



UNIVERSIDAD DE QUINTANA ROO
DIVISIÓN DE CIENCIAS E INGENIERÍA

**APROVECHAMIENTO DE LOS RESIDUOS DE
ENVASES MULTICAPA, UNA PROPUESTA PARA LA
PENÍNSULA DE YUCATÁN**

**TESIS
PARA OBTENER EL GRADO DE
INGENIERO AMBIENTAL**

**PRESENTA
MOISES MEZQUITA REYES**

**DIRECTORA
BIÓL. LAURA PATRICIA FLORES CASTILLO**

**ASESORES
DR. INOCENTE BOJÓRQUEZ BÁEZ
ING. JOSÉ LUIS GUEVARA FRANCO**

**M.C. JOSÉ MARTÍN RIVERO RODRÍGUEZ
M.R.O. JUAN CARLOS ÁVILA REVELES**



UNIVERSIDAD DE
QUINTANA ROO
**SERVICIOS ESCOLARES
TITULACIONES**



UNIVERSIDAD DE QUINTANA ROO
DCI DIVISIÓN DE
CIENCIAS E
INGENIERÍA

CHETUMAL QUINTANA ROO, MÉXICO, FEBRERO DE 2015



UNIVERSIDAD DE QUINTANA ROO
DIVISIÓN DE CIENCIAS E INGENIERÍA

**TRABAJO DE TESIS BAJO LA SUPERVISIÓN DEL COMITÉ DEL
PROGRAMA DE LICENCIATURA Y APROBADA COMO REQUISITO PARA
OBTENER EL GRADO DE:**

INGENIERO AMBIENTAL

COMITÉ DE TESIS

DIRECTORA:

BIÓL. LAURA PATRICIA FLORES CASTILLO

ASESOR:

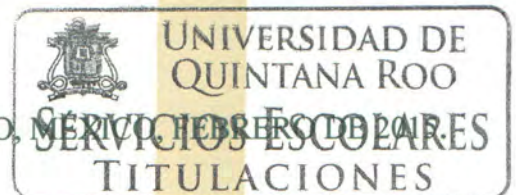
DR. INOCENTE BOJÓRQUEZ BÁEZ

ASESOR:

ING. JOSÉ LUIS GUEVARA FRANCO



CHETUMAL, QUINTANA ROO, MÉXICO, FEBRERO DE 2018.



Agradecimientos

Agradezco infinitamente a Dios por bendecirme en mi camino permitiéndome culminar este ciclo de mi vida, acompañarme en este largo camino lleno de pruebas y obstáculos, por brindarme sabiduría, coraje, voluntad y salud para enfrentar cada día de esta etapa.

Me gustaría que en estas líneas sirvieran para expresar mi más profundo agradecimiento a las personas que hicieron posible realizar mis estudios y por el sacrificio durante todos estos años, mis padres a la señora Juana y el señor Eveltain.

A todos mis compañeros y amigos que fueron parte de este proceso. Y en particular quienes estuvieron a un lado mío para ayudarme, escucharme, aconsejarme y en ocasiones guiarme: a mi hermano del alma Edgar Rivera, Bety Flores mi incondicional, José Luis moreno, Claudia Carrillo, Alondra Sansores, Pilar, Andrés Zamudio, Diego Luna y Jorge Ramírez.

Le doy las gracias y les agradezco infinitamente por permitirme ser parte de su familia, por brindarme el apoyo, la confianza, su tiempo y los cuidados que tuvieron para con migo todos estos años a la familia moreno morales: La señora Lucia, Sr. Antonio, Bety, Lucero, Jorge y los niños.

Igualmente agradezco a cada uno de mis maestros que participaron en la elaboración de este proyecto la Biól. Laura Patricia Flores, Ing. José Luis Guevara y al Doc. Inocente Bojórquez.

Moisés Mezquita

Este proyecto fue Financiado en la convocatoria 2013 “Apoyo a la titulación de la DCI”.

