

**EVALUACIÓN DE LA VIABILIDAD FINANCIERA DEL
APROVECHAMIENTO DE LOS RESIDUOS ORGÁNICOS PRODUCIDOS
EN CENTROABASTOS S.A. PARA LA GENERACIÓN DE ENERGÍA Y
COMPOSTAJE PARA LA EMPRESA INCOM LTDA.**

**LUZ ANDREA MOTTA VILLABONA
ADRIANA PATRICIA PINZÓN NAVARRO**

**UNIVERSIDAD DE LA SABANA
ESPECIALIZACIÓN EN FINANZAS Y NEGOCIOS INTERNACIONALES
BUCARAMANGA
2011**

**EVALUACIÓN DE LA VIABILIDAD FINANCIERA DEL
APROVECHAMIENTO DE LOS RESIDUOS ORGÁNICOS PRODUCIDOS
EN CENTROABASTOS S.A. PARA LA GENERACIÓN DE ENERGÍA Y
COMPOSTAJE PARA LA EMPRESA INCOM LTDA.**

**LUZ ANDREA MOTTA VILLABONA
ADRIANA PATRICIA PINZÓN NAVARRO**

**Trabajo de grado para optar al título
Especialista en finanzas y negocios internacionales**

**Asesor
RODRIGO DIAZ ESPINOSA**

**UNIVERSIDAD DE LA SABANA
ESPECIALIZACIÓN EN FINANZAS Y NEGOCIOS INTERNACIONALES
BUCARAMANGA
2011**

NOTA DE ACEPTACIÓN

Jurado

Jurado

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	11
JUSTIFICACIÓN Y ALCANCE.....	13
1. OBJETIVO.....	15
1.1 OBJETIVO GENERAL	15
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	15
2. MARCO REFERENCIAL	16
2.1 MARCO TEÓRICO	16
2.2 MARCO CONCEPTUAL	17
2.3 MARCO LEGAL Y JURÍDICO.....	20
3. DESCRIPCIÓN DEL MANEJO DE RESIDUOS EN CENTROABASTOS 21	
4. DESCRIPCIÓN TECNOLOGÍA TELLUS COMPOST EN LOS RESIDUOS 30	
4.1 EL COMPOSTAJE.....	30
4.1.1 Propiedades del compost.	30
4.1.2 Las materias primas del compost.	30
4.1.3 Factores que afectan el proceso.....	31
4.1.4 Fases del proceso de compostaje.	33
4.2 PROCESAMIENTO DE MATERIAL ORGÁNICO EN LA TECNOLOGÍA TELLUS COMPOST	34
4.2.1 Descripción de la maquina Tellus Compost System.	34
4.2.2 Especificaciones Técnicas Tellus Compost System.	35
4.2.3 Descripción del proceso.....	36
4.3 PRODUCTOS FINALES	51
4.3.1 Sustrato orgánico.....	51
4.3.2 Biogás.....	52
4.3.3 Ventajas ambientales del sistema	53
5. COMPARATIVO SISTEMA DE RECOLECCIÓN TRADICIONAL Y TECNOLOGÍA PROPUESTA	54
5.1 SISTEMA TRADICIONAL	55
5.2 TELLUS COMPOST	56
6. EVALUACIÓN FINANCIERA.....	58
6.1 SUPUESTOS EMPLEADOS EN LA EVALUACIÓN	58
6.2 INGRESOS.....	61
6.3 INVERSIÓN	63
6.4 DEUDA	64
6.5 COSTOS Y GASTOS DE OPERACIÓN	66

6.6	ESTADO DE RESULTADOS.....	68
6.7	BALANCE GENERAL.....	68
6.8	FLUJO DE CAJA.....	69
6.9	EVALUACIÓN DEL PROYECTO.....	70
6.10	ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD.....	71
7.	CONCLUSIONES.....	76
8.	RECOMENDACIONES.....	77
	BIBLIOGRAFÍA.....	78

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Número de edificaciones.....	21
Tabla 2. Actividades y aspectos ambientales de las operaciones en Centroabastos.....	22
Tabla 3. Volúmenes ingresados a CENTROABASTOS.....	25
Tabla 4. Micro-rutas establecidas en el servicio de aseo.....	26
Tabla 5. Frecuencia de recolección de residuos.....	27
Tabla 6. Tiempos empleados en la recolección.....	27
Tabla 7. Clases de Góndolas de transporte interno de residuos.....	28
Tabla 8. Relación de materiales con contenido C/N.....	32
Tabla 9. Especificaciones técnicas Tellus Compost System.....	35
Tabla 10. Especificaciones técnicas Bioreactor.....	40
Tabla 11. Estados típicos de la Biomasa.....	44
Tabla 12. Vías de conversión de la Biomasa en energía.....	46
Tabla 13. Procesos de conversión de Biomasa en Energía.....	49
Tabla 14. Rangos tolerables que puede contener el compost.....	52
Tabla 15 Características de Biogás.....	53
Tabla 16. Toneladas de Basura para Bucaramanga y Centroabastos.....	55
Tabla 17. Costo recolección de residuos.....	55
Tabla 18. Costo mano de obra relleno sanitario.....	56
Tabla 19. Costos materiales.....	56
Tabla 20. Costo de materiales.....	57
Tabla 21. Costos Materiales.....	57
Tabla 22. Ingresos.....	62
Tabla 23. Activos fijos.....	63
Tabla 24. Gastos pre operacionales.....	63
Tabla 25. Capital de trabajo.....	63
Tabla 26. Inversión inicial.....	64
Tabla 27. Deuda.....	65
Tabla 28. Costos de Personal.....	66
Tabla 29. Costos de operación.....	67
Tabla 30. Estado de resultados.....	68
Tabla 31. Balance General.....	68
Tabla 32. Flujo de Caja.....	69
Tabla 33. Indicadores del proyecto.....	70
Tabla 34. Indicadores del proyecto aumentando 10% ingresos.....	72
Tabla 35. Indicadores del proyecto disminuyendo 10% los ingresos.....	73
Tabla 36. Indicadores del proyecto con un Beta de 1.....	74
Tabla 37. Indicadores del proyecto con un Beta de 1,5.....	75

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Vista panorámica de Centroabastos.....	16
Ilustración 2. Disposición de residuos en vías de acceso y pasillos	24
Ilustración 3. Área de almacenamiento central de residuos.....	24
Ilustración 4. Árbol de problemas.....	25
Ilustración 5. Esquema de Sistema Tellus	35
Ilustración 6. Proceso De Material Orgánico.....	37
Ilustración 7. Banda transportadora	38
Ilustración 8. Cabina electrónica y de mando	38
Ilustración 9. Mezcla de residuos y aserrín.....	39
Ilustración 10. Biorreactor	40
Ilustración 11. Biodigestor.....	41
Ilustración 12. Canchas de aireación	42
Ilustración 13. Procesos de conversión y formas de energía.....	51
Ilustración 14. Sustrato Orgánico.....	51
Ilustración 15. Tasas y plazos crédito aProgresar	59
Ilustración 16. Generación de residuos 2008-2010.....	60
Ilustración 17. Flujo de caja Neto, actualizado y descontado	70
Ilustración 18 . Flujo de caja aumentando 10% Ingresos por el aumento en los volúmenes de residuos	72
Ilustración 19. Flujo de caja disminuyendo 10% los Ingresos por la reducción de los volúmenes de residuos.....	73
Ilustración 20. Flujo de caja con un Beta de 1	74
Ilustración 21. Flujo de caja con un Beta de 1,5	75

RESUMEN

TÍTULO: Evaluación de la viabilidad financiera del aprovechamiento de los residuos orgánicos producidos en CENTROABASTOS para la generación de energía y compostaje para la empresa INCOM LTDA.

AUTORAS: Luz Andrea Motta Villabona, Adriana Patricia Pinzón Navarro.

ASESOR: Rodrigo Díaz Espinosa.

ESPECIALIZACIÓN: Finanzas y Negocios internacionales.

PALABRAS CLAVES: residuos orgánicos, biomasa, biodigestor, biogás, generación de energía, compostaje,

RESUMEN:

Este proyecto presenta una propuesta para dar un manejo adecuado a la disposición de residuos orgánicos generados en la Central de abastos de Bucaramanga (Centroabastos), como un mecanismo de desarrollo limpio para evitar problemas de saneamiento y aprovechar de manera efectiva los productos que pueden extraerse del tratamiento de los mismo utilizando la tecnología Tellus Compost System.

Esta tecnología permite que los residuos orgánicos por medio de descomposición anaeróbica dentro de un biodigestor generen biomasa, la cual es utilizada después darle un tratamiento específico en compostaje, y a su vez por su alto valor energético, pueda obtenerse biogás. El biogás representa una fuente de energía, que tiene como componente principal el metano, el cual es utilizado para la generación de energía eléctrica.

Este trabajo de grado propone realizar un comparativo de los costos asociados a la disposición final de los residuos orgánicos generados en Centroabastos con el sistema tradicional de recolección y con la tecnología.

Finalmente, desarrollar un análisis financiero de la tecnología para la generación de compostaje y energía eléctrica con el propósito de determinar la viabilidad del proyecto.

ABSTRACT

TITTLE: Assessment of financial viability to the exploitation of organic waste produced by CENTROABASTOS for power generation and composting for the INCOM LTDA Company

AUTORS: Luz Andrea Motta Villabona, Adriana Patricia Pinzón Navarro.

ASESOR: Rodrigo Díaz Espinosa.

SPECIALIZATION: Finances and International business.

KEY WORDS: Organic waste, biomass, biodigester, biogas, power generation, composting.

The project presents a proposal to give proper handling at organic wastes generated by CENTROABASTOS in Bucaramanga, as a mechanism of clean development to prevent sanitation problems and to make effective exploitation of products that can be obtained from their treatment using Tellus Compost System technology.

This technology allows that organic wastes through anaerobic digestion inside a biodigester producing biomass, which is used to provide a special treatment as composting and also biogas can be obtained because of it has a high energy value. Biogas is an energy source, whose main component is methane, making it available for electricity generation.

This graduate work intends to achieve a comparative level of costs associated with disposal of organic wasted generated in the traditional collection system and the new technology in CENTROABASTOS

Finally, develop a financial analysis of the new technology for generating compost and electric power in order to determine the viability of the project.

INTRODUCCIÓN

La problemática ambiental generada por el incremento de residuos convencionales y especiales, se debe en parte a la falta de educación y responsabilidad ambiental para separarlos en la fuente y aprovecharlos nuevamente como materia prima; esta situación que se presenta en la sociedad a causa de la relación del hombre con el medio ambiente ha venido causando el deterioro de países como Colombia donde es necesario fomentar la cultura del reciclaje.

En países de Europa y América del Norte desde hace unos años los residuos dejaron de ser aquello que nadie quiere ver, hoy en día éstos constituyen un recurso muy valioso y este nuevo concepto de residuos como recursos trae consigo nuevas tecnologías, nuevas legislaciones, donde se busca la minimización de residuos en el origen, la reutilización, el reciclaje, la generación de energía utilizando los residuos como combustible y sólo como última opción cuando ya se han descartado todas las demás la utilización de vertederos.

Como ejemplo, se tiene países como Alemania donde está prohibido la utilización de vertederos para residuos sólidos urbanos, o Bélgica donde se cobra impuestos por bolsa recogida, lo que estimula al consumidor a generar menos residuos porque así paga menos impuestos.

Actualmente en Colombia no se presenta ninguna separación en la fuente, ni el aprovechamiento de los materiales, son sólo unos pocos los que realizan esta actividad pero más como un mecanismo de supervivencia.

Históricamente, el manejo de residuos ha sido función de las empresas prestadoras del servicio de Aseo. La preocupación por los residuos generados en los centros urbanos ha partido de las consideraciones de tipo higiénico y sanitario.

Por otro lado, la ampliación de las zonas residenciales sin planificación ni ordenamiento territorial, sumado al crecimiento industrial y la modificación de patrones de consumo, han incrementado considerablemente la generación de residuos de todo tipo. Adicional a esto, la disposición final de los residuos nivel de las administraciones municipales en cualquier ciudad de Colombia sólo han avanzado hasta los rellenos a cielo abierto, ocasionando grandes problemas al ambiente, contaminando el agua, aire y suelo por la filtración de lixiviados, gracias a su alto contenido orgánico, y demás sustancias tóxicas, este impacto impide la utilización de aguas subterráneas para consumo humano así como para el aprovechamiento agrícolas en los suelos.

Colombia producía en el 2001 cerca de 23 mil toneladas de basura diaria, un promedio percapita de 0,8 kg diarios, el promedio de producción de basuras en países desarrollados es de 1 kg diario. En nuestro medio la mayor cantidad de basura sigue siendo residuos orgánicos, mientras en otros países la mayor parte de los residuos sólidos está compuesta por plástico, cartón, vidrio y otros productos para empaque.¹ Y sin embargo es más delicado el problema de los rellenos en países subdesarrollados.

Estos residuos orgánicos son generados en su mayoría en las plazas de mercado, y allí no hay ningún tipo de aprovechamiento de los mismos, sino que al contrario son mezclados y vendidos a las empresas de aseo, quienes a su vez cobran por toneladas de basura llevada al relleno sanitario, dado que esa es su fuente de ingresos, y por tanto no están interesados en una disposición adecuada de los residuos.

¹ <http://www.periodicoelpulso.com/html/mayo01/observa/observa2.htm>

JUSTIFICACIÓN Y ALCANCE

El manejo actual que se tiene de los residuos sólidos, en su mayoría, es la acumulación en vertederos, la cual trae consigo diversos factores que impactan el medio ambiente como los son: olores desagradables, plagas de roedores, insectos, aves de rapiña, contaminación en aguas y suelos, entre otras.

Igualmente, la diversidad de residuos que allí se encuentran como lo son los reciclables, biodegradables, sanitarios, hospitalarios, domésticos, etc. hacen que su tratamiento y disposición final sea muy costoso, desmejorando la calidad de vida de las comunidades que se encuentran cercanas a los rellenos.

Es por esto que es importante separarlos desde la fuente, de manera que se puedan identificar y llevar a procesos controlados de recuperación, descomposición e incineración, según sea el caso.

Teniendo en cuenta que la mayoría de los residuos urbanos son de tipo orgánico, se han creado diversas formas de tratarlos. Su principal utilización es para la elaboración de compostaje el cual consiste en la descomposición de los mismos por vía aeróbica o anaeróbica y de manera controlada, el compostaje evita que se evapore el agua en un 73% si se añade de nuevo a la tierra aumentando la cantidad de nutrientes y de esta manera ayudando al crecimiento de plantas², se evita el uso de fertilizantes inorgánicos realizados con productos químicos, entre otras ventajas está la de regular la temperatura de la tierra.

La descomposición de los residuos orgánicos genera gases que producen el efecto invernadero, incluidos dióxidos de carbono y metano, éste último se puede utilizar para producir energía a través del biogás generado por el tratamiento de los residuos. Un metro cubico de biogás puede generar 1.25 kw/h de electricidad, y también es equivalente a medio litro de diesel³.

² http://www.cleanuptheworld.org/PDF/es/organic-waste_residuos-org-nicos_s.pdf

³ <http://www.sepade.cl/proyectos/biodigestor.php>

Todo esto ha motivado a la empresa INCOM LTDA, a avanzar en la maximización del aprovechamiento de los residuos, y escogió a la Central de Abastos de Bucaramanga CENTROABASTOS para realizar un proyecto piloto, dado que la principal actividad de las plazas de mercado consiste en la recepción y almacenamiento de productos, para luego seleccionarlo y alistarlos para la venta. En estos procesos se generan residuos que no son manejados adecuadamente desde el origen, generando grandes volúmenes, que a su vez se traducen en altos pagos para el servicio de aseo y más toneladas para el relleno el Carrasco de Bucaramanga.

Dentro de la cooperación y gestión de proyectos con organismos nacionales e internacionales se está trabajando en un proyecto piloto para el manejo de los residuos orgánicos con la Central de Abastos de Bucaramanga CENTROABASTOS mediante el convenio INCOM LTDA – CESIUM AB y la financiación de la Agencia de Cooperación Sueca NUTEK.

Para el desarrollo del proyecto se va a utilizar la tecnología sueca Tellus Compost System.

1. OBJETIVO

1.1 OBJETIVO GENERAL

Evaluar la viabilidad financiera del aprovechamiento de los residuos orgánicos producidos en Centroabastos para la generación de energía y compostaje para la empresa INCOM LTDA.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Identificar el manejo y volumen de los residuos orgánicos en Centroabastos S.A.
2. Describir la aplicación de tecnología en el manejo de los residuos orgánicos.
3. Establecer un comparativo de los costos y beneficios del sistema de retiro de residuos orgánicos con la utilización de la tecnología y sin ella.
4. Generar la evaluación financiera de aplicación de esta tecnología.

2. MARCO REFERENCIAL

2.1 MARCO TEÓRICO

CENTRAL DE ABASTOS DE BUCARAMANGA (CENTROABASTOS S.A.)

La CENTRAL DE ABASTOS DE BUCARAMANGA S.A., se encuentra ubicada en la zona industrial de Chimitá, vía al Palenque Café Madrid No. 44-96, por el costado occidental limita con el cauce del Río de Oro y en la zona aledaña se encuentran establecidos algunos desarrollos industriales importantes para la región tales como la Planta de Lubricantes de Terpel, Ecopetrol, Termopalenque, industrias procesadoras de alimentos entre otras, además de ciertas unidades de viviendas. En la ilustración 1 se puede observar una vista panorámica del terreno en el cual se encuentra situado Centroabastos.

Centroabastos, es el centro de acopio y comercialización más importante de productos alimenticios del Nororiente Colombiano, es además una sociedad de economía mixta, de orden municipal, dotada con personería jurídica, capital independiente y autonomía administrativa y financiera.

Ilustración 1. Vista panorámica de Centroabastos



Fuente: www.centroabastos.com

INCOM LTDA

Ingeniería Completa Ltda, es una empresa dedicada a la prestación de servicio de construcción, consultoría y proveeduría de proyectos de ingeniería completa creada el 19 de Septiembre de 2005, los socios son Jairo Alarcón Martínez y Elizabeth Ruiz Landinez y el representante legal Hecney Alexcevith Acosta Sanchez, la planta puede variar dependiendo de los proyectos que se tengan, sin embargo se cuentan con 3 trabajadores directos.

Se encuentra ubicada en Calle 35 #12-31 oficina 710 edificio calle real, Bucaramanga.

La misión de esta empresa es Identificar necesidades, estructurando soluciones de ingeniería completa.

