operación

Antes de iniciar un estudio de impacto ambiental se deben de seguir los siguientes pasos:

- Decisión a realizar un estudio de impacto ambiental

Se necesita saber si hay necesidad de realizar un estudio de impacto ambiental en este proyecto. Y esto se logrará tomando en cuenta los factores que intervienen en esta decisión:

- Legislación vigente
- Exigencia de una administración
- Planificación dentro de otra legislación sectorial
- Realización voluntaria
- Integración en el proyecto
- Reunión del grupo de trabajo multidisciplinario que estructurará el estudio de impacto ambiental se recomienda tener para el análisis del proyecto:
  - Análisis del proyecto, b) análisis de variables
  - Identificación de acciones
  - Identificación de elementos
  - Estudios del proyecto susceptibles
  - Estudios del medio susceptibles

- Estudios de producir impactos
  - Cambio
  - Inventario del medio
  - Valoración del inventario
  - Ponderación de impactos y plan de seguimiento entre otros
- Estructura metodológica  
Se define el método a utilizar dentro del estudio de impacto ambiental.
  - Contenido de un impacto ambiental

El contenido máximo o mínimo que contempla el estudio de impacto ambiental se establece en la legislación vigente.

## **5.2. Descripción del proyecto**

La generación de residuos producidos en sectores urbanos del municipio de Cobán, es la problemática a solucionar por esta municipalidad ya que es un continuo sin fin la generación de residuos de todo orden.

Para este caso los sólidos se han denominado basura y por ser un estorbo contaminante, de agua, suelo y aire; es necesario deshacerse de ellas. Para poder conseguir esto se han inventado una serie de procedimientos que tienen ciertos efectos secundarios como por ejemplo la quema de basura (pirolisis) produciendo ceniza. Su posterior disposición y altos costos del sistema lo han hecho impracticable (al menos para la municipalidad de Cobán); en rellenos sanitarios la producción de lixiviados y los malos olores generados por producción de metano han hecho que el sistema se vuelva inmanejable.

Debido a que los residuos no solamente constituyen un problema ambiental sino que también son un recurso que no se puede dejar de aprovechar, el desafío futuro consiste en un aprovechamiento aún más eficaz de recursos procedentes de los residuos y lograr así una reducción del impacto ambiental. El poder adquisitivo y los hábitos de consumo condicionan los tipos y cantidad de residuos generados. Las autoridades municipales deben procurar que esta cantidad de residuos sea recogida y tratada correctamente además de obtener un reaprovechamiento óptimo de los mismos.

La política en el campo de los residuos comprende tanto la prevención como la gestión de los mismos. Es de esta manera que se beneficia directamente la sociedad causante de este problema con la instalación de la planta de residuos sólidos; y así de esta forma, reduciría los costos de servicios que hace efectiva a su municipalidad

### **5.3. Legislación**

El marco legal institucional para la protección ambiental en Guatemala está establecido en el decreto 68-86 del Congreso de la república donde se creó la Comisión Nacional del Medio Ambiente CONAMA, que es la entidad rectora del medio ambiente en Guatemala y que tiene como función coordinar y asesorar todas las acciones que tienden a la formulación de la política ambiental nacional y promueve la aplicación a través de municipalidades, sector privado, ministerios de estado, dependencias autónomas y semiautónomas.

A continuación se citarán algunos artículos de la Constitución Política de la República de Guatemala en lo referente a legislación ambiental:

## Artículo 97: Medio Ambiente y Equilibrio Ecológico

“Las municipalidades y los habitantes del territorio nacional están obligados a proporcionar el desarrollo social, económico y tecnológico que prevengan la contaminación del ambiente y mantenga el equilibrio ecológico.

Se dictarán todas las normas necesarias para garantizar que la utilización y aprovechamiento de la fauna, de la flora, de la tierra y del agua, se realicen racionalmente, evitando su depredación.”