Dedicatoria

A mí.

En primer lugar quisiera dedicarme a mí mismo este trabajo por creer en mí, en mis capacidades, como fruto de mi esfuerzo, trabajo y sacrificio, por demostrarme a mí que los sueños se hacen realidad.

A mis padres

Por haberme brindado la oportunidad de estudiar, por haberme apoyado en las buenas y malas desde el día en que tome la decisión de venir hasta esta ciudad a tomar mis estudios, por creer en mí poniendo su esfuerzo y trabajo en mis logros con amor.

A mis hermanos

Por ser parte del sacrificio que se hizo para que yo terminara esta etapa.

A mi novia Yaret, por la motivación, por su amor y apoyo incondicional.

Índice

CAPITULO I. INTRODUCCIÓN	11
ANTECEDENTES	13
JUSTIFICACIÓN	16
OBJETIVO GENERAL.....	18
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	18
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL.....	20
2.1- RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS	20
2.2- RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES	22
2.3- IMPORTANCIA DE RECICLAR, REUTILIZAR Y REDUCIR LAS 3R.....	24
2.4- GESTIÓN Y MANEJO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS Y MUNICIPALES	25
2.5- PROBLEMÁTICA GENERADA POR LOS RESIDUOS SÓLIDOS (RS).....	27
2.6- COMPOSICIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS.....	29
2.7- ALTERNATIVAS DE MANEJO INTEGRAL DE LOS ENVASES MULTICAPA.....	32
2.7.1- Fabricación de placas de aglomerado mediante moldeo por compresión.....	32
2.7.2- Tratamientos térmicos.....	32
2.8- IMPORTANCIA DE LA SEPARACIÓN DE LOS RESIDUOS DESDE LA FUENTE.....	40
2.9- ESTUDIO DE MERCADO.....	41
2.10 – MÉTODOS EMPLEADOS PARA EVALUAR PROYECTOS DE INVERSIÓN.....	44
2.11- NORMATIVIDAD AMBIENTAL APLICABLE PARA EL MANEJO DE LOS RSU.....	47
2.11.1- Nivel Federal.....	47
2.11.2- Nivel estatal.....	50
2.11.3- Nivel Municipal.....	61
2.12- LAS NORMAS OFICIALES MEXICANA REFERENTE AL PROYECTO	67
2.14- DE LOS INSTRUMENTOS DE POLÍTICA AMBIENTAL	68
2.14.1 Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018.....	68
2.14.2 Plan Quintana Roo 2011-2016.....	70
2.14.3- Plan Estatal de Desarrollo Yucatán 2012-2018.....	72
2.14.4- Plan Estatal de Desarrollo Campeche 2009-2015.....	73
2.14.5- Modelo de Programa de Ordenamiento Ecológico del Municipio de Benito Juárez, Quintana Roo.....	74
2.14.6- Programa de Ordenamiento Ecológico del Municipio de Mérida, Yucatán.....	77
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA.....	81
3.1- ETAPA 1. CALCULO DE LA MATERIA PRIMA RECUPERABLE MPR.....	81
3.2- ETAPA II. DESCRIPCIÓN Y DISEÑO DE LAS OPERACIONES Y DIAGRAMA DE LA PLANTA.....	84
3.3- ETAPA III ESTUDIO DE COSTO BENEFICIO DE LA PLANTA DE RECICLAJE.....	85
CAPÍTULO IV. RESULTADOS	88
4.1 - ETAPA I. ESTIMACIÓN DE LA MATERIA PRIMA RECUPERABLE.....	88
4.1.1- POBLACIÓN.....	88