La visión contar en el 2010 con un sistema integral de planeación y gestión de proyectos, respaldados en el valor de nuestro talento humano y la innovación tecnológica logrando focalizar la inversión de nuestros clientes.⁴

EVALUACIÓN FINANCIERA

Es el proceso mediante el cual después de definir inversión inicial, beneficios y costos futuros durante la etapa de operación, permite tener la rentabilidad de un proyecto y tiene como propósito principal determinar la conveniencia de emprender o no el proyecto.

2.2 MARCO CONCEPTUAL

Almacenamiento Temporal. Es la acción de depositar temporalmente los residuos sólidos en el centro de acopio, recipientes, contenedores retornables o desechables mientras se procesan para su aprovechamiento, transformación, comercialización o se presentan al servicio de recolección para su tratamiento o disposición final.

Aprovechamiento. Es el proceso mediante el cual, a través de un manejo integral de los residuos sólidos, los materiales recuperados se reincorporan al ciclo económico y productivo en forma eficiente, por medio de la reutilización, el reciclaje, la incineración con fines de generación de energía, el compostaje o cualquier otra modalidad que conlleve beneficios sanitarios, ambientales y/o económicos.

Disposición final de residuos. Es el proceso de aislar y confinar los residuos sólidos en especial los no aprovechables, en forma definitiva, en

⁴ Marco estratégico. Incom Ltda.

lugares especialmente seleccionados y diseñados para evitar la contaminación, y los daños o riesgos a la salud humana y al medio ambiente.

Residuo. Es cualquier objeto, material, sustancia o elemento sólido, semisólido, líquido o gaseoso resultante del consumo o uso de un bien en actividades domésticas, industriales, comerciales, institucionales o de servicios, que el generador abandona, rechaza o entrega y que es susceptible de aprovechamiento o transformación en un nuevo bien, con valor económico o de disposición final.

Separación en la fuente. Es la clasificación de los residuos en el sitio donde se generan para su posterior eliminación y/o aprovechamiento.

Compostaje o Compost. Es el proceso biológico aeróbico, mediante el cual los microorganismos actúan sobre la materia rápidamente biodegradable (restos de cosecha, excrementos de animales y residuos urbanos), permitiendo obtener "compost", abono excelente para la agricultura.

Biomasa. Es la materia orgánica originada en un proceso biológico, que puede ser utilizado como fuente de energía.

Biogás. Es un gas que se genera en medios naturales o en dispositivos específicos, por las reacciones de biodegradación de la materia orgánica, mediante la acción de microorganismos (bacterias metanogénicas, etc.), y otros factores, en ausencia de aire (esto es, en un ambiente anaeróbico). El producto resultante está formado por metano (CH₄), dióxido de carbono (CO₂), monóxido de carbono (CO) y otros gases en mucha menos medida que los anteriores.

Biorreactor. Recipiente o sistema que mantiene un ambiente biológicamente activo, en este se lleva a cabo un proceso químico que involucra organismos o sustancias bioquímicamente activas derivadas de los mismos.

Biodigestor. Deposito completamente cerrado, donde la biomasa sufre un proceso de descomposición anaeróbica (sin aire) para producir gas metano y bioabono.

Estudio de viabilidad. Es una investigación encaminada a establecer las posibilidades de éxito de una determinada actividad dados unos recursos disponibles y unas limitaciones existentes.

Relleno Sanitario. Es el lugar técnicamente seleccionado, diseñado y operado para la disposición final controlada de residuos sólidos sin causar peligro o daño o riesgo a la salud.

Reciclaje. Es el proceso mediante el cual se aprovechan y transforman los residuos sólidos recuperados y se devuelve a los materiales su potencialidad

de reincorporación como materia prima para la fabricación de nuevos productos. El reciclaje puede constar de varias etapas: procesos de tecnologías limpias, reconversión industrial, separación, recolección selectiva acopio, reutilización, transformación y comercialización.

Recolección. Acción y efecto de recoger y retirar los residuos sólidos de uno o varios generadores efectuada por los operarios de recolección o la empresa prestadora del servicio.

Recuperación. Acción que permite seleccionar y retirar los residuos sólidos que pueden someterse a un nuevo proceso de aprovechamiento, para convertirlos en materia prima útil en la fabricación de nuevos productos.

Residuos de barrido. Son los residuos sólidos acumulados en el desarrollo del barrido y limpieza de áreas correspondientes a la Central de abastos.

Residuo sólido. Es cualquier objeto, material, sustancia o elemento sólido resultante del consumo o uso de un bien en actividades domésticas, industriales, comerciales, institucionales, de servicios, que el generador abandona, rechaza o entrega y que es susceptible de aprovechamiento o transformación en un nuevo bien, con valor económico o de disposición final. Los residuos sólidos se dividen en aprovechables y no aprovechables. Igualmente, se consideran como residuos sólidos aquellos provenientes del barrido de áreas públicas.

Residuo sólido aprovechable. Es cualquier material, objeto, sustancia o elemento sólido que no tiene valor de uso directo o indirecto para quien lo genere, pero que es susceptible de incorporación a un proceso productivo.

Residuo sólido no aprovechable. Es todo material o sustancia sólida o semisólida de origen orgánico e inorgánico, proveniente de actividades domésticas, industriales, comerciales, institucionales, de servicios, que no ofrece ninguna posibilidad de aprovechamiento, reutilización o reincorporación en un proceso productivo. Son residuos sólidos que no tienen ningún valor comercial, requieren tratamiento y disposición final y por lo tanto generan costos de disposición.

Reutilización. Es la prolongación y adecuación de la vida útil de los residuos sólidos recuperados y que mediante procesos, operaciones o técnicas devuelven a los materiales su posibilidad de utilización en su función original o en alguna relacionada, sin que para ello requieran procesos adicionales de transformación.

Separación en la fuente. Es la clasificación de los residuos sólidos en el sitio donde se generan para su posterior recuperación.

2.3 MARCO LEGAL Y JURÍDICO

Dentro del marco legal y jurídico se encuentran para gestión de residuos

- ✓ Política de Gestión integral de residuos sólidos, Ministerio de Medio Ambiente, 1998.
- ✓ Política Nacional de Producción más limpia, Ministerio de Medio Ambiente, 1998.
- ✓ Ley 2811 DE 1974: Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de protección de medio ambiente.
- ✓ Ley 9 de 1974: Código sanitario nacional, en donde se establecen medidas sanitarias para proteger el medio ambiente y responsabilizar a los generados de residuos de recolección, transporte y disposición final, para evitar los riesgos a la salud humana o al ambiente.
- ✓ Ley 99 de 1993: Creada por el ministerio del Medio Ambiente, en donde encarga al sector público de gestionar y conservar el medio ambiente y sus recursos. Dentro de esta ley se encuentran temas relacionados con el manejo de los residuos sólidos, con el fin de mitigar impactos negativos.
- ✓ Decreto 838 de 2005: Por el cual se modifica el decreto 1713 de 2002 sobre la disposición final de residuos sólidos.
- ✓ Resolución 1045 de 2003: Por el cual se adopta la metodología para la elaboración de los planes de Gestión Integral de residuos sólidos PGIRS.
- ✓ Protocolo Kioto: Establece acuerdos y metas sobre emisiones entre las que se encuentran las generados por el manejo de residuos sólidos.

3. DESCRIPCIÓN DEL MANEJO DE RESIDUOS EN CENTROABASTOS

Las instalaciones de Centroabastos en su parte física está conformada por once bodegas, sectorizadas por productos, los cuales se encuentran distribuidas en módulos y locales, estación de servicio, un edificio de administración y zona bancaria y uno de servicios complementarios, como se observa en la siguiente tabla.

Tabla 1. Número de edificaciones

Tipo de Edificación	Número de edificaciones	Descripción
Comercial	1	Estación de servicio de Centroabastos
	10	Bodegas
Institucional	1	Edificio de Administración y zona bancaria
Especial	1	Edificio de Servicios complementarios
Bodegas 1-2-3	65	Productos Perecederos y No Perecederos
Bodega 4	153 Locales	Productos Perecederos Tomate, Ahuyama, Cebolla, Frutas, Entre otros.
Bodega 5	128 Locales	Productos Perecederos Plátano, Cebolla, Yuca, Entre otros.
Bodega 6	89 Locales	Productos Perecederos Lechuga, Repollo, Restaurantes, Entre otros.
Bodega 7	128 Locales	Productos Perecederos Frutas, Hierbas, Legumbres, Pescado, Entre otros.
Bodega 8	14 Locales	Plásticos, Costales, entre otros.
Bodega 9	110 Locales	Productos en Cosecha

Fuente: Profesionales INCOM LTDA.

Dentro de estas edificaciones se lleva a cabo el proceso de venta y comercialización de los diferentes productos, antes mencionados.

Actividades realizadas en Centroabastos

Las actividades que se llevan normalmente a cabo y su impacto ambiental se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 2. Actividades y aspectos ambientales de las operaciones en Centroabastos.

ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN	IMPACTO AMBIENTAL
Carga y descarga de alimentos	Comienza con la llegada de camiones abastecedores y su posterior descarga, para luego llevarlo hasta la bodega o local comercial	Generación de residuos sólidos reciclables, cajas de cartón, guacales; residuos orgánicos alimentos maltratados
Venta de frutas y verduras	Adecuación de los productos, limpieza y eliminación los productos no conformes	Generación de residuos orgánicos
Venta de hierbas	Adecuación de los productos, limpieza y eliminación los productos no conformes	Generación de residuos orgánicos, tierra
Venta de cárnicos y pescados	Adecuación del producto, exposición de la carne, venta y eliminación de producto no conforme, también está el lavado de las áreas	Generación de residuos sólidos, generación de vertimientos con carga orgánica, Generación de malos olores, de insectos y roedores
Venta de tubérculos	Adecuación de productos como la papa y la yuca Eliminación de productos no conforme	Generación de residuos orgánicos, tierra
Venta de abarrotos	Venta de productos principalmente empacados y que vienen adecuadamente arreglados para la venta	Generación de residuos orgánicos e inorgánicos
Venta de alimentos procesados	Esta actividad incluye el servicio de restaurante, y alimentos preparados como salpicón, ensaladas, jugos, etc. También está el lavado de las áreas y consumo de energía eléctrica y gas, eliminación de producto sobrante, y no conforme	Generación de residuos orgánicos e inorgánicos, vertimientos orgánicos, generación de emisiones atmosféricas
Venta de derivados lácteos, lácteos y huevos	Venta de producto, eliminación de producto no conforme	Generación de malos olores, Atracción de insectos y roedores, generación de residuos reciclables, Generación de vertimientos

ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN	IMPACTO AMBIENTAL
Operaciones de limpieza	Lavado interno de áreas comunes, áreas de carga y descarga y de áreas externas	Generación de residuos sólidos y vertimientos orgánicos
Operación de manejo de residuos sólidos	Recolección, almacenamiento temporal y entrega al recolector de servicio de aseo, así como la limpieza de la zona de almacenamiento temporal	Generación de vertimientos orgánicos.
Operación de administración	Trabajo de oficina	Generación de residuos sólidos reciclables
Uso de baños	Prestación de servicio de baño para trabajadores y visitantes	Generación de vertimientos orgánicos.
Venta informal	Venta fuera de locales por vendedores ambulantes	Disposición inadecuada de residuos sólidos

Fuente: Autoras

Los residuos sólidos generados en estas actividades, están compuestos por material vegetal, tierra, papel y cartón, y en menor proporción por plásticos, vidrio, madera y residuos cárnicos. En cuanto a la recolección, clasificación, almacenamiento y disposición de residuos sólidos, cada comerciante se encarga de recolectar y almacenar temporalmente la basura en el local, hasta que los operarios encargados del mantenimiento realicen las labores de limpieza, y transporte de las basuras hasta el lugar de almacenamiento central; por otro lado, los residuos líquidos se evacuan por las instalaciones sanitarias a la red de alcantarillado de la ciudad.

La incipiente clasificación de residuos en la fuente que realizan los comerciantes y operarios de mantenimiento, se limita a separar todo aquello que pueda tener algún valor comercial directo como costales, cajas de cartón, cajones de madera, botellas de vidrio. Las labores de limpieza y aseo de las áreas comunes son realizadas por operarios contratados por la administración el cual se encarga de su barrido y lavado además de la recolección diaria de la basura de los locales, sin embargo en la siguiente fotografía se puede observar que los residuos son dispuestos de forma inadecuada en las vías de acceso y pasillos internos.

Ilustración 2. Disposición de residuos en vías de acceso y pasillos



Fuente: Autoras

El almacenamiento central de los residuos generados se realiza en un área a cielo abierto, el cual cuenta con dos contenedores para el almacenamiento de las basuras como se observa en la siguiente fotografía.

Ilustración 3. Área de almacenamiento central de residuos



Fuente: Autoras

De acuerdo a lo observado, existe un problema de contaminación al interior de Centroabastos, el cual se analizara en detalle con el siguiente árbol de problemas en donde se describe cada uno de las causas y los efectos que se generan de la contaminación de los residuos.

Ilustración 4. Árbol de problemas



Fuente: autoras

Volúmenes de alimentos que ingresan a CENTROABASTOS

Durante el primer semestre del 2011 ingresaron en promedio 31.245 Toneladas de alimentos, es decir en promedio 994 Toneladas diarias según los datos registrados en la siguiente tabla.

Tabla 3. Volúmenes ingresados a CENTROABASTOS

Grupo	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
	Toneladas	Toneladas	Toneladas	Toneladas	Toneladas	Toneladas
Frutas frescas	6.850	7.456	10.464	9.408	9.419	8.803
Otros grupos	2.175	2.213	2.427	1.652	2.184	2.141
Tubérculos, raíces y plátano	7.314	6.634	9.370	8.413	9.323	9.366
Verduras y hortalizas	8.863	8.394	10.836	9.187	8.793	9.489
Total Centroabastos	33.098	33.098	33.098	28.660	29.718	29.800
Prom. diario	1.068	1.182	1.068	1.157	959	1.067

Fuente: Boletín mensual abastecimiento de alimentos en los principales mercados SIPSA

Volumenes generación de residuos

De acuerdo a información suministrada por la empresa EMAB, la generación de residuos promedio de Centroabastos es de 423 toneladas mensuales.

Recolección de residuos al interior de Centroabastos s.a.

Centroabastos cuenta actualmente con ocho (8) micro-rutas de recolección, y para esto se tiene en cuenta la cantidad de residuos que se generan ya que hay bodegas donde existe mayor producción de residuos. Por consiguiente la Central divide la recolección en las bodegas 4, 5, 6, 7, 8, 9 y 10 en dos partes (superior e inferior), para realizar el barrido interno de las bodegas, y en una sola las bodegas 1, 2 y 3, conformando así ocho (8), como se observa a continuación:

Tabla 4. Micro-rutas establecidas en el servicio de aseo

Identificación de la micro-ruta	Características	Tipo principal de usuario	Distancia al sitio de disposición (m)
A1	Administración y servicios complementarios, Bodega 1, 2, 3.	Comercial, institucional y especial	516.25
A2			383
A3			308
A4			240.25
B1	Bodega 4	Comercial	212.5
B2			287.5
C1	Bodega 5	Comercial	150
C2			206.5
D1	Bodega 6	Comercial	81.25
D2			135
E1	Bodega 7	Comercial	44
E2			46.25
F	Bodega 8	Comercial	150
G1	Bodega 9	Comercial	156
G2			202
H	Bodega 10	Comercial	271

Fuente: Grupo de Profesionales INCOM.

En la tabla anterior, los subíndices uno (1) y dos (2), de las micro-rutas B hasta H indican la parte inferior y superior, respectivamente. Mientras las micro-rutas A2, A3 y A4, indican las bodegas uno, dos y tres.

Al terminar las labores de recolección del día, tres de las góndolas son ubicadas en la parte sur de la zona de clasificación y empaque, con el fin de que los usuarios depositen allí los residuos en las horas de la madrugada ya que desde muy temprano éstos se generan en gran cantidad y esto facilita el transporte de los mismos.

Al momento de iniciar el turno del día siguiente, los recolectores se distribuyen por sectores, las góndolas dejadas en la parte sur de la zona de clasificación son llevadas al sitio de acopio donde depositan los residuos en

los compactadores. La ruta de cada recolector consiste en recoger todos los residuos acumulados alrededor de las bodegas, esta actividad les toma más del medio día, debido a la presencia de vehículos que les impiden la recolección de los residuos. Para terminar el turno se dirigen a barrer las bodegas por dentro, siendo esto la última etapa del recorrido. Algunos recolectores están encargados de hacer el barrido en los parqueaderos y avenidas contiguas a la zona administrativa, servicios complementarios y porterías.

La frecuencia del recorrido de las rutas se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 5. Frecuencia de recolección de residuos

Zona	Tipo de usuario	Frecuencia diaria	Frecuencia semanal
A	Comercial, institucional y especial	2	14
B	Comercial	7	49
C	Comercial	7	49
D	Comercial	5	35
E	Comercial	4	28
F	Comercial	4	28
G	Comercial	6	42
H	Comercial	8	56

Fuente: Grupo de Profesionales INCOM.

Para la determinación del tiempo de recolección es necesario, conocer el tiempo productivo e improductivo de recolección.

El tiempo productivo de recolección (TPR), se conoce como el tiempo de recorrido de la micro-ruta hasta que se llene la góndola y el tiempo improductivo promedio (TIP), es aquel tiempos de desplazamiento desde el centro de acopio o lugar de estacionamiento hasta el inicio del recorrido para la recolección; desde que termina la recolección hasta el sitio final; el tiempo de descarga y el tiempo para el siguiente recorrido.

A continuación se muestran los tiempos promedios de recolección para cada micro-ruta.

Tabla 6. Tiempos empleados en la recolección

Micro-ruta	t ₁ (min)	t ₂ (min)	t ₃ (min)	t ₄ (min)	t ₅ (min)
A	6	56	3	26	8
B ₁	4	38	3	14	5
B ₂	4	45	4	17	6
C ₁	3	37	2	8	5
C ₂	5	21	3	17	6
D ₁	3	30	3	7	3
D ₂	2	27	4	9	2
E ₁	2	37	8	14	3
E ₂	3	74	6	12	4

Micro-ruta	t ₁ (min)	t ₂ (min)	t ₃ (min)	t ₄ (min)	t ₅ (min)
F	2	29	3	17	2
G ₁	3	51	6	20	4
G ₂	4	38	4	15	5
H	6	20	3	30	8
TOTAL	47	503	50	206	61

Fuente: Autoras

Dónde:

t ₁ (min.)	Tiempo que toma ir desde el centro de acopio provisional al inicio de la micro-ruta
t ₂ (min.)	Tiempo real de recolección desde que la micro-ruta inicia el recorrido hasta cuando lo termina
t ₃ (min.)	Tiempo de transporte desde el punto final de la recolección hasta el punto de disposición final
t ₄ (min.)	Tiempo de descargue de los alimentos, medido desde el momento en que entra al sitio de disposición final hasta que sale de él.
t ₅ (min.)	Tiempo de transporte desde el sitio de disposición final hasta el sitio de inicio

Durante la realización de la caracterización física de los residuos sólidos, se observan en ciertos horarios del día, un colapso en el centro de acopio, 08:00 a.m., 10:00 a.m. y 11:30 a.m.