### **5.4. Inventario y valoración ambiental**

Los elementos de una actividad que interactúan con el ambiente pueden denominarse aspectos ambientales. Cuando estos aspectos se tornan significativos para el hombre y su ambiente adquiere connotación de impactos ambientales. Usualmente el impacto ambiental se define como el cambio neto en la salud de hombre, en su bienestar o en su entorno, debido a la interacción de las actividades humanas con los sistemas naturales (ecosistemas).

Un impacto puede ser positivo o negativo y se consideran significativos cuando superan los estándares de calidad ambiental, criterios técnicos, hipótesis científicas, comprobaciones empíricas, juicio personal, valoración económica o social, entre otros criterios.

### **5.5. Previsión de impactos**

Lamentablemente, la mayoría de las actividades del ser humano generan desechos sólidos. Y cuando hay gran cantidad de desechos afectan el medio ambiente, ya sea en la calidad del aire cuando llegan gases provenientes de los

desechos en descomposición o del agua cuando los residuos se vierten en ella o simplemente son arrastrados por la lluvia.

Cuando se pudren los residuos orgánicos de los desechos sólidos llegan a desprender gases tipo invernadero como: metano, óxido nitroso, dióxido de carbono. Estos gases tipo invernadero contribuyen a atrapar el calor generados por los rayos solares en la atmósfera y es un proceso conocido como efecto invernadero.

## **5.6. Metodología de evaluación de impactos**

La Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) es presentada y asumida como:

- instrumento de política pública.
- procedimiento administrativo.
- metodología para la ejecución de los estudios de impacto, los que son componente central de las EIA.

Estas metodologías están encaminadas a identificar, predecir y evaluar los impactos ambientales de los proyectos, y sus resultados deben ser complementadas, en la presentación de los Estudios de Impacto Ambiental (EslA), con:

- La descripción del proyecto en curso de evaluación,
- El plan de manejo y
- El sistema de monitoreo a ser aplicado.

¿Cómo seleccionar las metodologías? Las consideraciones previas a la selección de la metodología deben incluir:

- El marco normativo vigente, incluyendo la existencia de precisiones sobre los EsIA que pudieran estar incluidas en las regulaciones pertinentes.
- El tipo de proyecto (estructural, no estructural), la magnitud y complejidad del mismo, y las características del medio social y físico-biótico potencialmente afectable.
- El objetivo del EsIA (selección de alternativas tecnológicas o de localización, e identificación de impactos).
- La etapa de desarrollo del proyecto en la cual se aplica la metodología (prefactibilidad, factibilidad, diseño).
- La relación entre los requerimientos de datos para cada metodología y la disponibilidad de los mismos.
- La relación entre los costos económicos y el requerimiento de personal y equipamiento necesarios, con la magnitud y los impactos potenciales esperables del proyecto.
- El aseguramiento de la independencia de los resultados que se obtengan en relación con la percepción de los evaluadores.

De la consideración integral de los factores antes mencionados surge la diversidad de metodologías utilizables y, además, disponibles. De hecho, no existe una metodología única y universal. Ello no impide desconocer la necesidad de disponer de metodologías aplicables a la diversidad de actividades a ser evaluadas, a la diversidad de medios y factores ambientales

potencialmente afectados, y a la complejidad de las interacciones entre factores y el entorno.

Desde los inicios de los procedimientos de EIA hasta el presente las metodologías aplicables se encuentran, en evolución. A nivel internacional, se han generado metodologías de aplicación indistinta a diferentes actividades y tecnologías de aplicación a proyectos específicos. De la misma manera, se han perfeccionado los marcos normativos y la inserción institucional de las EIA, incluyendo el mejoramiento de las capacidades de valoración oficial de los EsIA presentados.

El marco reglamentario sobre EIA puede, además de fijar su obligatoriedad para aquellas actividades y proyectos susceptibles de afectar al ambiente, avanzar en lineamientos de los contenidos de los EsIA. En particular, se han establecido, en diferentes marcos normativos, términos de referencia los cuales determinan los aspectos principales que deben ser analizados y, en general, la forma de acuerdo a la cual deben ser presentados los estudios en contener los EsIA.

Las diferentes metodologías deben ser valoradas en función de las incertidumbres y de los costos asociados a cada una de ellas.