Autor: Moisés Mezquita Reyes
APROVECHAMIENTO DE LOS RESIDUOS MULTICAPA

4.1.2- CÁLCULO DEL PROMEDIO PONDERADO DE LA GENERACIÓN PER CÁPITA.	89
4.1.3- <i>Cálculo de volumen de residuos que sirven como materia prima.</i>	91
4.1.4 - DE LAS ENTREVISTAS.	93
4.1.5- ESCENARIOS DE RECOLECCIÓN DE ENVASES.....	95
4.2- ETAPA II. DESCRIPCIÓN Y DISEÑO DE LAS OPERACIONES Y DIAGRAMA DE LA PLANTA DE RECICLAJE DE ENVASES.....	96
4.2.1. <i>Revisión de los usos de suelo permitidos</i>	96
4.2.2. DISEÑO DE LAS ETAPAS DEL SISTEMA DE RECICLAJE.	99
4.3- ETAPA III. ESTUDIO COSTO BENEFICIO.	123
4.3.1.- <i>Estudio de mercado</i>	123
4.3.2.- <i>Costos de producción e inversión</i>	127
4.3.3- <i>Costos directos</i>	128
4.3.4- <i>Costos indirectos</i>	128
4.3.5- <i>Precio Unitario o Precio de Venta</i>	129
4.3.6- <i>Evaluación económica de la inversión</i>	130
4.3.7- <i>Valor Presente Neto (VPN)</i>	131
4.3.8- <i>Tasa Interna de Retorno (TIR)</i>	134
CAPITULO V. DISCUSIÓN, CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIONES.....	136
5.1.- DISCUSIÓN.....	136
5.2- CONCLUSIONES.....	138
5.3- RECOMENDACIONES.....	143
ANEXOS.....	144
BIBLIOGRAFÍA.....	167

Índice de Tablas

<i>Tabla 1. Artículo 58, LGPGIR Quintana Roo (P.O .E 30 de abril del 2012).</i>	21
<i>Tabla 2. Tipos de residuos y generadores.</i>	23
<i>Tabla 3. Normas Mexicanas en contexto</i>	67
<i>Tabla 4. Datos sobre generación per cápita y población durante su año de estudio</i>	90
<i>Tabla 5. . Cálculo del promedio ponderado de la generación per cápita y del porcentaje de generación de envases multicapa. Pertenecientes a la GPC</i>	91
<i>Tabla 6. Valores obtenidos del cálculo de materia primare recuperable perteneciente a los RSU.</i> . 92	
<i>Tabla 7. Descripción de las operaciones y etapas del proceso de tratamiento de los envases multicapa.</i>	105

Índice de Ilustraciones

<i>Ilustración 1. Componentes y capas de un envase multicapa. Román, (2011).</i>	13
<i>Ilustración 2. Jerarquía de los RSM, SEMARNAT, (2001).</i>	26
<i>Ilustración 3. Generación de los RSU por región, 2011 (SEMARNAT, 2012).</i>	30
<i>Ilustración 4. Composición de los RSU en México, 2011 (SEMARNAT, 2012).</i>	31
<i>Ilustración 5. Composición de los RSU reciclados, 2011. (SEMARNAT, 2012)</i>	31
<i>Ilustración 6. Diagrama de bloque de pirolisis para tratamientos de envases multicapa (Cases R J. 1999).</i>	34
<i>Ilustración 7. Esquema del horno pirolítico para la separación de aluminio recubierto de polietileno. 1. Tolva, 2. Tornillo sinfín, 3. Carcasa del horno, 4. Zona de descompresión, 5. Boca de descarga, 6. Eje, 7. Caja de cierre, 8. Brazo de arrastre, 9. Plato, 10. Salida de fracción gaseosa, 11. Salida de gases de calentamiento, 12. Ranura de caída y 13. Chimenea de comunicación (Cases R, J. 1999).</i>	36
<i>Ilustración 8. Esquema de la circulación del producto sobre platos.</i>	37
<i>Ilustración 9. Estructura general de la evaluación de proyectos Baca Urbina, G. 2001.</i>	43
<i>Ilustración 10. Grafica de las poblaciones seleccionas para la estimación del volumen de los envases multicapa.</i>	89
<i>Ilustración 11. Mapa de las UGA´s propuestas y del uso de suelo predominante.</i>	98
<i>Ilustración 12. Diagrama de flujo de los procesos de la planta de reciclaje de envases multicapa.</i>	101
<i>Ilustración 13. Plano de la estructura y equipos de la planta de recuperación de celulosa y polialuminio Islas O, E (2014).</i>	104
<i>Ilustración 14. Transportador de cadena en serie BFW.</i>	108
<i>Ilustración 15. Pulper para la desintegración de fibras secundarias.</i>	110
<i>Ilustración 16. Pulper de sistema continuo de desfibrado.</i>	112
<i>Ilustración 17. M.C. PULPER Serie ZDS.</i>	115
<i>Ilustración 18. Tanque de retención Serie ZST.</i>	116
<i>Ilustración 19. Limpiador de alta consistencia serie ZSC.</i>	117
<i>Ilustración 20. Separador de fibra serie ZDF.</i>	118
<i>Ilustración 21. Criba vibratoria serie ZSK.</i>	118
<i>Ilustración 22. Depurador de baja consistencia serie ZSC.</i>	120
<i>Ilustración 23. . Depurador a presión serie ZSA.</i>	121
<i>Ilustración 24. Cilindro espesante final ZNW.</i>	122
<i>Ilustración 25. Refinar de doble disco serie ZDP.</i>	123