- Tiempo Productivo de recolección (TPR)

El tiempo promedio productivo de recolección es de 39 minutos para trece (13) micro-rutas.

- Tiempo improductivo promedio (TIP)

El tiempo promedio improductivo promedio es de 28 minutos para trece (13) micro-rutas. Teniendo en cuenta, la siguiente ecuación:

$$TIP = \frac{t_1 + t_3 + t_4 + t_5}{No.micro - rutas}$$

La central de abastos cuenta con tres tipos de góndolas que son empleadas por los operarios de recolección en la ejecución de sus actividades diarias, cada tipo de góndola tiene una capacidad diferente, las cuales se muestran a continuación.

Tabla 7. Clases de Góndolas de transporte interno de residuos

Clase de Góndola	Tipo de tracción	Cantidad de góndola	Capacidad (m ³)
I	Humana	8	1,07

II	Humana	2	0,82
III	Humana	1	1,42

Fuente: Autoras

Adicional a las góndolas los operarios de recolección cuentan cada uno con una escoba y una pala las cuales son reemplazadas de forma continua por la administración debido a su rápido desgaste.

4. DESCRIPCIÓN TECNOLOGÍA TELLUS COMPOST EN LOS RESIDUOS

4.1 EL COMPOSTAJE

El compostaje es un proceso que se basa en una serie de transformaciones de los residuos orgánicos, mejorando las propiedades físicas y químicas del material original. La biodegradación es consecuencia de la actividad de los microorganismos Bacterias, hongos, protozoos, ácaros, miriápodos, entre otros, que crecen y se reproducen en los materiales orgánicos en descomposición, los productos finales de esta degradación dependerán de los tipos de metabolismo y de los grupos fisiológicos que hayan intervenido.⁵

4.1.1 Propiedades del compost.

- Mejora las propiedades físicas del suelo. La materia orgánica favorece la estabilidad de la estructura de los agregados del suelo agrícola, reduce la densidad aparente, aumenta la porosidad y permeabilidad, y aumenta la capacidad de retención de agua en el suelo. Se obtienen suelos más esponjosos y con mayor retención de agua.
- Mejora las propiedades químicas. Aumenta el contenido de nutrientes, la capacidad de intercambio catiónico (C.I.C.) y es fuente y almacén de nutrientes para los cultivos.
- Mejora la actividad biológica del suelo. Actúa como soporte y alimento de los microorganismos ya que viven a expensas del humus y contribuyen a su mineralización.
- La población microbiana es un indicador de la fertilidad del suelo.

4.1.2 Las materias primas del compost.

Para la elaboración del compost se puede emplear cualquier materia orgánica, con la condición de que ésta no se encuentre contaminada. Generalmente estas materias primas proceden de:

⁵ SZTERN, Daniel. PRAVIA, Miguel. Manual para la elaboración de compost bases conceptuales y procedimientos, Febrero 99, 69 páginas

- Restos de cosechas. Pueden emplearse para hacer compost o como acolchado. Los restos vegetales jóvenes como hojas, frutos, tubérculos, etc. son ricos en nitrógeno y pobres en carbono. Los restos vegetales más adultos como troncos, ramas, tallos, etc. son menos ricos en nitrógeno.
- Abonos verdes, siegas de césped, malas hierbas, etc.
- Las ramas de poda de los frutales. Es preciso triturarlas antes de su incorporación al compost, ya que con trozos grandes el tiempo de descomposición se alarga.
- Hojas. Pueden tardar de 6 meses a dos años en descomponerse, por lo que se recomienda mezclarlas en pequeñas cantidades con otros materiales.
- Restos urbanos. Se refiere a todos aquellos restos orgánicos procedentes de las cocinas como pueden ser restos de fruta y hortalizas, restos de animales de mataderos, etc.
- Estiércol animal. Se destaca el estiércol de vaca, aunque otros de gran interés son la gallinaza, conejina o sirle, estiércol de caballo, de oveja y los purines.
- Complementos minerales. Son necesarios para corregir las carencias de ciertas tierras. Se destacan las enmiendas calizas y magnésicas, los fosfatos naturales, las rocas ricas en potasio y oligoelementos y las rocas silíceas trituradas en polvo.
- Plantas marinas. Anualmente se recogen en las playas grandes cantidades de fanerógamas marinas como *Posidonia oceánica*, que pueden emplearse como materia prima para la fabricación de compost ya que son compuestos ricos en Nitrógeno, Fosforo, Carbono, oligoelementos y biocompuestos cuyo aprovechamiento en agricultura como fertilizante verde puede ser de gran interés.
- Algas. También pueden emplearse numerosas especies de algas marinas, ricas en agentes antibacterianos y anti fúngicos y fertilizantes para la fabricación de compost.

4.1.3 Factores que afectan el proceso.

El manejo del proceso es importante para obtener un buen compostaje, por tanto es necesario generar condiciones para que los microorganismos tengan un medio para desarrollarse, las condiciones que favorecen el desarrollo de

microorganismos aeróbicos están dadas por la presencia de oxígeno, agua, temperatura y una nutrición balanceada. Hay otros factores como el pH, fuentes energéticas de fácil solubilización y la superficie de contacto, que también favorecen la proliferación de los microorganismos.

a) Relación carbono – nitrógeno (C/N)

La relación C/N, expresa las unidades de Carbono por unidades de Nitrógeno que contiene un material. El Carbono es una fuente de energía para los microorganismos y el Nitrógeno es un elemento necesario para la síntesis proteica. La relación C/N óptimo, es decir, de material sin procesar es de 25 unidades de Carbono por 1 unidad de Nitrógeno. A continuación se encuentra la relación de C/N de algunos materiales.

Tabla 8. Relación de materiales con contenido C/N

<i>Base Seca</i>			
MATERIALES	C%	N%	C/N
Aserrines	40	0.1	400
Podas, tallos, maíz	45	0.3	150
Paja de caña	40	0.5	80
Hojas de árboles	40	1	40
Estiércol de equino	15	0.5	30
Estiércol ovino	16	0.8	20
Heno	40	2	20
Estiércol bovino	7	0.5	15
Estiércol suino	8	0,7	12
Estiércol de gallina	15	1.5	10
Harina de sangre	35	15	2

Fuente: SZTERN, Daniel. PRAVIA

Los materiales que son verdes y húmedos como césped, restos de frutas y verduras, poseen alto contenido de nitrógeno, en cambio aquellos que son de colores café y secos como chips de madera, aserrín y papel contienen alto contenido de carbono.

b) Temperatura

La temperatura dentro del proceso sirve como indicador ya que el proceso se inicia a temperatura ambiente, pero a medida que comienza la actividad microbiana ésta se eleva hasta valores cercanos a 55 y 60°C, esta etapa se conoce con el nombre de termófila, y es muy importante para la eliminación de agentes patógenos y semillas de hierbas indeseadas. En la siguiente etapa disminuye la temperatura entre los 30 – 35°C y 40 – 45°C, donde se bioestabiliza la materia orgánica, y finalmente la humificación donde se llegan a temperaturas mesófilas. Durante el proceso de fermentación la temperatura se deberá mantener entre los 35 y 60°C

para sostener las condiciones que restringen el desarrollo de los agentes patógenos, parásitos y semillas de malas hierbas.

c) Humedad

La humedad idónea para una biodegradación con predominio de la respiración aeróbica, se sitúa en el orden del 15 al 35 %. Humedades superiores a los valores indicados producirían un desplazamiento del aire entre las partículas de la materia orgánica, con lo que el medio se volvería anaerobio, favoreciendo los metabolismos fermentativos y las respiraciones anaeróbicas. Si la humedad se sitúa en valores inferiores al 10%, desciende la actividad biológica general y el proceso se vuelve extremadamente lento. El contenido de humedad dependerá de las materias primas empleadas.

d) pH (Acidez y alcalinidad)

El pH sirve como parámetro de control. La expresión numérica del pH del agua pura es de 7 en una escala de 0 a 14; por encima de esta cifra se consideran soluciones alcalinas o básicas y por debajo soluciones ácidas. La basura fresca es ligeramente ácida entre 6 y 7. Al comienzo de la reacción debe bajar a un rango entre 4,5 y 5,5. Luego, a medida que la temperatura aumenta, debe llegar entre 8 y 9, mientras que al finalizar el proceso el pH debe acercarse a un valor neutro.

e) Aireación

La aireación es necesaria para el proceso por proporcionar el oxígeno suficiente, la aireación se puede lograr por medio de distintos métodos tales como el volteo periódico o la inserción de tubos perforados en las pilas de compost.⁶

4.1.4 Fases del proceso de compostaje.

El proceso de composting o compostaje puede dividirse en cuatro períodos, atendiendo a la evolución de la temperatura:

- **Mesolítico.** La masa vegetal está a temperatura ambiente y los microorganismos mesófilos se multiplican rápidamente. Como consecuencia de la actividad metabólica la temperatura se eleva y se producen ácidos orgánicos que hacen bajar el pH.
- **Termofílico.** Cuando se alcanza una temperatura de 40 °C, los microorganismos termófilos actúan transformando el nitrógeno en

⁶ SZTERN, Daniel. PRAVIA, Miguel. Manual para la elaboración de compost bases conceptuales y procedimientos, Febrero 99, 69 páginas

amoníaco y el pH del medio se hace alcalino. A los 60 °C estos hongos termófilos desaparecen y aparecen las bacterias esporíferas y actinomicetos. Estos microorganismos son los encargados de descomponer las ceras, proteínas y hemicelulosas.

- **De enfriamiento.** Cuando la temperatura es menor de 60 °C, reaparecen los hongos termófilos que re invaden el mantillo y descomponen la celulosa. Al bajar de 40 °C los mesófilos también reinician su actividad y el pH del medio desciende ligeramente.
- **De maduración.** Es un periodo que requiere meses a temperatura ambiente, durante los cuales se producen reacciones secundarias de condensación y polimerización del humus.⁷

4.2 PROCESAMIENTO DE MATERIAL ORGÁNICO EN LA TECNOLOGÍA TELLUS COMPOST

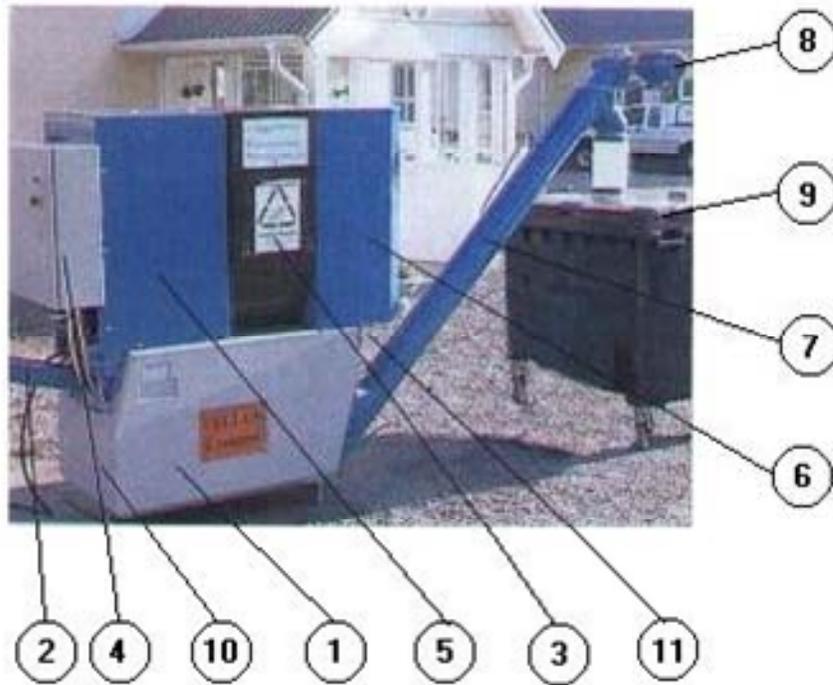
Existen varios sistemas para hacer compost, la técnica que se encuentra instalada en CENTRO ABASTOS, y la cual estamos analizando es la TELLUS COMPOST que es proveniente de Suecia.

4.2.1 Descripción de la maquina Tellus Compost System.

En la siguiente ilustración se puede observar cómo está conformado el sistema.

⁷ <http://www.infoagro.com/abonos/compostaje.htm>

Ilustración 5. Esquema de Sistema Tellus



Fuente: Autoras

1. Base de concreto con cuchillos desmenuzadores en su interior
2. Cilindro hidráulico
3. Depósito con puerta para el recibo de los desechos
4. Cabina electrónica y de mando
5. Agregado hidráulico
6. Recipiente para el aserrín
7. Cilindro con tornillo transportador
8. Motor para el tornillo transportador
9. Recipiente para el compost desmenuzado
10. Bomba de aire
11. Motor para el dosificador

4.2.2 Especificaciones Técnicas Tellus Compost System.

Tabla 9. Especificaciones técnicas Tellus Compost System

DATOS TÉCNICOS	DETALLES
Capacidad de tratamiento	0.5 Ton/hora

Superficie a ocupar	Ancho mínimo: 1.8 m. Alto: 2 m. Largo máximo : 4.76 m.
Suministro eléctrico	32(A) 3 fases con enchufe europeo, para base. (Requerimiento de energía solo cuando se desmenuza y homogeniza los residuos). 10(A) 1 fase 220V enchufe europeo para compresor de aire. (en funcionamiento durante todo el proceso)
Ventilación	Manguera de 100mm para sistema de ventilación de la masa.
Peso	1250Kg. Incluye base y compresor.
Detalle de suministro	El modelo normal incluye lo siguiente: <ul style="list-style-type: none"> • Preparador de compostaje (Tellus comp.) en funcionamiento, incluye aceite vegetal hidráulico para el sistema. • Cable de 3 m. con enchufe europeo para el preparador de compostaje. • Dos (2) recipientes plásticos sobre ruedas para la masa (compost)
Garantía	1 año de garantía por posibles desperfectos de fabricación.

Fuente: Profesionales INCOM

4.2.3 Descripción del proceso.

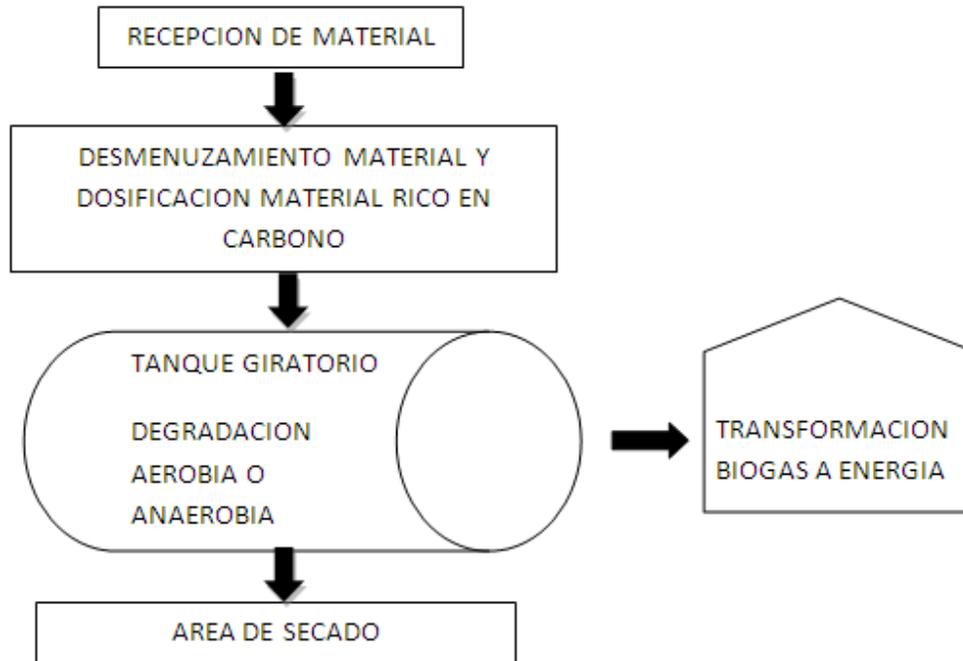
Esta máquina está diseñada de tal forma que puede acelerar el proceso de compostación, ya que incluye una fase de trituración (para lograr tamaño adecuado para el compostaje), luego una fase de adición de material rico en carbono (para manejar la relación C / N).

El sistema consiste en el tratamiento de residuos orgánicos que según su definición tienen la característica de poder desintegrarse o degradarse rápidamente, transformándose en otro tipo de materia orgánica, en este caso los provenientes de frutas, verduras.

En general el proceso consta de las siguientes etapas:

- I. Recepción del material
- II. Desmenuzamiento de materia orgánica y dosificación de material rico en carbono
- III. Depósito de la mezcla en el tanque giratorio, biorreactor o biodigestor
- IV. Secado y maduración del material biomasa.
- V. Si el depósito se hace en un biodigestor, transformación de biogás a energía.