Debe considerarse, también, que las metodologías son aplicables a diferentes etapas o nivel de los EsIA. Considerando las etapas de un EsIA, a saber, valoración cualitativa (valoración general de efectos, identificación de acciones impactantes, identificación de factores a ser impactados, identificación relaciones causa-efecto) y valoración cuantitativa (predicción de magnitud del impacto, valoración cuantitativa del impacto). Las mayores incertidumbres asociadas a algunas de las metodologías pueden ser aceptables en las

evaluaciones correspondientes a las etapas iniciales de los proyectos (valoración cualitativa), aunque no en la etapa de su valoración cuantitativa.

En general, podemos agrupar las metodologías disponibles en las siguientes categorías:

- Métodos de identificación de impactos
  - Trabajo de equipos interdisciplinarios (caso: Método Delphi)
  - Listas de chequeo de efectos
  - Flujo gramas y redes causales
  - Cartografía ambiental
  
- Métodos de valoración de impactos
  - matriz de leopold
  - sistema batalle

## **5.7. Medidas correctoras**

Las medidas correctoras destacan las correspondientes a la integración estética de las obras mediante revegetación de superficies afectadas, plantaciones de árboles y siembra de especies vegetales autóctonas adecuadas a las características del medio en que se localizan las obras.

## **6. SEGUIMIENTO O MEJORA**

### **6.1. Programa de reciclaje**

Lo que se pretende hacer, es proveer de la tecnología para separar y procesar los materiales reciclables mezclados. Lo que se pretende reciclar es:

- Latas de metal
- Cajas de cartón
- Papel
- Desechos orgánicos

Como primer paso para establecer el programa de reciclaje es establecer el contenedor de reciclaje, en la actualidad hay muchos diseños y tipos de contenedores pero se establece en función del tamaño de producción de basura diaria. (en Cobán Alta Verapaz 42 toneladas diarias), el próximo paso es ver cuantos contenedores vamos a utilizar para guardar los materiales reciclables (se proponen 84 tolvas de media tonelada cada una por la maniobrabilidad de los desechos).

Como segundo paso se va a establecer el área de reciclaje que será dentro de las instalaciones de la bodega de reciclaje y por la producción de basura se estima de doscientos metros cuadrados. Además se deberá de poner afiches y etiquetas a los contenedores de reciclaje, se colocaran letreros en las salas de tolvas, se utilizara carta de muestreo, se limpiaran frecuentemente los contenedores, se hara campañas de concientización a la población, se levaran los contenedores.

Figura 19. **Basurero municipal Cobán**



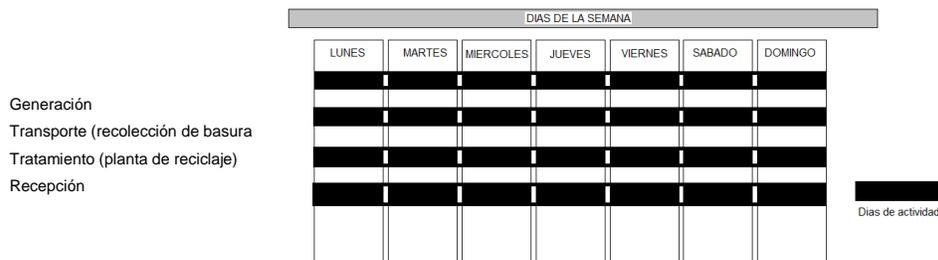
Fuente: Basurero de Cobán.

## 6.2. Cronograma de actividades

Todo proyecto tiene que presentar un calendario de ejecución indicando los desembolsos y las fechas en que se harán, así como el porcentaje de lo realizado.