Anexos

Anexo. 1 Cuestionario para los centros de acopio de envases multicapa de la Cd. de Cancún. -----	144
Anexo. 2 Contiene los datos para el cálculo del salario real de cada empleado-----	147
Anexo. 3 Porcentaje para el pago de las prestaciones e impuestos.-----	148
Anexo. 4 Listado de los puestos y salarios requeridos para la operación de la planta.-----	149
Anexo. 5 Listado de los puestos y salarios requeridos para la operación de la planta.-----	150
Anexo. 6 Costo total de la planta.-----	151
Anexo. 7 Presupuesto del equipo de protección y seguridad para el trabajador. -----	152
Anexo. 8 Listado y presupuesto requerido por concepto de equipo de oficina.-----	152
Anexo. 9 Dimensionamiento de la planta de reciclaje. -----	153
Anexo. 10 Montos y elementos de la inversión requerida para la planta de aprovechamiento. -----	153
Anexo. 11 Costo de adquisición de una tonelada de materia prima para formar una tonelada de celulosa. -----	154
Anexo. 12 Análisis preliminar de los procesos para la formación de Celulosa y Polialuminio.-----	155
Anexo. 13 Análisis preliminar de los procesos para la formación de Celulosa y Polialuminio.-----	156
Anexo. 14 Análisis preliminar de los procesos para la formación de Celulosa y Polialuminio.-----	157
Anexo. 15 Análisis preliminar generado por la formación de Celulosa.-----	158
Anexo. 16 Análisis preliminar de los costos generado por el proceso de formación de Celulosa.-----	159
Anexo. 17 Análisis preliminar generado por los costos del proceso de formación de Celulosa y Polialuminio. -----	160
Anexo. 18 Análisis para establecer el precio de venta de la tonelada de Celulosa.-----	161
Anexo. 19 Análisis para establecer el precio de venta de la tonelada de Polialuminio.-----	162
Anexo. 20 Muestra el valor de costo indirecto para el funcionamiento de la planta.-----	163
Anexo. 21 Valor de las ventas de acuerdo al porcentaje de costos indirectos que corresponde.-----	164
Anexo. 22 Porcentajes de costos indirectos, valor de las ventas totales anuales y mensuales.-----	164
Anexo. 23 Análisis de la venta neta anual Polialuminio y la Celulosa.-----	165
Anexo. 24 Análisis financiero, método del Valor Presente Neto-----	166
Anexo. 25 Análisis financiero por medio de la TIR-----	166

CAPÍTULO. I

Capítulo I. Introducción

En las últimas décadas el uso de la celulosa en productos terminados han tenido una amplia demanda lo que ha obliga a implementar sistemas de reciclaje para aprovechar como materia prima la celulosa que llega a los rellenos sanitarios o tiraderos, prueba de ello es la norma mexicana NMX-N-107-SCFI-2010 (publicado en el Diario oficial de la federación el día 17 de marzo del 2010) que establece los contenidos mínimos de fibra reciclada en productos elaborado a base de celulosa.