Ilustración 6. Proceso De Material Orgánico

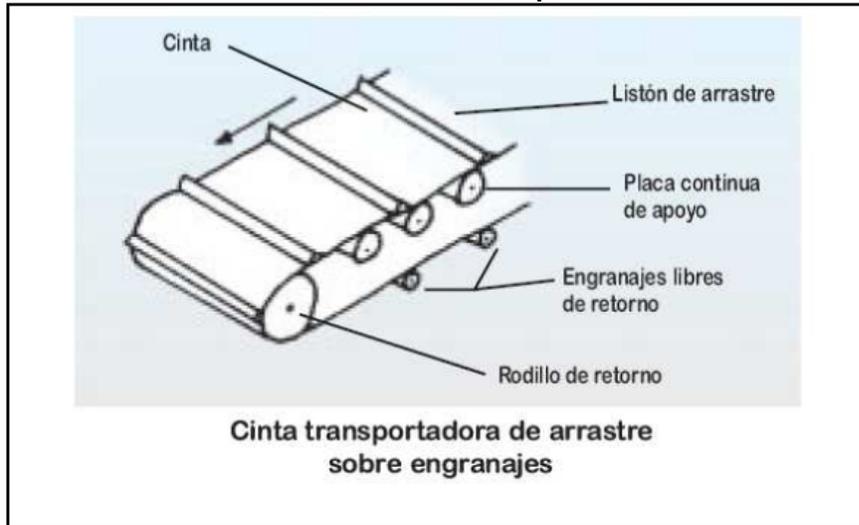


Fuente: Autoras

I. Recepción de material.

Para esto es necesario antes de iniciar el proceso tener los residuos clasificados, es decir, que éstos no vengan con otros materiales como plástico, vidrio, materiales sanitarios, icopor, entre otros además los materiales se clasifican según su nivel de humedad por ejemplo tomate (alta humedad), repollo baja humedad; el método más económico es la utilización de bandas transportadoras debido principalmente a que permite la manipulación de los residuos sólidos o el traslado de materiales en líneas de selección en donde se escogen manualmente los materiales o en este caso los residuos a utilizar. Con la separación manual pueden obtenerse materiales de más alta calidad, pues su implementación en una línea de selección permite la mecanización parcial del proceso e incrementa la eficacia y seguridad laboral, ésta es una cinta sin fin apoyada sobre rodillos libres antifricción y conducida desde un extremo por un rodillo motriz. La banda puede ser de goma, lona o materiales sintéticos para manipular materiales que son relativamente ligeros. Estas bandas transportadoras deben ser diseñadas con base en la velocidad de la cinta, el rendimiento por peso (kg/h o Ton/h), la potencia en caballos y el espesor del material sobre la cinta, el ancho, la velocidad y el espesor medio de los residuos sobre la cinta, son factores críticos en el diseño de cintas

Ilustración 7. Banda transportadora



Fuente: www.CintasTransportadoras.com.es

Después de tener asegurado esto, los residuos son puestos en la máquina. Al mismo tiempo por otra entrada es adicionado el aserrín, el cual acuerdo a sus características posee alto contenido de Carbono y es importante en el proceso, la dosis adecuada la da la relación carbono nitrógeno y la dosificación de carbono depende de la humedad de los residuos que se van a tratar, la dosificación va desde el nivel más bajo 1 para los residuos con poca humedad hasta el nivel más alto para los residuos con alta humedad.

La máquina Tellus Compost cuenta con un tablero de control electrónico que permite además de dosificar el carbono (aserrín), ejercer mayor control sobre cada uno de los componentes del sistema.

Ilustración 8. Cabina electrónica y de mando



Fuente: Profesionales INCOM

II. Tratamiento material.

El objetivo en esta etapa del proceso es modificar las propiedades físicas del material a través de disminución y homogenización del tamaño para facilitar el proceso.

Existen varias configuraciones para el manejo de la tecnología y depende de la cantidad de residuos orgánicos los materiales el aprovechamiento deseado y se hace desde la cabina de mando.

2.4. Los residuos son triturados por los cuchillos desmenuzadores al tiempo que se le dosifica el carbono de forma continua según el ciclo programado previamente, el proceso de trituración de 0,5 Toneladas puede demorar alrededor de 60 minutos (ver ilustración 10), después éstos son llevados por medio de un tornillo sin fin a otro sistema, en este momento existen dos conocidos; un **Biorreactor** si sólo se va a generar compostaje o un **Biodigestor** si se va a generar Biogás y biomasa, esto depende del tipo de degradación que se lleve a cabo y que se explicará más adelante.

Ilustración 9. Mezcla de residuos y aserrín



Fuente: Profesionales INCOM

El objetivo principal de esta etapa es estabilizar la materia orgánica, disminuir el volumen y reducir la cantidad de generación de gases y lixiviados.

III. Degradación del material.

Existen dos tipos de degradación biológica:

1. Degradación aerobia

En este proceso la materia orgánica es degradada por microorganismos aerobios, los resultados de este proceso es un materias estabilizado, dióxido de carbono, agua y calor.

Para esto se debe garantizar la demanda de oxígeno y control de la aireación, esta aireación se da a través de un **Biorreactor** (ver ilustración 10) el cual tiene unos orificios para permitir el ingreso del oxígeno al proceso y se genere el compostaje únicamente.

Los residuos ya triturados permanecen en este sistema entre 1 y 2 días en movimiento continuo generando temperaturas que favorecen la proliferación de microorganismos que se encargaran de degradar el material hasta convertirlo en una mezcla homogénea dominada biomasa.

Ilustración 10. Biorreactor



Fuente: Profesionales INCOM

Tabla 10. Especificaciones técnicas Bioreactor

BIOREACTOR	DIÁMETRO	1.4 m.
	LARGO	6.5 m.
	CAPACIDAD MAX.	7 Ton.
	ESPECIFICACIONES	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Compuertas de entrada y salida de material. ▪ Dos compuertas laterales. ▪ Material en acero inoxidable. ▪ Anillos de refuerzo ▪ Sistema de rotación con engranaje (para número de revoluciones inferior a 24 rpm) ▪ Bases de apoyo para sostenimiento de la estructura. ▪ Rodamientos.

		▪ Sistema electrónico de encendido.
--	--	-------------------------------------

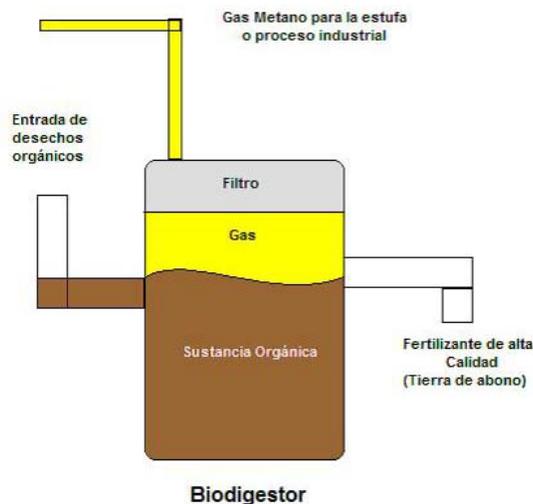
Fuente: Profesionales INCOM

2. Degradación anaerobia

En este proceso la degradación biológica se desarrolla en ausencia de oxígeno, en donde la fracción orgánica degradada genera biogás (metano y dióxido de carbono) y materia orgánica estabilizada.

Este proceso se lleva a cabo en un **biodigestor** en el cual se asegura la ausencia de oxígeno, el cual es hermético e impermeable.

Ilustración 11. Biodigestor



Fuente: digestordedesechosorganicos.blogspot.com/

IV. Secado y maduración del material.

El sustrato que sale del anterior proceso es dispuesto en un área de secado denominado “canchas de aireación” donde se forman pilas de degradación de una altura mínima de 1,50 m formadas por capas de carbono (aserrín) que permiten el control de la humedad y capas de cal que ejercen control sobre insectos que puedan afectar el proceso de maduración que tarda aproximadamente 20 a 30 días.

Ilustración 12. Canchas de aireación



Fuente: Profesionales INCOM

La aireación necesaria para el desarrollo del proceso de descomposición biológica se obtiene volteando la pila periódicamente cuando ésta alcance temperaturas entre 50 – 70° C.

Los residuos líquidos (percolados) generados durante la descomposición de la biomasa son colectados y reincorporados a la pila en momentos en que esta requiera humedad para alcanzar los estándares nutricionales propios de un sustrato orgánico.

Para controlar la humedad de la pila de compostaje este es el procedimiento

- a. Se toma con la mano una muestra de material.
- b. Se cierra y aprieta fuertemente el mismo.
- c. Si sale un hilo de agua continuo se puede establecer que el material contiene más del 40% de humedad.
- d. Si no se produce un hilo continuo de agua y el material gotea intermitentemente se puede establecer que la humedad es cercana al 40%.
- e. Si el material no gotea y cuando se abre el puño de la mano permanece moldeado se estima que la humedad es de 20 – 30%
- f. Finalmente si se abre el puño y el material se disgrega se asume que el material contiene una humedad inferior al 20%.

V. Transformación de biogás a energía

BIOMASA

La biomasa es el nombre dado a cualquier materia orgánica que haya derivado de animales y vegetales como resultado del proceso de conversión fotosintético. La energía de la biomasa se deriva del material vegetal y

animal, tal como madera de bosques, residuos de procesos agrícolas y forestales, y de la basura industrial, humana o animales.⁸

Los avances tecnológicos han permitido el desarrollo de procesos más eficientes y limpios para la conversión de biomasa en energía; transformándola, por ejemplo, en combustibles líquidos o gaseosos, los cuáles son más convenientes y eficientes. Así aparte de la combustión directa, se pueden distinguir otros dos tipos de procesos: el termo-químico y el bio-químico.

FUENTES DE BIOMASA

Las fuentes de biomasa que pueden ser usadas para la producción de energía cubren un amplio rango de materiales y fuentes: los residuos de la industria forestal y la agricultura, los desechos urbanos y las plantaciones energéticas, se usan, generalmente, para procesos modernos de conversión que involucran la generación de energía a gran escala, enfocados hacia la sustitución de combustibles fósiles.

- Plantaciones energéticas: Estas son grandes plantaciones de árboles o plantas cultivadas con el fin específico de producir energía. Para ello se seleccionan árboles o plantas de crecimiento rápido y bajo mantenimiento, las cuales usualmente se cultivan en tierras de bajo valor productivo. Su período de cosecha varía entre los tres y los diez años. También se utilizan arbustos que pueden ser podados varias veces durante su crecimiento, para extender la capacidad de cosecha de la plantación.
- Residuos forestales: Los residuos de procesos forestales son una importante fuente de biomasa que actualmente es poco explotada. Se considera que, de cada árbol extraído para la producción maderera, sólo se aprovecha comercialmente un porcentaje cercano al 20%. Se estima que un 40% es dejado en el campo, en las ramas y raíces, a pesar de que el potencial energético es mucho mayor, y otro 40% en el proceso de aserrío, en forma de astillas, corteza y aserrín.
- Desechos agrícolas: La agricultura genera cantidades considerables de desechos (rastros): se estima que, en cuanto a desechos de campo, el porcentaje es más del 60%, y en desechos de proceso, entre 20% y 40%.
- Desechos industriales: La industria alimenticia genera una gran cantidad de residuos y subproductos, que pueden ser usados como fuentes de energía, los provenientes de todo tipo de carnes (avícola, vacuna, porcina) y vegetales (cáscaras, pulpa) cuyo tratamiento como desechos representan un costo considerable para la industria. Estos residuos son sólidos y líquidos con un alto contenido de azúcares y carbohidratos, los cuales pueden ser convertidos en combustibles gaseosos.

⁸ <http://www.textoscientificos.com/energia/biomasa>

- **Desechos urbanos:** Los centros urbanos generan una gran cantidad de biomasa en muchas formas, por ejemplo: residuos alimenticios, papel, cartón, madera y aguas negras. Se carecen de adecuados sistemas para su procesamiento, lo cual genera grandes problemas de contaminación de suelos y cuencas; sobre todo por la inadecuada disposición de la basura y por sistemas de recolección y tratamiento con costos elevados de operación.

CARACTERÍSTICAS DE LA BIOMASA

Para evaluar la factibilidad técnica y económica de un proceso de conversión de biomasa en energía, es necesario considerar ciertos parámetros y condiciones que la caracterizan. Estos que se explican a continuación, determinan el proceso de conversión más adecuado y permiten realizar proyecciones de los beneficios económicos y ambientales esperados.

- **Tipo de biomasa:** Los recursos biomásicos se presentan en diferentes estados físicos que determinan la factibilidad técnica y económica de los procesos de conversión energética que pueden aplicarse a cada tipo en particular. Por ejemplo, los desechos forestales indican el uso de los procesos de combustión directa o procesos termo-químicos; los residuos animales indican el uso de procesos anaeróbicos (bioquímicos), etc.

El estado físico de la biomasa puede clasificarse según el tipo de recurso, como se indica en la tabla siguiente:

Tabla 11. Estados típicos de la Biomasa

Recursos de biomasa	Tipo de residuo	Características físicas
Residuos forestales	Restos de aserrío: corteza, aserrín, astillas. Restos de ebanistería: aserrín, trozos, astillas. Restos de plantaciones: ramas, corteza, raíces.	Polvo, sólido, HR ² >50% Polvo sólido, HR 30 - 45% Sólido, HR > 55%
Residuos agropecuarios	Cáscara y pulpa de frutas y vegetales. Cáscara y polvo de granos secos (arroz, café). Estiércol. Residuos de cosechas: tallos y hojas, cáscaras, maleza, pastura.	Sólido, alto contenido humedad Polvo, HR < 25% Sólido, alto contenido humedad Sólido HR >55%
Residuos industriales	Pulpa y cáscara de frutas y vegetales. Residuos de procesamiento de carnes. Aguas de lavado y precocido de carnes y vegetales. Grasas y aceites vegetales.	Sólido, humedad moderada Sólido, alto contenido humedad Líquido Líquido, grasoso
Residuos urbanos	Aguas negras. Desechos domésticos orgánicos (cáscara de vegetales). Basura orgánica (madera).	Líquido Sólido, alto contenido humedad Sólido alto contenido humedad

Fuente: FOCER Fortalecimiento de la capacidad en energía renovable

- Composición química y física: Las características químicas y físicas de la biomasa determinan el tipo de combustible o subproducto energético que se puede generar; por ejemplo, los desechos animales producen altas cantidades de metano, mientras que la madera puede producir el denominado “gas pobre”, que es una mezcla rica en monóxido de carbono (CO). Por otro lado, las características físicas influyen en el tratamiento previo que sea necesario aplicar.
- Contenido de humedad (H.R.): El contenido de humedad de la biomasa es la relación de la masa de agua contenida por kilogramo de materia seca. Para la mayoría de los procesos de conversión energética es imprescindible que la biomasa tenga un contenido de humedad inferior al 30%. Muchas veces, los residuos salen del proceso productivo con un contenido de humedad muy superior, que obliga a implementar operaciones de acondicionamiento, antes de ingresar al proceso de conversión de energía.
- Porcentaje de cenizas: El porcentaje de cenizas indica la cantidad de materia sólida no combustible por kilogramo de material. En los procesos que incluyen la combustión de la biomasa, es importante conocer el porcentaje de generación de ceniza y su composición, pues, en algunos casos, ésta puede ser utilizada; por ejemplo, la ceniza de la cascarilla de arroz es un excelente aditivo en la mezcla de concreto o para la fabricación de filtros de carbón activado.
- Poder calórico: El contenido calórico por unidad de masa es el parámetro que determina la energía disponible en la biomasa. Su poder calórico está relacionado directamente con su contenido de humedad. Un elevado porcentaje de humedad reduce la eficiencia de la combustión debido a que una gran parte del calor liberado se usa para evaporar el agua y no se aprovecha en la reducción química del material.
- Densidad aparente: Esta se define como el peso por unidad de volumen del material en el estado físico que presenta, bajo condiciones dadas. Combustibles con alta densidad aparente favorecen la relación de energía por unidad de volumen, requiriéndose menores tamaños de los equipos y aumentando los períodos entre cargas. Por otro lado, materiales con baja densidad aparente necesitan mayor volumen de almacenamiento y transporte y, algunas veces, presentan problemas para fluir por gravedad, lo cual complica el proceso de combustión, y eleva los costos del proceso.
- Recolección, transporte y manejo: Las condiciones para la recolección, el transporte y el manejo en planta de la biomasa son factores determinantes en la estructura de costos de inversión y operación en todo proceso de conversión energética. La ubicación del material con respecto a la planta de procesamiento y la distancia hasta el punto de utilización de la energía convertida, deben analizarse detalladamente para lograr un

nivel de operación del sistema por encima del punto de equilibrio, con relación al proceso convencional.

PROCESOS DE CONVERSIÓN

Antes de que la biomasa pueda ser usada para fines energéticos, tiene que ser convertida en una forma más conveniente para su transporte y utilización. A menudo, la biomasa es convertida en formas derivadas tales como carbón vegetal, briquetas, gas, etanol y electricidad.

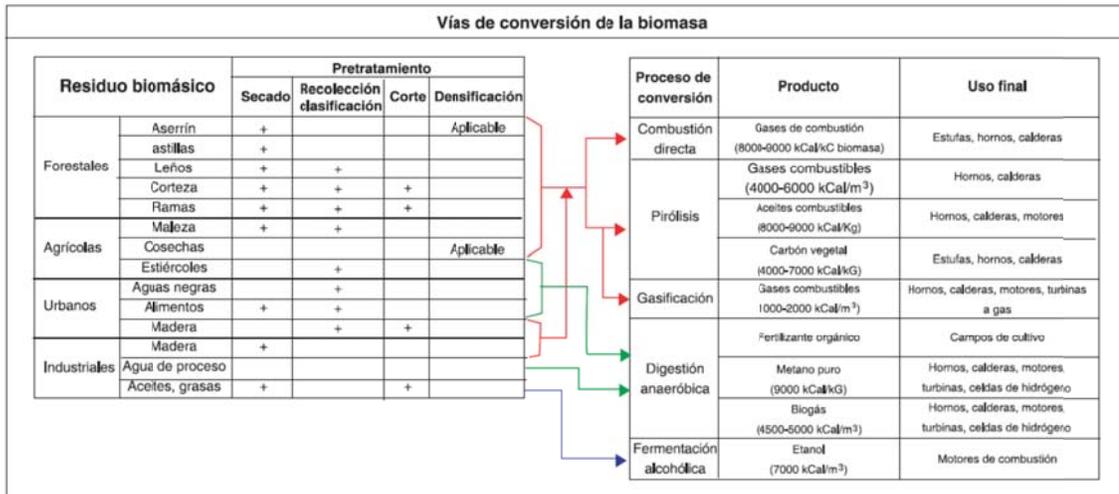
Las tecnologías de conversión incluyen desde procesos simples y tradicionales, como la producción de carbón vegetal en hogueras bajo tierra; hasta procesos de alta eficiencia como la dendro-energía y la cogeneración.

A continuación se presentan los procesos de conversión de biomasa más relevantes, los cuales se pueden clasificar en tres categorías:

- Procesos de combustión directa.
- Procesos termo-químicos.
- Procesos bio-químicos.

En Tabla 11 se muestra en forma esquemática las diferentes vías de transformación de la biomasa en energía.

Tabla 12. Vías de conversión de la Biomasa en energía



Fuente: FOCER Fortalecimiento de la capacidad en energía renovable

Procesos de combustión directa

Esta es la forma más antigua y más común, hasta hoy, para extraer la energía de la biomasa. Los sistemas de combustión directa son aplicados

para generar calor, el cual puede ser utilizado directamente, como por ejemplo, para la cocción de alimentos o para el secado de productos agrícolas. Además, éste se puede aprovechar en la producción de vapor para procesos industriales y electricidad. Las tecnologías de combustión directa van desde sistemas simples, como estufas, hornos y calderas, hasta otros más avanzados como combustión de lecho fluidizado.

Los procesos tradicionales de este tipo, generalmente, son muy ineficientes porque mucha de la energía liberada se desperdicia y pueden causar contaminación cuando no se realizan bajo condiciones controladas. Estos resultados se podrían disminuir considerablemente con prácticas mejoradas de operación y un diseño adecuado del equipo.