- Semanal

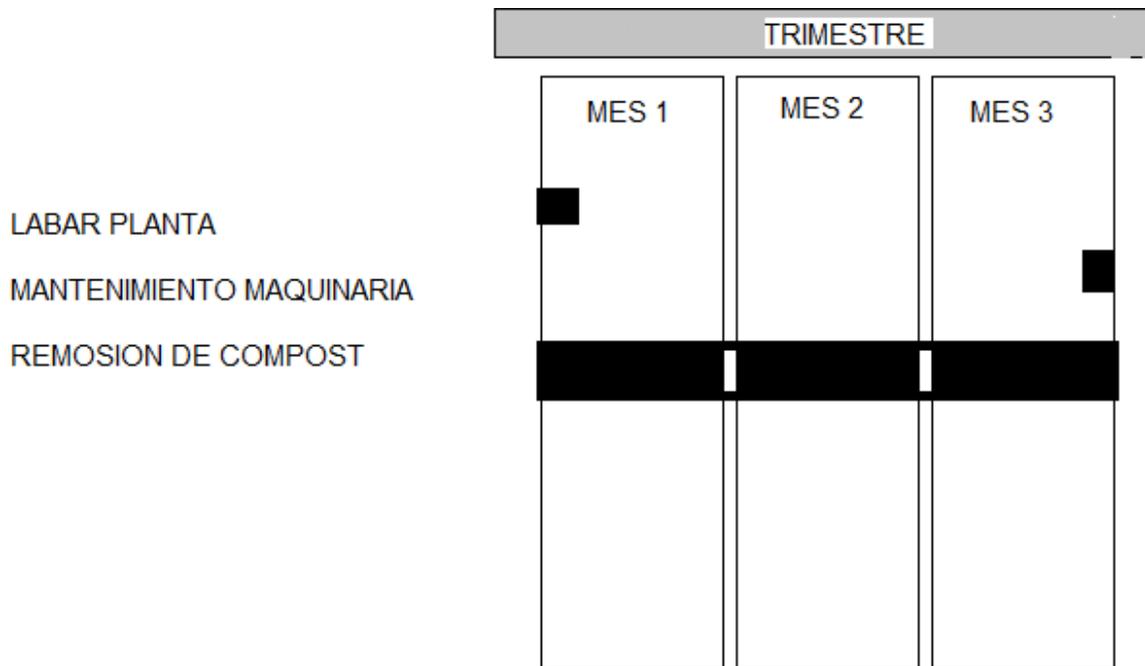
Figura 20. **Cronograma de actividades semanal**



Fuente: elaboración propia.

- Trimestral

Figura 21. **Cronograma de actividades Trimestral**



Fuente: elaboración propia.

### 6.3. Estadísticas

El proyecto debe tener capacidad para manejar alrededor de 596 428 toneladas métricas de residuos sólidos en 20 años de vida útil (según el estudio de mercado), que es el período acostumbrado para este tipo de proyectos; según el cálculo mostrado en la tabla siguiente

Tabla IV. **Calculo de las cantidades de basura recolectadas en la ciudad de Cobán por años**

Año	Proyección población urbana y peri-urbana <sup>1</sup>	Porcentaje de cobertura del servicio de recolección <sup>2</sup>	Producción unitaria de basura en kg/hab-día <sup>3</sup>	Producción diaria de basura en ton/día	Producción anual de basura en ton/año
2008	73.752	0,40	0,56	16,39	5.981,51
2009	78.693	0,50	0,56	22,08	8.057,62
2010	83.966	0,60	0,57	28,55	10.420,15
2011	89.592	0,70	0,57	35,89	13.101,06
2012	95.594	0,75	0,58	41,44	15.127,10
2013	101.999	0,80	0,58	47,64	17.388,82
2014	108.833	0,85	0,59	54,55	19.910,62
2015	116.125	0,90	0,60	62,24	22.719,26
2016	123.905	0,95	0,60	70,81	25.844,08
2017	132.207	0,95	0,61	76,31	27.851,39
2018	141.065	0,95	0,61	82,23	30.014,61
2019	150.516	0,95	0,62	88,62	32.345,85
2020	160.601	0,95	0,63	95,50	34.858,15
2021	171.361	0,95	0,63	102,92	37.565,58
2022	182.842	0,95	0,64	110,91	40.483,30
2023	195.092	0,95	0,64	119,53	43.627,64
2024	208.164	0,95	0,65	128,81	47.016,19
2025	222.111	0,95	0,66	138,82	50.667,94
2026	236.992	0,95	0,66	149,60	54.603,32
2027	252.871	0,95	0,67	161,22	58.844,36

Fuente: [www.econsult.com.gt/recoleccion/datos](http://www.econsult.com.gt/recoleccion/datos). Consulta: 2 de octubre de 2012.