- Densificación: Esta se refiere al proceso de compactar la biomasa en “briquetas”, para facilitar su utilización, almacenamiento y transporte. Las briquetas son para usos domésticos, comerciales e industriales. La materia prima puede ser aserrín, desechos agrícolas y partículas de carbón vegetal, el cual se compacta bajo presión alta.

Procesos termo-químicos:

Estos procesos transforman la biomasa en un producto de más alto valor, con una densidad y un valor calorífico mayor, los cuales hacen más conveniente su utilización y transporte.

Cuando la biomasa es quemada bajo condiciones controladas, sin hacerlo completamente, su estructura se rompe en compuestos gaseosos, líquidos y sólidos que pueden ser usados como combustible para generar calor y electricidad. Dependiendo de la tecnología, el producto final es un combustible sólido, gaseoso, o combustible líquido. El proceso básico se llama pirolisis o carbonización e incluye:

- Producción de carbón vegetal: este proceso es la forma más común de la conversión termo-química de temperatura mediana. La biomasa se quema con una disponibilidad restringida de aire, lo cual impide que la combustión sea completa. El residuo sólido se usa como carbón vegetal, el cual tiene mayor densidad energética que la biomasa original, no produce humo y es ideal para uso doméstico.
- Gasificación: tipo de pirolisis en la que se utiliza una mayor proporción de oxígeno a mayores temperaturas, con el objetivo de optimizar la producción del llamado “gas pobre”, constituido por una mezcla de monóxido de carbono, hidrógeno y metano, con proporciones menores de dióxido de carbono y nitrógeno.

Este se puede utilizar para generar calor y electricidad, y se puede aplicar en equipos convencionales, como los motores de diesel. La composición y el valor calorífico del gas dependen de la biomasa utilizada, como por ejemplo: madera, cascarilla de arroz, o cáscara de coco. Existen diferentes tecnologías de gasificación y su aplicación depende de la materia prima y de la escala del sistema.

La gasificación tiene ciertas ventajas con respecto a la biomasa original: i, el gas producido es más versátil y se puede usar para los mismos propósitos que el gas natural; ii, puede quemarse para producir calor y vapor y puede alimentar motores de combustión interna y turbinas de gas para generar electricidad; iii, produce un combustible relativamente libre de impurezas y causa menores problemas de contaminación al quemarse. Sin embargo, la operación de gasificación es más complicada.

Procesos bio-químicos

Estos procesos utilizan las características Bio-químicas de la biomasa y la acción metabólica de organismos microbiales para producir combustibles gaseosos y líquidos. Son más apropiados para la conversión de biomasa húmeda que los procesos termo-químicos. Los más importantes son:

- Digestión anaeróbica: la digestión de biomasa humedecida por bacterias en un ambiente sin oxígeno (anaeróbico) produce un gas combustible llamado biogás. En el proceso, se coloca la biomasa (generalmente desechos de animales) en un contenedor cerrado (el digester) y allí se deja fermentar; después de unos días, dependiendo de la temperatura del ambiente, se habrá producido un gas, que es una mezcla de metano y dióxido de carbono. La materia remanente dentro del digester es un buen fertilizante orgánico.
- Combustibles alcohólicos: de la biomasa se pueden producir combustibles líquidos como etanol y metanol. El primero se produce por medio de la fermentación de azúcares y, el segundo por la destilación destructiva de madera. Esta tecnología se ha utilizado durante siglos para la producción de licores y, más recientemente, para generar sustitutos de combustibles fósiles para transporte, particularmente en Brasil. Estos combustibles se pueden utilizar en forma pura o mezclados con otros, para transporte o para la propulsión de máquinas.
- Biodiesel: a diferencia del etanol, que es un alcohol, el biodiesel se compone de ácidos grasos y esteres alcalinos, obtenidos de aceites vegetales, grasa animal y grasas recicladas. A partir de un proceso llamado “transesterificación”, los aceites derivados orgánicamente se

combinan con alcohol (etanol o metanol) y se alteran químicamente para formar esteres grasos como el etil o metilo éster. Estos pueden ser mezclados con diesel o usados directamente como combustibles en motores comunes. El biodiesel es utilizado, típicamente, como aditivo del diesel en proporción del 20%, aunque otras cantidades también sirven, dependiendo del costo del combustible base y de los beneficios esperados. Su gran ventaja es reducir considerablemente las emisiones, el humo negro y el olor.

- Gas de rellenos sanitarios: se puede producir un gas combustible de la fermentación de los desechos sólidos urbanos en los rellenos sanitarios. Este es una mezcla de metano y dióxido de carbono. La fermentación de los desechos y la producción de gas es un proceso natural y común en los rellenos sanitarios; sin embargo, generalmente este gas no es aprovechado. Además de producir energía, su exploración y utilización reduce la contaminación y el riesgo de explosiones en estos lugares y disminuye la cantidad de gases de efecto invernadero.

En la Tabla 12 se muestra una distribución de los procesos de conversión aplicables, de acuerdo con las características y el tipo de biomasa, así como los posibles usos finales de la energía convertida:

Tabla 13. Procesos de conversión de Biomasa en Energía

Tipo de biomasa	Características físicas	Procesos de conversión aplicables	Producto final	Usos
Materiales orgánicos de alto contenido de humedad.	Estiércoles. Residuos de alimentos. Efluentes industriales. Residuos urbanos.	Digestión anaeróbica y fermentación alcohólica.	Biogas. Metanol. Etanol. Bio diesel.	Motores de combustión. Turbinas de gas. Hornos y calderas. Estufas domésticas.
Materiales lignocelulósicos (cultivos energéticos, residuos forestales de cosechas y urbanos).	Polvo Astillas Pellets Briquetas Leños Carbón vegetal	Densificación Combustión directa Pirólisis Gasificación	Calor, Gas pobre Hidrógeno Biodiesel	Estufas domésticas Hornos y calderas Motores de combustión Turbinas de gas

Actualmente, la combustión directa es el proceso más aplicado para usos energéticos de la biomasa.

Procesos más avanzados como la gasificación y la digestión anaeróbica han sido desarrollados como alternativas más eficientes y convenientes, y para facilitar el uso de la biomasa con equipos modernos. Sin embargo, hasta la fecha, la aplicación de estos últimos no es tan común por tener un costo más alto y la complejidad de su aplicación.

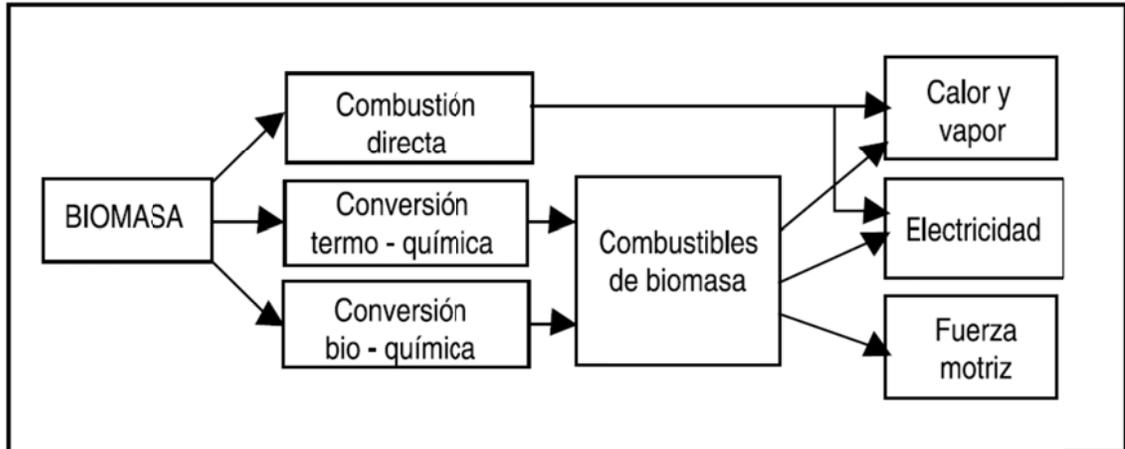
FORMAS DE ENERGÍA

Aplicando los diferentes procesos de conversión, la biomasa se puede transformar en diferentes formas de energía:

- Calor y vapor: es posible generar calor y vapor mediante la combustión de biomasa o biogás. El calor puede ser el producto principal para aplicaciones en calefacción y cocción, o puede ser un subproducto de la generación de electricidad en ciclos combinados de electricidad y vapor.
- Combustible gaseoso: el biogás producido en procesos de digestión anaeróbica o gasificación puede ser usado en motores de combustión interna para generación eléctrica, para calefacción y acondicionamiento en el sector doméstico, comercial e institucional y en vehículos modificados.
- Biocombustibles: la producción de biocombustibles como el etanol y el biodiesel tiene el potencial para reemplazar cantidades significativas de combustibles fósiles en muchas aplicaciones de transporte.
- Electricidad: la electricidad generada a partir de los recursos biomásicos puede ser comercializada como “energía verde”, pues no contribuye al efecto invernadero por estar libre de emisiones de dióxido de carbono (CO₂). Este tipo de energía puede ofrecer nuevas opciones al mercado, ya que su estructura de costos permitirá a los usuarios soportar mayores niveles de inversión en tecnologías eficientes, lo cual incrementará la industria bioenergética.
- Co-generación (calor y electricidad): la co-generación se refiere a la producción simultánea de vapor y electricidad, la cual se aplicaría en muchos procesos industriales que requieren las dos formas de energía.

Procesos de conversión y formas de energía

Ilustración 13. Procesos de conversión y formas de energía



4.3 PRODUCTOS FINALES

4.3.1 Sustrato orgánico.

Al sustrato orgánico para poder comercializarse debe cumplir con algunas características físico-químicas, las cuales son enunciadas a continuación:

Ilustración 14. Sustrato Orgánico



Fuente: Profesionales INCOM

a. Características Químicas

Debe ser un producto libre de metales pesados o con valores trazas, libre de toxinas (pesticidas, herbicidas, fungicidas y fitotoxinas) de pH neutro a ligeramente alcalino.

El contenido de nutrientes debe mostrar nitrógeno en sus formas disponibles para las plantas, fósforo y potasio además de los micronutrientes tales como calcio, azufre, cobre y otros.

La Organización Mundial de la Salud ha establecido los rangos tolerables de elementos químicos que puede contener el compost maduro o final. Estos rangos son expuestos en la siguiente tabla:

Tabla 14. Rangos tolerables que puede contener el compost

Elementos Mayores (en mg/Kg de materia seca)	Rangos Normales
Nitrógeno	0.1 – 1.8
Fósforo	0.1 – 1.7
Potasio	0.1 – 2.3
Sulfuro	0.5 – 3.0
Alcalinidad	--
Sales Totales	--

Fuente: OMS

b. Características Físicas

Libre de cuerpos extraños como son metales, papeles, plásticos y vidrios, sin variaciones de temperatura, de textura granulosa, color café oscuro en apariencia muy similar a la tierra. Con humedad pero sin saturación.

c. Características Biológicas

En buen estado sanitario (sin microorganismos patógenos vivos) y con microorganismos benéficos que mantendrán y darán vida al suelo cuando el compost sea incorporado.

En grandes líneas el Compost se conoce por características tales como:

- Aroma a suelo de bosque (cuando la componente residuos orgánicos es la mayoritaria).
- No es posible distinguir la materia orgánica inicialmente compostada con el producto final, es decir hay una completa degradación de la materia orgánica.
- El producto compost se asemeja en apariencia a suelo oscuro rico en minerales y granuloso.

4.3.2 Biogás.

El biogás viene a ser un gas combustible que se genera en dispositivos específicos o en medios naturales a partir de las diferentes reacciones de biodegradación que sufre la materia orgánica, mediante la acción de microorganismos así como de otros factores en ausencia de aire.

Composición y características

Se llama biogás a la mezcla constituida por metano CH₄ en una proporción que oscila entre un 50% a un 70% y dióxido de carbono conteniendo pequeñas proporciones de otros gases como hidrógeno, nitrógeno y sulfuro de hidrógeno. Sus características han sido resumidas en el cuadro siguiente:

Tabla 15 Características de Biogás

CARACTERÍSTICAS	CH ₄	CO ₂	H ₂ -H ₂ S	OTROS	BIOGÁS 60/40
Proporciones % Volumen	55-70	27-44	1	3	100
Valor Calórico MJ/m ³	35,8	-	10,8	22	21,5
Valor Calórico kCal/m ³	8600	-	2581	5258	5140
Ignición % en aire	5-15	-	-	-	6-12
Temp. ignición en °C	650-750	-	-	-	650-750
Presión crítica en Mpa	4,7	7,5	1,2	8,9	7,5-8,9
g/l	0,7	1,9	0,08	-	1,2
Densidad relativa	0,55	2,5	0,07	1,2	0,83
Inflamabilidad Vol. en aire	%5-15	-	-	-	6-12

4.3.3 Ventajas ambientales del sistema

- Producción de sustratos y recuperadores de suelos a partir del aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos.
- Disminución de volúmenes a disponer en el vertedero final o relleno sanitario lo cual no genera olores ofensivos que puedan afectar la salud de comunidades cercanas a la planta.
- En el proceso de funcionamiento la planta no produce residuos líquidos o percolados que lleguen a contaminar cuerpos de agua.

5. COMPARATIVO SISTEMA DE RECOLECCIÓN TRADICIONAL Y TECNOLOGÍA PROPUESTA

El cuadro que se muestra a continuación, relaciona las principales ventajas y desventajas de los dos (2) sistemas para la disposición de los residuos orgánicos, mostrando evidentemente que la tecnología propuesta disminuye los impactos ambientales.

TELLUS COMPOST	SISTEMA TRADICIONAL
Reducción de emisiones gaseosas, como el metano, dióxido de carbono.	Generación de gases
Reducción de los lixiviados	Impacto por generación de lixiviados
Reducción en los residuos a disponer en los rellenos.	Contaminación ambiental y visual
Control de vectores y malos olores	Malos olores y vectores
Aumento de vida útil de los rellenos	Menor vida útil de los rellenos sanitarios
Menor tiempo de procesamiento del compostaje, y el olor del mismo no impacta, como si sucede con otros tipos de compostaje.	Altos costos de post-tratamiento
Aumento en el poder de retención de humedad del suelo, evitando erosión y degradación del suelo.	Contaminación de aguas, tierra por fertilizantes químicos.
Biomasa es una fuente renovable de energía y si uso no contribuye a acelerar el calentamiento global.	La disposición a cielo abierto contribuye al calentamiento global
Los combustibles contienen niveles insignificantes de sulfuro y no contribuyen a las emanaciones que provocan la lluvia acida.	Por grandes concentraciones se provoca lluvia acida.
La biomasa posee menor cantidad energética, por tanto requiere sistemas más grandes, por lo que se requiere mayor espacio.	Dentro de los sistemas tradicionales se requiere de espacios grandes para disponer los residuos.

Por otro lado, para determinar el costo de disposición y el costo de tratamiento por unidad de residuos recolectada se toma como unidad la tonelada.

Para los dos sistemas se tuvieron en cuenta las siguientes variables:

Tabla 16. Toneladas de Basura para Bucaramanga y Centroabastos

AREA	TONELADAS DE BASURA MENSUAL	PESO ESPECIFICO DE LA BASURA (TON/M3)	VOLUMEN BASURA	% PARTICIPACION CENTROABASTOS /CARRASCO
BUCARAMANGA	24.000	0,75	32.000	
CENTROABASTOS	375		500	1,6%

Fuente: Autoras

5.1 SISTEMA TRADICIONAL

Con el sistema tradicional, los residuos son recogidos del contenedor y puestos en el camión recolector de basura sin separar, luego ésta es transportada hasta el relleno sanitario en el que es pesada y volcada sin ningún tipo de control, finalmente un vehículo de tipo Bulldozer tamiza los residuos con una capa de tierra que es traída de otro lugar, junto con la demás basura que llega de la ciudad.

Los costos de la actividad fueron estimados de acuerdo a información suministrada por terceros, sin embargo existen variables que se desconocen que no permiten determinar un costo más real.

De esta manera, los costos en los que incurre la empresa recolectora de residuos son los siguientes:

Tabla 17. Costo recolección de residuos

DESCRIPCION TAREA	CANTIDAD DE TRABAJADORES	TIEMPO TAREA (HOR)	DIAS AL MES	TIEMPO TAREA MENSUAL HORA	COSTO TAREA X HORA MENSUAL
Transporte del camión recolector de basura	1	2,5	30	75	421.212
Recolección de residuos en Centroabastos	2	2,5	30	150	598.304
COSTO DE RECOLECCION					1.019.516
COSTO POR TONELADA DE BASURA CENTRO ABASTOS					2.719

Fuente: Autoras

Por otro lado, se tienen los costos que en relleno sanitario se asocian a la mano de obra para la disposición:

Tabla 18. Costo mano de obra relleno sanitario

DESCRIPCION	CANTIDAD DE TRABAJADORES	SALARIO MENSUAL	SUBTOTAL SALARIO	% PARTICIPACION CENTROABASTO	COSTOS ASOCIADOS MENSUAL
Ingeniero residente	1	3.297.533	3.297.533	1,6%	51.524
Operadores maquinaria pesada	4	1.840.365	7.361.461	1,6%	115.023
Obreros	8	957.286	7.658.286	1,6%	119.661
COSTOS RELLENO SANITARIO					375.953
COSTO POR TONELADA DE BASURA CENTRO ABASTOS					1.003

Fuente: Autoras

Así mismo, se tiene que los materiales necesarios para una adecuada disposición son los siguientes:

Tabla 19. Costos materiales

DESCRIPCION	UNIDAD	VALOR UNITARIO	CANTIDAD MENSUAL	COSTO UNITARIO	% PARTICIPACION CENTROABASTOS/CARRASCO	COSTOS ASOCIADOS MENSUAL
Material Seleccionado	M3	25.000	3.840	96.000.000	1,6%	1.500.000
Triturado	M3	90.000	256	23.040.000	1,6%	360.000
Arena	M3	70.000	640	44.800.000	1,6%	700.000
Geomembrana	M2	15.000	6.400	96.000.000	1,6%	1.500.000
Geotextil	M2	9.000	2.560	23.040.000	1,6%	360.000
COSTO MATERIALES						4.420.000
COSTO POR TONELADA DE BASURA CENTRO ABASTOS						11.787

Fuente: Autoras

Como se mencionó anteriormente, se desconocen todas las variables inmersas en el proceso de recolección de basuras con el sistema tradicional, como por ejemplo: servicios, mantenimiento de equipos, costos administrativo, por lo que se tomara un porcentaje de administración del 25%, con base a opinión de expertos.

Luego el costo por tonelada de residuos dispuesto en el relleno sanitario bajo el sistema tradicional de recolección de residuos se muestra a continuación:

SUBTOTAL COSTO POR TONELADA DE BASURA DISPUESTA EN EL CARRASCO		15.269
COSTOS Y GASTOS ADMINISTRATIVOS	25%	3.817
COSTO TOTAL POR TONELADA DE BASURA DISPUESTA EN EL CARRASCO		19.086

5.2 TELLUS COMPOST

El sistema Tellus Compost requiere de un operario que esté atento de separar los residuos que llegan al sitio y ponerlos en la banda transportadora, así mismo, estar pendiente que la máquina opere adecuadamente, para realizar el trabajo de compactarlo y tratarlo, al final la Biomasa es dispuesta en canchas de aireación agregando cal y moviendo periódicamente hasta tener un material uniforme, esta tarea es realizada por otro operario.

Tabla 20. Costo de materiales

DESCRIPCION	CANTIDAD DE TRABAJADORES	SALARIO MENSUAL	SUBTOTAL SALARIO	% PARTICIPACION CENTROABASTOS/CARRASCO	COSTOS ASOCIADOS MENSUAL
Operarios	2	1.398.825	2.797.651	100%	2.797.651
COSTOS RELLENO SANITARIO					2.797.651
COSTO POR TONELADA DE BASURA CENTRO ABASTOS					7.460

Fuente: Autoras

Tabla 21. Costos Materiales

DESCRIPCION	UNIDAD	VALOR UNITARIO	CANTIDAD MENSUAL	COSTO UNITARIO	% PARTICIPACION CENTROABASTOS/CARRASCO	COSTOS ASOCIADOS MENSUAL
Aserrin	Tonelada	12.000	2	24.000	100,0%	24.000
Cal	Bulto	15.000	7	105.000	100,0%	105.000
COSTO MATERIALES						129.000
COSTO POR TONELADA DE BASURA CENTRO ABASTOS						344

Fuente Autoras

Finalmente, en aras de que los dos sistemas se comparen bajo las mismas condiciones se tendrá en cuenta un 25% en costos administrativos.

SUBTOTAL COSTO POR TONELADA DE BASURA TRATADA	7.804
COSTOS Y GASTOS ADMINISTRATIVOS	25%
COSTO TOTAL POR TONELADA DE BASURA TRATADA	9.756

6. EVALUACIÓN FINANCIERA

Para la evaluación financiera, se consideran costos de inversión, de operación y los ingresos.

A continuación, se hará una breve descripción de los componentes que determinan los costos anuales de tratamiento.

- Los costos de capital: están conformados por los costos de adquisición de maquinaria e instalación, costos de construcción, entre otros.
Estos costos se amortizan durante la vida útil de cada bien y en línea recta
- Costos de operación (fijos): están conformados por costos de personal, de mantenimiento, seguros, impuestos y administración.
- Costos de operación (variables): están conformados por el consumo de energía eléctrica, combustible, agua e insumos.
- Ingresos: proceden de la comercialización de materiales finales (venta de energía y biomasa), y el de procesamiento de los residuos orgánicos.

6.1 SUPUESTOS EMPLEADOS EN LA EVALUACIÓN

- Periodo de evaluación de 8 años.
- La tasa de interés que se utilizó es la ofrecida por el crédito *aProgresar* de Bancoldex con cupo especial de crédito en pesos, que permite realizar inversiones en activos fijos y diferidos necesarios para llevar a cabo el proceso de producción y/o comercialización de bienes y servicios como: terrenos, bodegas, locales comerciales, vehículos, maquinaria, equipo, tecnología, herramientas. Los beneficiarios son empresas Mipymes que cuenten con un plan de acción y que estén desarrollando o inicien la implementación de un programa que mejore la productividad y competitividad empresarial.
Los plazos de financiación son: desde 18 meses hasta 12 años y las tasas de redescuento desde DTF (E.A.)+3.20% E.A. hasta DTF (E.A.) +2.30% E.A. Tasa máxima para el cliente: libremente negociable. Se otorgan beneficios de reducción en la tasa de interés por obtener la mejora de indicadores de la empresa.

Los indicadores que debe mejorar la empresa son los siguientes:

- ✓ Incremento en ventas (mínimo el IPC)-Incremento del margen operacional
- ✓ Generación de valor agregado en alguno de sus productos.
- ✓ Inicio o incremento de los destinos de exportación de la empresa.

Adicionalmente, aProgresar puede financiar proyectos que tengan innovación y desarrollo de tecnología, y se pueden combinar con los incentivos que ofrece COLCIENCIAS.⁹

Dado que el periodo de amortización de la deuda será de 8 años la tasa efectiva será de 7.98%

Ilustración 15. Tasas y plazos crédito aProgresar

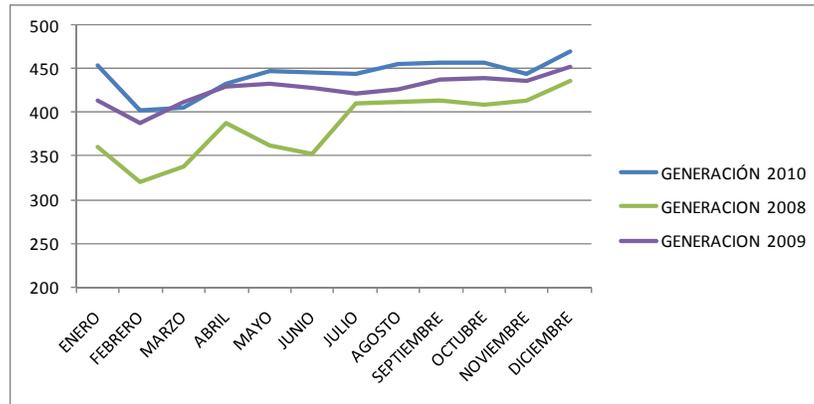
aProgresar - Colciencias Pesos	
Ubicación: Santander	Tamaño de empresa: Microempresa
Moneda: Pesos	Plazo máximo: 144 meses
Plazo mínimo: 18 meses	Periodo de gracia: 18 meses
Valor monto máximo: 3.000.000.000 Pesos	Tasa máxima cliente: Libremente Negociable
Tasas y plazos	
Desde 18 hasta 24 meses DTF (E.A.) + 3.20% (E.A.)	
Desde 25 hasta 36 meses DTF (E.A.) + 3.10% (E.A.)	
Desde 37 hasta 48 meses DTF (E.A.) + 2.60% (E.A.)	
Desde 49 hasta 60 meses DTF (E.A.) + 2.40% (E.A.)	
Desde 61 hasta 120 meses DTF (E.A.) + 2.30% (E.A.)	

Fuente: <http://www.bancoldex.com/asesorVirtual/>

- Tasa de descuento que se utilizará de acuerdo a la información suministrada por los accionistas de la empresa será del 8% e.a., debido a que esta es una empresa que se está consolidando en el mercado local.
- Producción de residuos: Corresponde a los residuos generados en promedio anual por Centroabastos. Entre los años 2008-2010 la generación de los residuos orgánicos ha estado por el orden de las 5.000 toneladas como lo muestra la siguiente gráfica. Sin embargo para el ejercicio se tomará un promedio de 4.500 toneladas de residuos suponiendo que parte de los residuos como papel, icopor entre otros seguiría siendo retirado por la Empresa de Aseo de Bucaramanga EMAB.

⁹ <http://www.bancoldex.com/>

Ilustración 16. Generación de residuos 2008-2010



Fuente: Profesionales INCOM

- Producción de biomasa: Corresponde al aprovechamiento que se tiene del total de residuos generados, dado que éstos se encuentran combinados con materiales como plástico, icopor, entre otros, para la evaluación económica se tomará un aprovechamiento del 80% de los residuos orgánicos generados en Centroabastos.
- Sustratos orgánicos: Hace referencia a la reducción que se da del proceso de compactación de los residuos, que es aproximadamente un 25% de su peso inicial.
- Producción Biogás: La aplicación de las relaciones estequiometrias condujeron a cifras del orden de 280 m³/ton basura. En la práctica esta cifra representa la generación máxima de potencial, suponiendo que la totalidad de la materia orgánica biodegradable sufriera un proceso de descomposición anaerobia lo que evidentemente no es lo que ocurre, debido a la cinética propia del proceso. La experiencia indica que la cantidad de biogás posible de ser recuperada alcanza aproximadamente los 100 m³ de biogás/tonelada basura.¹⁰
- Energía Disponible: El valor calorífico del biogás es cerca de 6kWh/m³. Luego este factor por la producción de biogás da como resultado la energía disponible.
- Energía Eléctrica: Es el disponible de energía eléctrica a comercializar.
- Energía Térmica: Es la energía disipada en forma de calor.

¹⁰ Ing. Julio C. Monreal. Departamento Programas sobre ambiente. Ministerio de Salud. La recuperación de biogás de rellenos sanitarios en Santiago de Chile <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/acodal/xxxvi.pdf>

- Los precios de venta con los que podría ser comercializado, la electricidad, el sustrato (que luego puede ser convertido en abono) y el tratamiento de los residuos.

Precio de venta electricidad	\$/kWh	250
Precio de venta de residuos	%/ton_residuos	20.000
Precio de venta de sustrato	\$/ton_sustrato	80.000

- Tipo de cambio equivalente, se utilizará el promedio del primer semestre del año 2011 de \$1.827,07
- Depreciación considerada en línea recta
- Inflación del 4% anual
- Para los ingresos se tomó un crecimiento anual del 8%

6.2 INGRESOS

Los ingresos anuales que se llegarían a tener con un aprovechamiento del 80% de los residuos para el primer año serían los siguientes. Manteniendo la cantidad de residuos constante e incrementando los precios de venta creciente de acuerdo a la inflación interna se generan los ingresos durante el periodo de evaluación del proyecto, el resultado se puede observar en la siguiente tabla.

Tabla 22. Ingresos

INGRESOS	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Aprovechamiento	80%								
Prod. Residuos [ton/año]	4.500	4.500	4.500	4.500	4.500	4.500	4.500	4.500	4.500
Prod. Biomasa por año [ton/año]	3.600	3.600	3.600	3.600	3.600	3.600	3.600	3.600	3.600
% Sustratos orgánicos	25%								
Sustratos orgánicos [ton/año]	900	900	900	900	900	900	900	900	900
Poder metanizador [m3 biogas/ton resi]	100								
Producción Biogás [m3 biogas/año]	360.000								
Energía disponible [kWh/año]	2.160.000								
Rendimiento eléctrico	38%								
Rendimiento térmico	50%								
Energía eléctrica kWh/año	820.800	820.800	820.800	820.800	820.800	820.800	820.800	820.800	820.800
Energía térmica kWh/año	1.080.000	1.080.000	1.080.000	1.080.000	1.080.000	1.080.000	1.080.000	1.080.000	1.080.000
Precio de venta electricidad \$/kWh	250	270,00	291,60	314,93	340,12	367,33	396,72	428,46	462,73
Precio de venta de resi %/ton_residuos	20.000	21.600,00	23.328,00	25.194,24	27.209,78	29.386,56	31.737,49	34.276,49	37.018,60
Precio de venta de sus \$/ton_sustrato	80.000	86.400,00	93.312,00	100.776,96	108.839,12	117.546,25	126.949,95	137.105,94	148.074,42
Ingreso por venta electricidad	205.200.000	221.616.000	239.345.280	258.492.902	279.172.335	301.506.121	325.626.611	351.676.740	379.810.879
Ingreso por tratamiento de residuos	90.000.000	97.200.000	104.976.000	113.374.080	122.444.006	132.239.527	142.818.689	154.244.184	166.583.719
Ingreso venta sustrato	72.000.000	77.760.000	83.980.800	90.699.264	97.955.205	105.791.622	114.254.951	123.395.347	133.266.975
TOTAL INGRESOS	367.200.000	396.576.000	428.302.080	462.566.246	499.571.546	539.537.270	582.700.251	629.316.271	679.661.573

Fuente: Autoras

La producción de Biomasa por año está dada por la multiplicación de la Producción de residuos por el aprovechamiento que se tienen de los mismos que es el 80%, este aprovechamiento está establecido teniendo en cuenta que los residuos entregados para su procesamiento no son 100% residuos orgánicos si no que los mismos están mezclados con otros materiales.

El % de sustrato orgánico que se extrae de la biomasa es del 25%. El poder metanizador de los residuos orgánicos es de 100 m³ biogás/tonelada de residuos. Para hallar la energía disponible, se toma como referencia que contenido de energía de 1 m³ de biogás (60% CH₄ y 40% CO₂) es aproximadamente 6 kWh/m³, por lo que se multiplica la Producción de Biogás por este valor para realizar la conversión de m³ Biogás a Kilovatio hora.

6.3 INVERSIÓN

Para la puesta en marcha del proyecto se requiere con un mínimo de inversiones distribuidas en los activos fijos, gastos pre operacionales y capital de trabajo.

Inicialmente como activos fijos se tiene que serán depreciados en 10 años y se tiene:

Tabla 23. Activos fijos

TRM*	1827,07	
CONCEPTO	MONEDA	MONTO
Tellus	[USD]	60.000
Biodigestor	[USD]	160.000
Planta de energía	[USD]	500.000
Banda transportadora	[COP]	14.000.000
TOTAL	[COP]	1.329.493.842

*TRM PROMEDIO MES PRIMER SEMESTRE DE 2011

Fuente: Autoras

Por otro lado dentro de los gastos preoperacionales se requiere la instalación de los activos fijos mencionados anteriormente, el equipo Tellus, el biodigestor y para la planta de gas la instalación de compresor, motor y el generador. El costo estimado para estas instalaciones se relaciona a continuación.

Tabla 24. Gastos pre operacionales

CONCEPTO	MONEDA	MONTO
Instalación	[COP]	8.000.000
TOTAL	[COP]	8.000.000

Fuente: Autoras

Finalmente para poder operar se requiere contar con un capital de trabajo para cubrir las necesidades como insumos, materia prima y mano de obra que se generen en el corto plazo, y en este caso necesario para el inicio del proyecto.

Tabla 25. Capital de trabajo

CONCEPTO	MONTO
Cuentas X Cobrar	32.595.288
Cuentas X Pagar	10.167.463
CAPITAL DE TRABAJO	22.427.825

Fuente: Autoras

En resumen se tiene como inversión inicial lo siguiente:

Tabla 26. Inversión inicial

CONCEPTO	MONTO
ACTIVOS FIJOS	1.329.493.842
GASTOS PRE PREOPERATIVOS	8.000.000
CAPITAL DE TRABAJO	22.427.825
INVERSION INICIAL	1.359.921.667

Fuente: Autoras

La inversión se realizará en al iniciar el proyecto, por esta razón se requiere de un sistema de financiación que beneficie a la empresa INCOM, parte de la inversión será realizada por los dueños de la empresa como parte del capital invertido.

6.4 DEUDA

El 70% de la inversión será adquirida a través de deuda a 8 años. La tasa de interés que se utilizará para la evaluación del proyecto es de 7.98%, que se encuentra relacionada dentro de los supuestos del proyecto, la amortización y los gastos de intereses se encuentran a continuación.

Tabla 27. Deuda

DEUDA	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Valor Inversion activos fijos	1.359.921.667								
% Deuda	70%								
% Capital	30%								
Total Deuda	951.945.167								
Total Capital	407.976.500								
Saldo Inicial	0	951.945.167	832.952.021	713.958.875	594.965.729	475.972.583	356.979.437	237.986.292	118.993.146
Desembolso Deuda	951.945.167								
Amortización Deuda (Cuota)		118.993.146	118.993.146	118.993.146	118.993.146	118.993.146	118.993.146	118.993.146	118.993.146
Saldo Final	951.945.167	832.952.021	713.958.875	594.965.729	475.972.583	356.979.437	237.986.292	118.993.146	(0)
Gasto Intereses		75.992.519	66.493.454	56.994.390	47.495.325	37.996.260	28.497.195	18.998.130	9.499.065
Periodo	8								
%amortizacion		12,50%	12,50%	12,50%	12,50%	12,50%	12,50%	12,50%	12,50%

Fuente: Autoras

6.5 COSTOS Y GASTOS DE OPERACIÓN

Los costos y gastos básicos de la operación están discriminados en costos de operación que son los salarios de 2 operarios, el mantenimiento preventivo que equivale a aproximadamente el 3,5% anual del costo de los equipos así como el mantenimiento mayor que se debe realizar cada 5 años, los servicios y los costos administrativos.

Para el cálculo de la nómina el análisis realizado fue el siguiente:

Tabla 28. Costos de Personal

NUM	CONCEPTO	NIVEL	Operario	Administrador
A	SALARIO BASICO		803.400	1.800.000
B	H. EXT. DIURNAS	$B = 1,25x A/8$		
C	H. EXT. NOCTURNAS	$C = 1,75x A/8$		
D	H. DOM. FEST. DIURNO	$D = 2x A/8$		
E	SUBS. TRANSPORTE		63.560	
F	SUBTOTAL SALARIOS Y SUBSIDIOS		866.960	1.800.000
G	VACACIONES	$G = (30x A)/720$	33.475	75.000
H	PRIMA SERVICIOS	$H = (F \times 30)/360$	72.247	150.000
I	CESANTIA	$I = (F \times 30)/360$	72.247	150.000
J	INTE. CESANTIAS	$J = (I \times 0,12) \times 30/360$	722	1.500
K	SUBTOTAL PRESTACIONES SOCIALES		178.691	376.500
L	TOTAL SALARIO SUBSIDIO Y PREST. SOCIALES		1.045.651	2.176.500
M	CAJA COMP.	$M = 0,04x(A+B+C+D)$	32.136	72.000
N	I.C.B.F.	$N = 0,03x(A+B+C+D)$	24.102	54.000
O	SENA	$O = 0,02x(A+B+C+D)$	16.068	36.000
P	SUBTOTAL CAJA, ICBF, SENA		72.306	162.000
Q	A.F.P.	$Q = 0,155x(A+B+C+D)$	124.527	279.000
R	E.P.S.	$R = 0,125x(A+B+C+D)$	100.425	225.000
S	A.R.P.	$S = 0,0696x(A+B+C+D)$	55.917	125.280
T	SUBTOTAL SEGURIDAD SOCIAL		280.869	629.280
U	TOTAL APORTES PARAFISCALES		353.175	791.280
V	TOTAL MES		1.398.825	2.967.780
W	TOTAL AÑO		16.785.905	35.613.360
X	CANTIDAD DE PERSONAL		2	1
Y	GRAN TOTAL AÑO		33.571.811	35.613.360

Fuente: Autoras

El detalle de los costos de operación año a año se pueden observar en la siguiente tabla.