#### 6.4. Resultados

Los resultados se obtendrán en la producción de compost y productos reciclables para la venta.

El compost producido presenta beneficios para el sistema suelo-planta que se enumeran en el cuadro siguiente

Tabla V. **Beneficios del uso del compost en la agricultura**

BENEFICIOS DEL USO DEL COMPOST EN LA AGRICULTURA	
Acondicionamiento del suelo	La utilización del compost como producto que aporta materia orgánica a los terrenos de cultivo es de interés en nuestro país, ya que la presencia de dicha materia orgánica en el suelo en proporciones adecuadas es fundamental para asegurar la fertilidad y evitar la desertización.
Mejora las propiedades físicas del suelo	La materia orgánica contribuye a mejorar la estructura del suelo agrícola (serán más permeables los suelos arcillosos y más compactos los arenosos), mejora la permeabilidad la capacidad de retención de humedad en el suelo.
Mejora las propiedades químicas del suelo	La materia orgánica aporta N, P, K y micro nutrientes, y mejora la capacidad de absorber los nutrientes del suelo por las plantas.
Mejora la actividad biológica del suelo	El compost actúa como fuente de energía y nutrición para los microorganismos presentes en el suelo. Estos viven a expensas del humus y contribuyen a su mineralización. Una población microbiana activa es índice de fertilidad de un suelo.
Facilita el manejo de estiércoles frescos	El compostaje reduce el peso, el volumen, el contenido en humedad, y la actividad de los estiércoles frescos reduciendo los problemas de olores e insectos.

Fuente: [www.econsult.com.gt/recoleccion/datos](http://www.econsult.com.gt/recoleccion/datos). Consulta: 2 de octubre de 2012.

### 6.5. Beneficio – Costo

Los indicadores que se toman para una evaluación financiera son: la relación beneficio costo, valor actual neto y tasa interna de retorno. Los resultados obtenidos en el cálculo de indicadores de evaluación financiera para un período de 20 años (2008-2027), son los siguientes:

Tabla VI. **Beneficio Costo**

INDICADORES	RESULTADOS
Beneficio Costo	1,84
Valor Actual Neto	Q.26 632 253
Tasa Interna de Retorno	30%

Fuente: www.econsult.com.gt/recoleccion/datos. Consulta: 2 de octubre de 2012.

Financiero y económico los indicadores de evaluación Beneficio/Costo y Valor Actual Neto se calcularon a una tasa de descuento del 12 por ciento.

Para determinar si las opciones técnicas consideradas tienen capacidad de soportar cambios, se aplicó un análisis de sensibilidad en el cual se consideró, una disminución del 10 por ciento en los ingresos operativos y un aumento del 10 por ciento en los costos (inversiones, costos de operación y mantenimiento), obteniéndose resultados con tendencia a disminuir las oportunidades, lo que indica que las opciones de relleno sanitario analizadas son muy susceptible a estos cambios

Tabla VII. **Análisis económico**

INDICADORES	OPCION 1	OPCION 2
Disminución de ingresos (en un 10%)		
BENEFICIO COSTO	0.87	1.69
VALOR ACTUAL NETO	(Q.3.953,072)	Q.21.315,720
TASA INTERNA DE RETORNO	8%	27%
Aumento de costos (en un 10%)		
BENEFICIO COSTO	0.88	1.70
VALOR ACTUAL NETO	(Q.4.047,009)	Q.24.029,667
TASA INTERNA DE RETORNO	8%	27%

Fuente: www.econsult.com.gt/recoleccion/datos. Consulta: 2 de octubre de 2012.

También se considera para el análisis de sensibilidad, que en la opción 2 no se venda la producción de compost y que esta se destine para el relleno, obteniéndose los resultados siguientes:

Tabla VIII. **Análisis sin venta de compost**

BENEFICIO COSTO: 0,95
VALOR ACTUAL NETO: (Q.1 468 345)
TASA INTERNA DE RETORNO: 11%

Fuente: [www.econsult.com.gt/recoleccion/datos](http://www.econsult.com.gt/recoleccion/datos). Consulta: 2 de octubre de 2012.