Tabla 29. Costos de operación

COSTOS DE OPERACIÓN	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Costos operativos [\$/año]	33.571.811	34.746.824	36.136.697	37.582.165	39.085.451	40.648.869	42.274.824	43.965.817	45.724.450
Mantenimiento [\$año]		46.532.284	48.393.576	50.329.319	27.177.832	56.529.891	58.791.087	61.142.730	63.588.439
Servicios [\$año]	5.377.000	5.565.195	5.787.803	6.019.315	6.260.088	6.510.491	6.770.911	7.041.747	7.323.417
Costos administrativos [\$año]	35.613.360	36.859.828	38.334.221	39.867.590	41.462.293	43.120.785	44.845.616	46.639.441	48.505.019
TOTAL COSTO Y GASTOS DE OPERACIÓN	74.562.171	123.704.131	128.652.296	133.798.388	113.985.664	146.810.036	152.682.438	158.789.735	165.141.325

Fuente: Autoras

Teniendo esta información de Costos, Gastos, Inversión e ingresos se realiza el balance General, el estado de pérdidas y ganancias y el flujo de efectivo para los diez años del proyecto.

6.6 ESTADO DE RESULTADOS

Tabla 30. Estado de resultados

ESTADO RESULTADOS	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Ingresos	-	396.576.000	428.302.080	462.566.246	499.571.546	539.537.270	582.700.251	629.316.271	679.661.573
Costos de operación	-	123.704.131	128.652.296	133.798.388	113.985.664	146.810.036	152.682.438	158.789.735	165.141.325
EBITDA	-	272.871.869	299.649.784	328.767.858	385.585.882	392.727.234	430.017.814	470.526.536	514.520.249
(-) Depreciaciones	-	66.474.692	66.474.692	66.474.692	66.474.692	66.474.692	66.474.692	66.474.692	66.474.692
Utilidad Operacional	-	206.397.177	233.175.092	262.293.166	319.111.190	326.252.542	363.543.122	404.051.844	448.045.557
Ingresos Financieros	-	367.634	718.182	1.423.335	2.473.553	3.818.735	5.394.216	7.291.892	9.547.453
Egresos Financieros	-	75.992.519	66.493.454	56.994.390	47.495.325	37.996.260	28.497.195	18.998.130	9.499.065
Utilidad antes de impuestos	-	130.772.292	167.399.820	206.722.112	274.089.418	292.075.017	340.440.143	392.345.606	448.093.944
(-) impuestos	-	43.154.856	55.241.940	68.218.297	90.449.508	96.384.755	112.345.247	129.474.050	147.871.002
Utilidad Neta	-	87.617.435	112.157.879	138.503.815	183.639.910	195.690.261	228.094.896	262.871.556	300.222.943

Fuente: Autoras

6.7 BALANCE GENERAL

Tabla 31. Balance General

BALANCE GENERAL	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
ACTIVOS									
Activo Corriente									
Caja	30.427.825	43.098.982	100.537.482	184.129.577	310.581.059	453.165.906	625.677.369	832.700.988	1.076.789.555
Cuentas x Cobrar		32.595.288	35.202.911	38.019.144	41.060.675	44.345.529	47.893.171	51.724.625	55.862.595
Activo Fijo									
Propiedad Planta y Equipo	1.329.493.842	1.329.493.842	1.329.493.842	1.329.493.842	1.329.493.842	1.329.493.842	1.329.493.842	1.329.493.842	1.329.493.842
(-) Depreciación Acumulada		66.474.692	132.949.384	199.424.076	265.898.768	332.373.460	398.848.153	465.322.845	531.797.537
PPyE Neta	1.329.493.842	1.263.019.150	1.196.544.458	1.130.069.765	1.063.595.073	997.120.381	930.645.689	864.170.997	797.696.305
TOTAL ACTIVOS	1.359.921.667	1.338.713.419	1.332.284.851	1.352.218.486	1.415.236.808	1.494.631.817	1.604.216.230	1.748.596.610	1.930.348.455
PASIVOS									
Cuentas x Pagar		10.167.463	10.574.161	10.997.128	9.368.685	12.066.578	12.549.241	13.051.211	13.573.260
Deuda Financiera	951.945.167	832.952.021	713.958.875	594.965.729	475.972.583	356.979.437	237.986.292	118.993.146	(0)
TOTAL PASIVOS	951.945.167	843.119.484	724.533.036	605.962.857	485.341.268	369.046.016	250.535.533	132.044.357	13.573.260
PATRIMONIO									
Capital	407.976.500	407.976.500	407.976.500	407.976.500	407.976.500	407.976.500	407.976.500	407.976.500	407.976.500
Utilidad Ejercicio		87.617.435	112.157.879	138.503.815	183.639.910	195.690.261	228.094.896	262.871.556	300.222.943
Utilidad Ejercicios Anteriores		-	87.617.435	199.775.314	338.279.129	521.919.040	717.609.301	945.704.197	1.208.575.753
TOTAL PATRIMONIO	407.976.500	495.593.935	607.751.814	746.255.629	929.895.540	1.125.585.801	1.353.680.697	1.616.552.253	1.916.775.196
TOTAL PASIVO + PATRIMONIO	1.359.921.667	1.338.713.419	1.332.284.851	1.352.218.486	1.415.236.808	1.494.631.817	1.604.216.230	1.748.596.610	1.930.348.455

Fuente: Autoras

6.8 FLUJO DE CAJA

Tabla 32. Flujo de Caja

FLUJO DE CAJA LIBRE	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Utilidad Operacional		206.397.177	233.175.092	262.293.166	319.111.190	326.252.542	363.543.122	404.051.844	448.045.557
(-) Impuestos		68.111.068	76.947.780	86.556.745	105.306.693	107.663.339	119.969.230	133.337.109	147.855.034
Utilidad operacional desp. Impuestos	-	138.286.109	156.227.311	175.736.421	213.804.497	218.589.203	243.573.892	270.714.736	300.190.523
(+) Depreciaciones		66.474.692	66.474.692	66.474.692	66.474.692	66.474.692	66.474.692	66.474.692	66.474.692
(=) FLUJO DE CAJA BRUTO	-	204.760.801	222.702.004	242.211.113	280.279.189	285.063.895	310.048.584	337.189.428	366.665.215
(-) Incremento en KTNO		22.427.825	2.200.925	2.393.266	4.669.975	586.960	3.064.979	3.329.484	3.615.922
(-) Inversion en Activos Fijos	1.359.921.667								
(=) FLUJO DE CAJA OPERACIONAL	(1.359.921.667)	182.332.976	220.501.079	239.817.847	275.609.215	284.476.934	306.983.604	333.859.944	363.049.293
(-) Gastos Intereses		75.992.519	66.493.454	56.994.390	47.495.325	37.996.260	28.497.195	18.998.130	9.499.065
(+) Desembolsos Deuda	950.994.471								
(-) Amortización Deuda		118.993.146	118.993.146	118.993.146	118.993.146	118.993.146	118.993.146	118.993.146	118.993.146
(+) Capitalizaciones									
(+) Ingresos Financieros		367.634	718.182	1.423.335	2.473.553	3.818.735	5.394.216	7.291.892	9.547.453
(+) Ajuste Impuestos		24.956.212	21.705.840	18.338.448	14.857.185	11.278.583	7.623.983	3.863.059	(15.968)
(=) FLUJO DE CAJA INVERSIONISTA	(408.927.196)	12.671.157	57.438.501	83.592.095	126.451.482	142.584.847	172.511.463	207.023.618	244.088.567

Fuente Autoras

6.9 EVALUACIÓN DEL PROYECTO

Los indicadores que serán utilizados para el análisis que determinarán la viabilidad del proyecto son:

- VPN Valor Presente Neto
- TIR Tasa Interna de Retorno
- TIO Tasa Interna de Oportunidad
- IR Índice de Rentabilidad del proyecto
- TRI Tiempo de Recuperación de la Inversión

Los cálculos de la evaluación se muestran a continuación

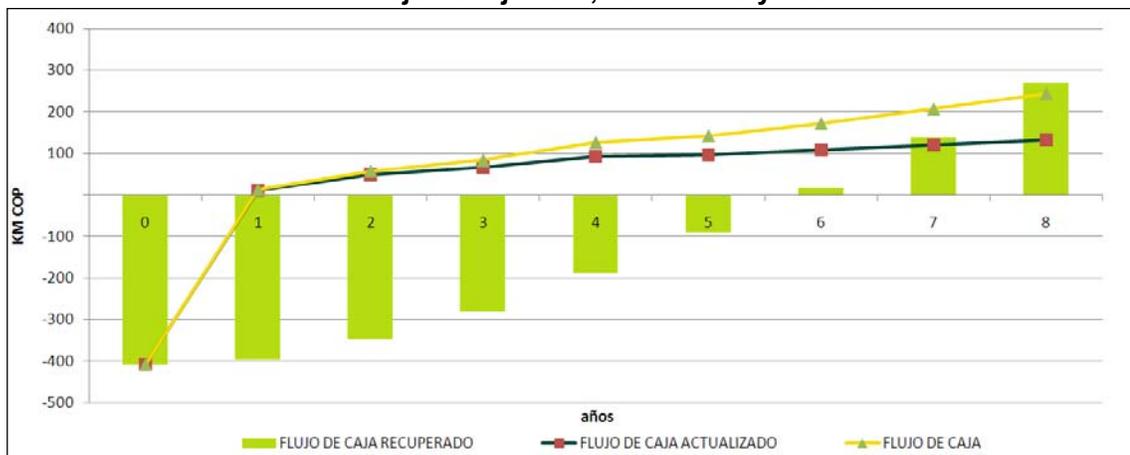
Tabla 33. Indicadores del proyecto

INDICADOR	VALOR
VPN	269.775.414
TIR	18,85%
TIO	8,00%
IR	2,6
TRI	5 Años y 10 Mes

Los resultados muestran que el proyecto a 8 años genera un VPN positivo, así mismo la TIR se encuentra 10 puntos por encima de la tasa de retorno esperada por el inversionista.

En la siguiente gráfica se muestra que la recuperación de la inversión se da después del año 5.

Ilustración 17. Flujo de caja Neto, actualizado y descontado



Fuente: Autoras

6.10 ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

Con el objeto de ampliar el análisis del proyecto se identifican los factores que pueden afectar ostensiblemente el flujo de caja del proyecto.

El primero que se identifica como crítico para el flujo de caja del proyecto son los ingresos, debido a que son la única entrada de recursos al proyecto, se contempla un incremento en los volúmenes de residuos a tratar.

El segundo factor para realizar el análisis de sensibilidad, será utilizando el modelo CAPM para determinar la tasa de descuento, que está definida como la percepción que tienen los inversionistas sobre el riesgo del negocio y su expectativa de rentabilidad mínima. Este concepto lo usaremos para calcular el WACC, el cual se aplicará a los flujos de caja del proyecto.

En términos matemáticos, el CAPM dice que el retorno esperado, que se exige a cualquier activo riesgoso, viene dado por:

$$E(R_i) = R_f + \beta_i E(R_m - R_f)$$

Dónde:

R_f = Tasa libre de riesgo. Se consideró una tasa de 7,16%¹¹ correspondiente a los bonos de deuda pública emitidos por el gobierno nacional con fecha de vencimiento 24 de julio de 2020. Se tomó esta tasa debido a que la fecha de vencimiento es cercana al periodo de finalización de la evaluación del proyecto.

β = Beta del sector. Debido a que para el proyecto no se ha podido identificar el sector al cual podría caracterizarse, se realizará un análisis de sensibilidad tomando como límites 1 y 1,5 valores donde oscila este indicador.

R_m = Rentabilidad del mercado. Para seleccionar la tasa se considera la rentabilidad del Índice General de la Bolsa de Valores de Colombia (IBGC), tomando los datos mensuales del año 2009 hasta agosto de 2011, dando como resultado 19,42%¹².

En términos matemáticos, el WACC está dado por:

$$\text{WACC} = K_e (\text{calculado por CAPM}) * (\text{Patrimonio} / \text{Patrimonio} + \text{Deuda}) + K_d (\text{costo deuda}) * 1 - t (\text{tasa de impuesto sobre la deuda}) * \text{deuda} / \text{patrimonio} + \text{deuda}$$

¹¹ <http://www.bvc.com.co/pps/tibco/portalbvc/Home/Mercados/informesbursatiles>

¹² http://rse.larepublica.com.co/archivos/FINANZAS/2009-07-31/igbc-el-quinto-mas-rentable-del-mundo_79794.php

6.10.3 Análisis de sensibilidad del proyecto aumentando los ingresos de los volúmenes de residuos en un 10%.

Se realiza el flujo de caja actualizado, descontado, en el modelo matemático multiplicando los valores de los ingresos incrementados en un 10% por el aumento en los volúmenes de residuos orgánicos a tratar, generando los siguientes indicadores:

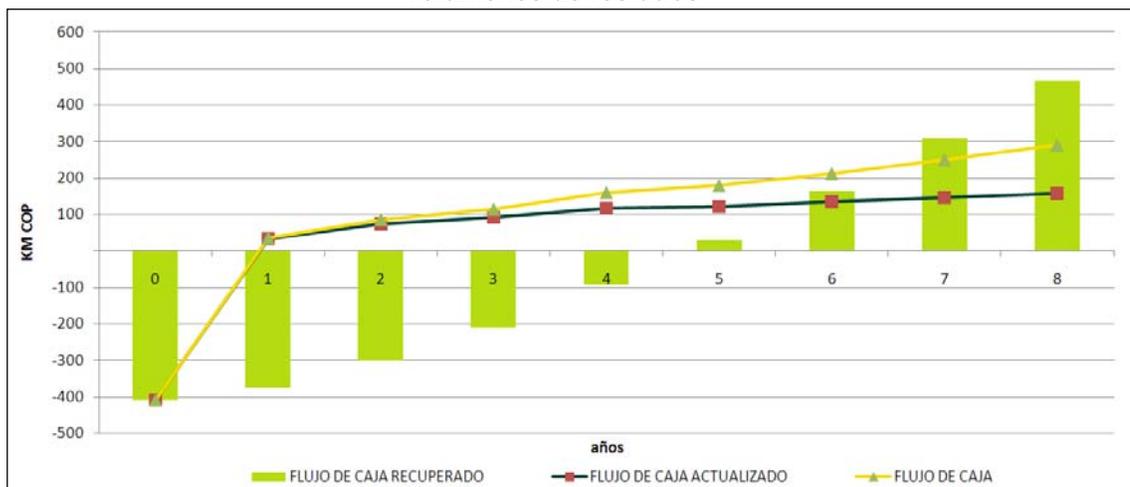
Tabla 34. Indicadores del proyecto aumentando 10% ingresos

INDICADOR	VALOR
VPN	467.239.706
TIR	26,06%
TIO	8,00%
IR	3,3
TRI	4 Años y 9 Mes

Fuente: Autoras

En la siguiente gráfica se observa el comportamiento del flujo de caja, del flujo de caja recuperado y del flujo de caja actualizado para el proyecto con un aumento del 10% en los ingresos por el aumento en los volúmenes de residuos orgánicos a tratar.

Ilustración 18 . Flujo de caja aumentando 10% Ingresos por el aumento en los volúmenes de residuos



Fuente: Autoras

6.10.4 Análisis de sensibilidad del proyecto disminuyendo los ingresos de los volúmenes de residuos en un 10%.

Se realiza el flujo de caja actualizado, descontado, en el modelo matemático multiplicando los valores de la inversión disminuyendo en un 10% por la

reducción en los volúmenes de residuos orgánicos a tratar, generando los siguientes indicadores:

Tabla 35. Indicadores del proyecto disminuyendo 10% los ingresos

INDICADOR	VALOR
VPN	74.619.955
TIR	11,17%
TIO	8,00%
IR	1,9
TRI	7 Años y 4 Mes

Fuente: Autoras

En la siguiente gráfica se observa el comportamiento del flujo de caja, del flujo de caja recuperado y del flujo de caja actualizado para el proyecto con una disminución del 10% en los ingresos por la reducción en los volúmenes de residuos orgánicos a tratar.

Ilustración 19. Flujo de caja disminuyendo 10% los Ingresos por la reducción de los volúmenes de residuos



Fuente: Autoras

6.10.1 Análisis de sensibilidad del proyecto con un Beta (β) de 1 en el modelo CAPM.

Se realiza el flujo de caja actualizado, descontado, en el modelo matemático utilizando el modelo CAPM y WACC para hallar la tasa de oportunidad de los inversionistas, realizando la valoración con un Beta de 1, generando los siguientes indicadores:

Tabla 36. Indicadores del proyecto con un Beta de 1

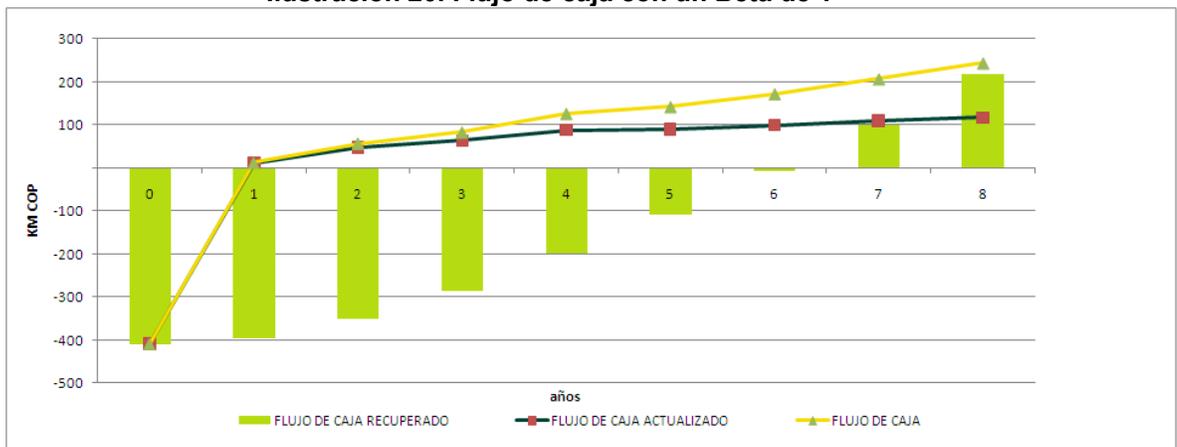
INDICADOR	VALOR
VPN	218.400.405
TIR	18,85%
TIO	9,57%
IR	2,6
TRI	6 Años y 1 Mes

Fuente: Autoras

Se puede observar que la TIR es mayor que la TIO, por lo que se estima un rendimiento mayor al mínimo que requiere el proyecto.

En la siguiente gráfica se observa el comportamiento del flujo de caja, del flujo de caja recuperado y del flujo de caja actualizado para el proyecto con el supuesto de un Beta de 1 para hallar el CAPM y el WACC.

Ilustración 20. Flujo de caja con un Beta de 1



Fuente: Autoras

6.10.2 Análisis de sensibilidad del proyecto con un Beta (β) de 1,5 en el modelo CAPM.

Se realiza el flujo de caja actualizado, descontado, en el modelo matemático utilizando el modelo CAPM y WACC para hallar la tasa de oportunidad de los inversionistas, realizando la valoración con un Beta de 1,5, generando los siguientes indicadores:

Tabla 37. Indicadores del proyecto con un Beta de 1,5

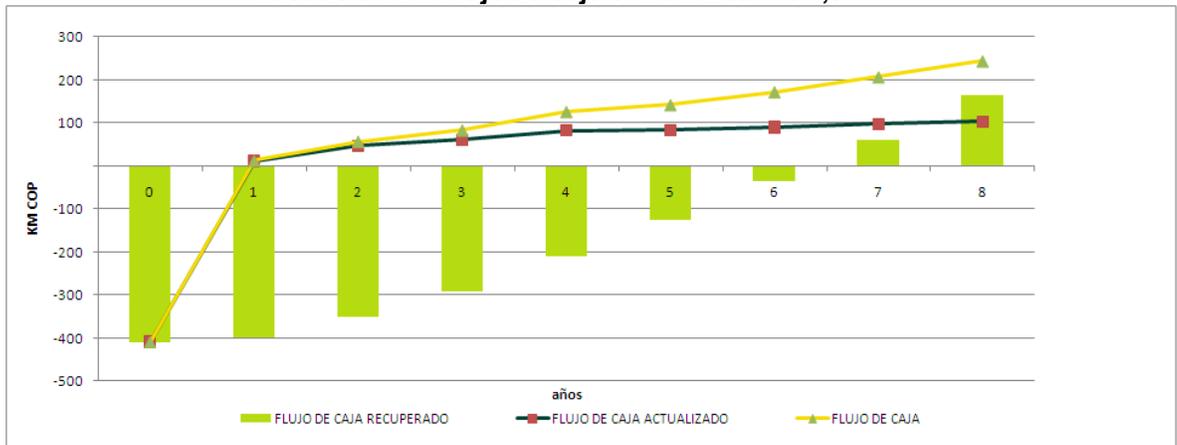
INDICADOR	VALOR
VPN	164.548.833
TIR	18,85%
TIO	11,41%
IR	2,6
TRI	6 Años y 4 Mes

Fuente: Autoras

Se puede observar que la TIR es mayor que la TIO, por lo que se estima un rendimiento mayor al mínimo que requiere el proyecto.

En la siguiente gráfica se observa el comportamiento del flujo de caja, del flujo de caja recuperado y del flujo de caja actualizado para el proyecto con el supuesto de un Beta de 1,5 para hallar el CAPM y el WACC.

Ilustración 21. Flujo de caja con un Beta de 1,5



Fuente: Autoras

7. CONCLUSIONES

Hoy en día los proyectos de inversión necesariamente deben tener presente el impacto que puede generar como consecuencia de sus actividades, y entendiendo la filosofía ambiental la tecnología Tellus Compost garantizaría un adecuado sistema de disposición de residuos, donde el impacto ambiental no sería agresivo.

Con relación a los costos se observa que la tecnología además de tener beneficios ambientales su costo de operación es menor que el sistema tradicional, lo cual se vuelve atractivo para la compañía, lo que hace difícil la implementación de esta tecnología es el cambio cultural que requiere.

El principal objetivo del estudio presentado, era lograr el análisis económico y la factibilidad de generar energía, a partir de los residuos orgánicos. Al observar un VPN positivo durante el periodo de evaluación, así como una TIR que supera en el doble la tasa de descuento esperada, se puede concluir que el proyecto es viable en un periodo menor de 8 años dado que el periodo de recuperación está alrededor de los 6 años.

De los análisis de sensibilidad se puede concluir que el proyecto disminuye su periodo de recuperación cuando se incrementa un 10% los ingresos, viéndose reflejado por el aumento en los volúmenes de residuos a tratar los cuales incorporaran mayores ingresos a la empresa.

Con respecto a la modificación del Beta del modelo CAPM, se evidencia que con un Beta de 1 el VPN es mayor que con un Beta de 1,5, puesto que la TIO de β de 1 es menor, debido a que cuando el β es más alto se considera un riesgo mayor del activo, y se debe descontar a una mayor tasa para que se pueda recompensar al inversionista por asumir el riesgo del activo.

Los cálculos para la capacidad de la planta de energía requieren de un análisis más detallado que rebasa el alcance del presente proyecto, los cuales se deben desarrollar por medio de una ingeniería detallada. La estimación de la inversión de este rubro se basó en información secundaria que se pudo obtener de conocedores en el tema.

La tecnología representa una buena alternativa para las plazas de mercado del país, pues reduce costos de disposición final y los impactos ambientales que se puedan generar. Adicionalmente el producto final es una materia prima para el abono de terrenos.

8. RECOMENDACIONES

Una manera de buscar mayor financiación es a través de Leasing, el cual le permite a la empresa mantener libre la capacidad de endeudamiento, así como la compra de los equipos en cualquier momento, pudiéndose obtener beneficios tributarios. Así mismo es posible que se pueda tener beneficios con los bancos como son los periodos de gracia, los cuales conceden un tiempo de no pago de las cuotas y/o intereses.

Se recomienda que en el momento de llevar a cabo el proyecto, se calcule la tasa de descuento utilizando el modelo CAPM para conseguir una tasa que involucre el riesgo del sector, la rentabilidad del mercado y la rentabilidad libre de riesgo, para poder comparar con la TIR.

BIBLIOGRAFÍA

PEREZ, Alma Patricia. Evaluación técnica y Financiero del pre-tratamiento mecánico – Biológica de residuos sólidos ordinarios en Colombia. Tesis Universidad de los Andes. 2007

LEÓN García, Oscar. Valoración de empresas, Gerencia del valor y EVA. <www.oscarleongarcia.com>.

Ministerio del Medio Ambiente de Colombia. <www.minambiente.gov.co>

Compañía de Innovación Sueca Cesium AB.
<<http://cesium.se/public/index.htm>>

Proyecto Generación de energía Eléctrica a partir del Biogás. Chile.
<<http://www.sepade.cl/proyectos/biodigestor.php>>

Empresa Ingeniería Completa LTDA. <<http://www.incom.com.co/home.html>>

Organización Mundial de la Salud. <<http://new.paho.org/col/>>

SZTERN, Daniel. PRAVIA, Miguel. Manual para la elaboración de compost bases conceptuales y procedimientos, Febrero 99, 69 páginas.

FOCER. “Manuales sobre energía renovable: Biomasa”. 2002

MONREAL, Julio C. Departamento Programas sobre ambiente. Ministerio de Salud. La recuperación de biogás de rellenos sanitarios en Santiago de Chile.

Bolsa de valores de Colombia
<<http://www.bvc.com.co/pps/tibco/portalbvc/Home/Mercados/informesbursatiles>>

UNIVERSIDAD DE LA SABANA
INSTITUTO DE POSTGRADOS
RESUMEN ANALÍTICO DE INVESTIGACIÓN

ORIENTACIONES PARA SU ELABORACIÓN:

El Resumen Analítico de Investigación (RAI) debe ser elaborado en Excel según el siguiente formato registrando la información exigida de acuerdo la descripción de cada variable. Debe ser revisado por el asesor(a) del proyecto. EL RAI se presenta (quema) en el mismo CD-Room del proyecto como un segundo archivo denominado: " RAI "

No.	VARIABLES	DESCRIPCIÓN DE LA VARIABLE
1	NOMBRE DEL POSTGRADO	Especialización en Finanzas y Negocios internacionales
2	TÍTULO DEL PROYECTO	EVALUACIÓN DE LA VIABILIDAD FINANCIERA DEL APROVECHAMIENTO DE LOS RESIDUOS ORGÁNICOS PRODUCIDOS EN CENTROABASTOS S.A. PARA LA GENERACIÓN DE ENERGÍA Y COMPOSTAJE PARA LA EMPRESA INCOM LTDA.
3	AUTOR(es)	Motta Villabona Luz Andrea Pinzón Navarro Adriana Patricia
4	AÑO Y MES	2011 septiembre
5	NOMBRE DEL ASESOR(a)	Díaz Espinosa Rodrigo
6	DESCRIPCIÓN	<p>Este proyecto presenta una propuesta para dar un manejo adecuado a la disposición de residuos orgánicos generados en la Central de abastos de Bucaramanga (Centroabastos), como un mecanismo de desarrollo limpio para evitar problemas de saneamiento y aprovechar de manera efectiva los productos que pueden extraerse del tratamiento de los mismo utilizando la tecnología Tellus Compost System.</p> <p>Esta tecnología permite que los residuos orgánicos por medio de descomposición anaeróbica dentro de un biodigestor generen biomasa, la cual es utilizada después darle un tratamiento específico en compostaje, y a su vez por su alto valor energético, pueda obtenerse biogás. El biogás representa una fuente de energía, que tiene como componente principal el metano, el cual es utilizado para la generación de energía eléctrica.</p> <p>Este trabajo de grado propone realizar un comparativo de los costos asociados a la disposición final de los residuos orgánicos generados en Centroabastos con el sistema tradicional de recolección y con la tecnología. Finalmente, desarrollar un análisis financiero de la tecnología para la generación de compostaje y energía eléctrica con el propósito de determinar la viabilidad del proyecto.</p>
	ABSTRACT	<p>The project presents a proposal to give proper handling at organic wastes generated by CENTROABASTOS in Bucaramanga, as a mechanism of clean development to prevent sanitation problems and to make effective exploitation of products that can be obtained from their treatment using Tellus Compost System technology.</p> <p>This technology allows that organic wastes through anaerobic digestion inside a biodigester producing biomass, which is used to provide a special treatment as composting and also biogas can be obtained because of it has a high energy value. Biogas is an energy source, whose main component is methane, making it available for electricity generation.</p> <p>This graduate work intends to achieve a comparative level of costs associated with disposal of organic wasted generated in the traditional collection system and the new technology in CENTROABASTOS.</p> <p>Finally, develop a financial analysis of the new technology for generating compost and electric power in order to determine the viability of the project.</p>
7	PALABRAS CLAVES O DESCRIPTORES	Reciclaje, Recolección, Aprovechamiento, Biogas, compostaje, Biorreactor, Biodigestor, Relleno sanitario, Biomasa, Biogas, Generación de energía
8	SECTOR ECONÓMICO AL QUE PERTENECE EL PROYECTO	Manufactura
9	TIPO DE INVESTIGACIÓN	Descriptiva, Cuantitativa
10	OBJETIVO GENERAL	Evaluar la viabilidad financiera del aprovechamiento de los residuos orgánicos producidos en Centroabastos para la generación de energía y compostaje para la empresa INCOM LTDA.
11	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	<p>Identificar el manejo y volumen de los residuos orgánicos en Centroabastos S.A.</p> <p>Describir la aplicación de tecnología en el manejo de los residuos orgánicos.</p> <p>Establecer un comparativo de los costos y beneficios del sistema de retiro de residuos orgánicos con la utilización de la tecnología y sin ella.</p> <p>Generar la evaluación financiera de aplicación de esta tecnología.</p>

12	FUENTES BIBLIOGRÁFICAS	<p>PEREZ, Alma Patricia. Evaluación técnica y Financiero del pre-tratamiento mecánico – Biológica de residuos sólidos ordinarios en Colombia. Tesis Universidad de los Andes. 2007</p> <p>LEÓN García, Oscar. Valoración de empresas, Gerencia del valor y EVA. <www.oscarleongarcia.com>. Ministerio del Medio Ambiente de Colombia. <www.minambiente.gov.co> Compañía de Innovación Sueca Cesium AB. <http://cesium.se/public/index.htm></p> <p>Proyecto Generación de energía Eléctrica a partir del Biogás. Chile. <http://www.sepade.cl/proyectos/biodigestor.php></p> <p>Empresa Ingeniería Completa LTDA. <http://www.incom.com.co/home.html></p> <p>Organización Mundial de la Salud. <http://new.paho.org/col/></p> <p>SZTERN, Daniel. PRAVIA, Miguel. Manual para la elaboración de compost bases conceptuales y procedimientos, Febrero 99, 69 páginas.</p> <p>FOCER. "Manuales sobre energía renovable: Biomasa". 2002</p> <p>MONREAL, Julio C. Departamento Programas sobre ambiente. Ministerio de Salud. La recuperación de biogás de rellenos sanitarios en Santiago de Chile.</p>
13	RESUMEN O CONTENIDO	<p>Ingeniería Completa Ltda, es una empresa dedicada a la prestación de servicio de construcción, consultoría y proveeduría de proyectos de ingeniería completa creada el 19 de Septiembre de 2005, los socios son Jairo Alarcón Martínez y Elizabeth Ruiz Landinez y el representante legal Hecney Alexcevitth Acosta Sanchez, la planta puede variar dependiendo de los proyectos que se tengan, sin embargo se cuentan con 3 trabajadores directos. Se encuentra ubicada en Calle 35 #12-31 oficina 710 edificio calle real, Bucaramanga.</p> <p>La misión de esta empresa es Identificar necesidades, estructurando soluciones de ingeniería completa. Dentro de la cooperación y gestión de proyectos con organismos nacionales e internacionales se está trabajando en un proyecto piloto para el manejo de los residuos orgánicos con la Central de Abastos de Bucaramanga CENTROABASTOS mediante el convenio INCOM LTDA – CESIUM AB y la financiación de la Agencia de Cooperación Sueca NUTEK, utilizando la Tecnología Tellus Compost System. Por medio de la tecnología se puede acelerar el proceso de compostación, ya que incluye una fase de trituración (para lograr tamaño adecuado para el compostaje), luego una fase de adición de material rico en carbono (para manejar la relación C / N). El sistema consiste en el tratamiento de residuos orgánicos que según su definición tienen la característica de poder desintegrarse o degradarse rápidamente, transformándose en otro tipo de materia orgánica, en este caso los provenientes de frutas, verduras. Se realizó la investigación del proceso de recolección actual con las empresas de recolección de basuras y una análisis beneficio/costo de los dos sistemas de tratamiento de residuos orgánicos, incluyendo todas las variables que intervienen en los dos procesos. De acuerdo con la recolección de los datos se realizó la evaluación financiera del proyecto incluyendo la generación de energía eléctrica a partir de Biogás generado por el procesamiento de los residuos con la tecnología, y la venta de compostaje para ser utilizado como abono, para determinar la viabilidad del proyecto y la inversión de los socios en el mismo, puesto actualmente lo que están desarrollando es un piloto.</p>

14	METODOLOGÍA	<p>Recopilación de información: se realizarán entrevistas con la persona encargada del piloto, para realizar la descripción tanto del proceso de disposición tradicional de los residuos orgánicos generados en Centroabastos como con la tecnología Tellus Compost system.</p> <p>Enfoque del estudio. El estudio a realizar tendrá aspectos cuantitativos porque se tomaran datos y cifras, y cualitativo ya que es necesario realizar la recolección de información de fuentes secundarias.</p> <p>Tipo de estudio. Explorativo, primero se debe consultar toda la información necesaria acerca de cómo es el manejo actual de los residuos orgánicos en la Central de abastos, y así mismo, todo lo referente a la utilización de la tecnología.</p> <p>Selección del diseño de la investigación: No experimental porque no se somete a las personas a un estudio para conocer su reacción o comportamiento.</p> <p>Fuentes de información y técnicas de recolección Fuentes primarias: Información suministrada por representantes de la empresa INCOM Ltda., quienes suministraron todos los datos que tienen relación directa con el objeto de estudio. Fuentes Secundarias: Información recolectada a través de la consulta de fuentes de internet, tesis de grado con referencia al tema tratado. Las técnicas de recolección se harán básicamente vaciando la información en tablas, gráficos, representadas en el contenido del proyecto, como por ejemplo: Gráficos de causa-efecto, representaciones graficas en barras. Análisis de la información Para la evaluación financiera se utilizarán todos los datos suministrados por INCOM e investigados por las autoras para realizar los análisis financieros respectivos.</p> <p>Una vez consolidada la información requerida se codifican los datos, se interpretan y se muestran los resultados.</p>
15	CONCLUSIONES	<p>Hoy en día los proyectos de inversión necesariamente deben tener presente el impacto que puede generar como consecuencia de sus actividades, y entendiendo la filosofía ambiental la tecnología Tellus Compost garantizaría un adecuado sistema de disposición de residuos, donde el impacto ambiental no sería agresivo.</p> <p>Con relación a los costos se observa que la tecnología además de tener beneficios ambientales su costo de operación es menor que el sistema tradicional, lo cual se vuelve atractivo para la compañía, lo que hace difícil la implementación de esta tecnología es el cambio cultural que requiere.</p> <p>El principal objetivo del estudio presentado, era lograr el análisis económico y la factibilidad de generar energía, a partir de los residuos orgánicos. Al observar un VPN positivo durante el periodo de evaluación, así como una TIR que supera en el doble la tasa de descuento esperada, se puede concluir que el proyecto es viable en un periodo menor de 8 años dado que el periodo de recuperación está alrededor de los 6 años.</p> <p>De los análisis de sensibilidad se puede concluir que el proyecto disminuye su periodo de recuperación cuando se incrementa un 10% los ingresos, viéndose reflejado por el aumento en los volúmenes de residuos a tratar los cuales incorporaran mayores ingresos a la empresa.</p> <p>Con respecto a la modificación del Beta del modelo CAPM, se evidencia que con un Beta de 1 el VPN es mayor que con un Beta de 1,5, puesto que la TIO de β de 1 es menor, debido a que cuando el β es más alto se considera un riesgo mayor del activo, y se debe descontar a una mayor tasa para que se pueda recompensar al inversionista por asumir el riesgo del activo.</p> <p>Los cálculos para la capacidad de la planta de energía requieren de un análisis más detallado que rebasa el alcance del presente proyecto, los cuales se deben desarrollar por medio de una ingeniería detallada. La estimación de la inversión de este rubro se basó en información secundaria que se pudo obtener de conocedores en el tema</p>
16	RECOMENDACIONES	<p>Una manera de buscar mayor financiación es a través de Leasing, el cual le permite a la empresa mantener libre la capacidad de endeudamiento, así como la compra de los equipos en cualquier momento, pudiéndose obtener beneficios tributarios. Así mismo es posible que se pueda tener beneficios con los bancos como son los periodos de gracia, los cuales conceden un tiempo de no pago de las cuotas y/o intereses.</p> <p>Se recomienda que en el momento de llevar a cabo el proyecto, se calcule la tasa de descuento utilizando el modelo CAPM para conseguir una tasa que involucre el riesgo del sector, la rentabilidad del mercado y la rentabilidad libre de riesgo, para poder comparar con la TIR.</p>
*	CÓDIGO DE LA BIBLIOTECA	No aplica para usted.

CRISANTO QUIROGA OTÁLORA
Coordinador Comité de Investigación