De acuerdo a los resultados, se aprecia que la opción 2 considerando que no se vendería la producción de compost, obtiene mejores indicadores de evaluación financiera que la Opción 1

## **6.6. Auditoria**

Las inversiones necesarias para la instalación del sistema de disposición final de desechos sólidos en la ciudad de Cobán se calculan sobre la base de los requerimientos del diseño del proyecto en cuanto a materiales, accesorios, equipos, movimientos de tierra y mano de obra. A continuación se presentan el costo que tendrá el proyecto

Tabla IX. **Costos del proyecto**

DESCRIPCIÓN	COSTO EN QUETZALES
Limpia, chapeo y destronque	56,600.00
Excavación no clasificada	389,068.92
Conformación de sub-rasante (camino acceso)	11,510.00
Impermeabilización: capa de arcilla	66,200.00
Drenaje francés	262,496.90
Drenaje contra cuneta	74,872.00
Malla perimetral	134,016.00
Sistema de bombeo	78,317.72
Sobre acarreo de material excavado sobrante	154,297.50
Construcción de Oficina y garita	101,933.00
Tractores	950,000.00
Báscula	152,400.00
Construcción de Casetas de selección	900,000.00
Herramientas	4,000.00
Construcción de Módulos de compostaje	4.220,383.02
Camiones	300,000.00
<b>Sub-totales</b>	<b>7.856,095.06</b>
Imprevistos	392,804.75
<b>Totales</b>	<b>8.248,899.81</b>

Fuente: [www.econsult.com.gt/recoleccion/datos](http://www.econsult.com.gt/recoleccion/datos). Consulta: 2 de octubre de 2012.

### **6.7. Propuesta de concientización, capacitación y comunicación a la comunidad**

En la propuesta educativa se pretende integrar los tres aspectos fundamentales de la educación ambiental como son:

La educación ambiental acerca del ambiente: los cuatro tópicos se desarrollaron inicialmente como contenidos de tipo tradicional, haciendo énfasis

en lo cognoscitivo. Se empleó el seminario como metodología participativa que permitió, además de abordar los temas con claridad conceptual, promover el análisis, la discusión y la aprehensión de los principios que hacen relación a los tópicos propuestos asumiendo una posición crítica frente a los sistemas naturales y sus procesos; así como la relación de los individuos y las comunidades con el ambiente, determinados por la ecología, la economía y los factores sociales y políticos.

La educación ambiental a través del ambiente: las estrategias empleadas permitieron generar sentimientos, desarrollar conciencia ambiental y evidenciar la necesidad de elaborar nuevos valores a partir de la experiencia directa, con el trabajo hombro a hombro con una comunidad con la cual los participantes tuvieron la oportunidad de involucrarse e interactuar en la búsqueda de nuevas formas de relación con el entorno.

Se llevó una secuencia lógica en la construcción de las propuestas, partiendo de los resultados generados por la aplicación de métodos basados en los principios del desarrollo rural participativo (entrevista no estructurada, diagrama de Venn, árbol de problemas y árbol de objetivos); luego se construyeron varias alternativas que partieron de la comunidad y, por último, se implementó la propuesta utilizando la lúdica como eje central.

El valor de la experiencia se centra en la promoción de una experiencia vivencial que motivó un cambio actitudinal y de valores en los participantes a través del contacto directo, se desarrollaron habilidades de observación y análisis y se aplicaron instrumentos para evaluar las actividades y realizar seguimiento a los procesos de enseñanza- aprendizaje.

La educación ambiental para el ambiente: la propuesta permitió redimensionar la relación individuo-sociedad- naturaleza al involucrar a los participantes en la exploración, la generación de alternativas para la solución de problemas ambientales, buscando promover en los individuos y las comunidades un empoderamiento de su situación real y las posiciones posibles de adoptar, con respecto al uso equitativo y sostenible de los recursos, el manejo y la conservación de la biodiversidad.

A la comunidad se informará a través de la radio, en el canal de cable en programas de dialecto q'uekchi' esto para las zonas rurales de Cobán y para las zonas urbanas de Cobán a través de rótulos, anuncios en el canal de cable y radio así como por medio de trifoliales y boletines que se reparten de persona a persona.

## CONCLUSIONES

1. Para aportar una solución de la crisis urbana y en la resolución de sus conflictos sociales en la ciudad de Cobán, es necesario implementar el proyecto de reciclaje de desechos sólidos.
2. Es muy importante manejar de forma adecuada los residuos sólidos que se generan en un área urbana determinada, para poderlos reciclar.
3. Para poder implementar un proyecto de reciclaje hay que educar y concientizar a la comunidad y en la necesidad de implementar políticas de gestión de reciclaje de los materiales utilizados en la industria local.
4. El proceso de reciclaje es una alternativa de desarrollo para el municipio de Cobán, tomando en cuenta cualquier trabajo físico o mano de obra debe de ser remunerado.
5. Reciclando se puede reducir la tasa de crecimiento de área utilizada anualmente para depositar la basura del municipio.
6. Se puede crear fuentes de empleo directas e indirectas con la implementación de la planta de manejo de residuos sólidos.
7. Al implementar el proyecto de reciclaje se puede reducir y/o detener el crecimiento paulatino de recolectores informales de reciclado.

8. con el proceso de reciclaje se puede rescatar y aprovechar al máximo todos los materiales reciclables que son parte de los residuos sólidos generados en la ciudad de Cobán.
  
9. Reciclando se puede colaborar con la preservación del medio ambiente, disminuyendo la explotación y contaminación de los recursos, promoviendo procesos de recuperación de materias primas con origen en los residuos de procesos industriales que son manejados como basura.

## RECOMENDACIONES

1. Con el reciclaje se aportará una solución a la crisis urbana y en la resolución de sus conflictos sociales.
2. Implementar el manejo de forma adecuada los residuos sólidos que se generan en un área urbana determinada.
3. Es necesario educar y concientizar a la comunidad y en la necesidad de implementar políticas de gestión de reciclaje de los materiales utilizados en la industria local.
4. Se debe convertir el proceso de reciclaje como una alternativa de desarrollo para el municipio de Cobán, tomando en cuenta cualquier trabajo físico o mano de obra debe de ser remunerado.
5. Con el reciclaje de desechos se puede reducir la tasa de crecimiento de área utilizada anualmente para depositar la basura del municipio.
6. Reciclando se pueden crear fuentes de empleo directas e indirectas con la implementación de la planta de manejo de residuos sólidos.
7. Se tiene que implementar un método técnico de reciclado para detener el crecimiento paulatino de recolectores informales de reciclado.

8. Se debe rescatar y aprovechar al máximo todos los materiales reciclables que son parte de los residuos sólidos generados en la ciudad de Cobán.
  
9. Se tiene que colaborar con la preservación del medio ambiente, disminuyendo la explotación y contaminación de los recursos, promoviendo procesos de recuperación de materias primas con origen en los residuos de procesos industriales que son manejados como basura.

## BIBLIOGRAFÍA

1. ANDREOTTOLA, Gabriel. *Evaluación del impacto ambiental de un relleno sanitario*. Milan: Institute of Sanitary Engineering; Polytechnic of Milan, 2000. 150 p.
2. BONFANTI, Fernando *Incorrecta gestión de residuos urbanos de Resistencia*, Buenos Aires: Facultad de Ciencias Humanas UNNE, 2008. 150 p.
3. LEOPOLD, Leonel. *A procedure for evaluating environmental impacts*, Washington: Engineers Corps, 1971. 300 p.
4. MARRE, Mirta. *Competencia ambiental de los municipios de Mendoza*, Santo Domingo: Congreso Internacional de la CLAD, 2000. 120 p.
5. United States Department of Agriculture [en línea] <<http://www.usda.gov/wps/portal/usda/usdahome>> [Consulta 2 de octubre de 2012].