Los efectos del consumismo y las actividades turísticas en la península de Yucatán provocan un aumento en la producción del volumen de los residuos sólidos ya que la población va en aumento constantemente, aunado a esta producción de residuos, se cree que son muy pocos los productos aprovechados, provocando que los sitios destinados para su disposición final se saturen muy rápido ya que casi el total de estos desechos van a parar directamente a los basureros.

Como una alternativa para el manejo de los residuos sólidos urbanos y la disminución en la carga de los rellenos sanitarios, surge esta propuesta que se enfoca en el estudio de la factibilidad del aprovechamiento de los envases multicapa al reinsertarlos como materia prima al mercado. De igual forma esta propuesta representa una opción más de ingresos y de desarrollo económico para la entidad.

Aguilar R, N. (2004) señala que durante la década de 1990, la preocupación por el medio ambiente impuso buena parte de los avances en la industria del papel, dando como resultado que, actualmente, la atención principal se oriente hacia el proceso

de reciclado. Esta situación incremento la demanda de la celulosa secundaria (nombre con el que se le conoce al papel reciclado) para la elaboración de algunos tipos de papel: periódico, impresión, cartulinas, corrugados y empaques.

Las ventajas de usar papel reciclado son obvias: se talan menos árboles y se ahorra energía. En efecto, para fabricar papel a partir de celulosa virgen se utiliza madera, agua y energía; para obtener la misma cantidad con papel usado recuperado se necesita 100 veces menos cantidad de agua y una tercera parte de energía, y no se consume mucha madera de los bosques, Aguilar R, N. (2004).

En definitiva el reciclaje es una de la mejor forma de disminuir los volúmenes de desechos en los rellenos sanitarios y de recuperación de elementos base para la producción de nuevos artículos. En este caso, esta propuesta se basa en el reciclaje mediante el aprovechamiento de los componentes de los envases hechos a base de papel, cartón, plástico y aluminio, conocidos como envases tetra pak.

Hoy en día las tecnologías de reciclaje de los envases multicapa son muy eficientes y de fácil operación. Con estos equipos se pueden fabricar distintos bienes y servicios como muebles, láminas, energía, madera sintética, papel, etc. Hechos con los componentes de los envases.

Román, (2011) dice “los envases multicapa están compuestos de 6 capas del cual el 75 por ciento corresponde al cartón, el 20 por ciento a polietileno y el 5 por ciento es aluminio”.

En la cual cada una de las capas tiene sus funciones específicas:

Polietileno: Protege el papel del medio externo.

Papel: mantiene la resistencia mecánica del envase.

Polietileno: sellado térmico.

Aluminio: Protege el contenido de la luz, el oxígeno y mantiene en buen estado todas vitaminas y nutrientes por largo tiempo.

Polietileno: Sellado térmico

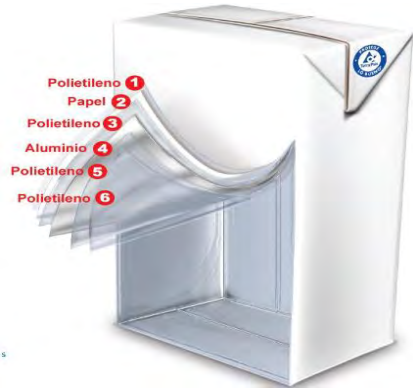


Ilustración 1. Componentes y capas de un envase multicapa. Román, (2011).

Por ello, el presente documento se realiza con la intención de dar a conocer argumentos que puedan contribuir a la implementación de esta opción de inversión y de recuperación de materia prima contenida en los envases, en el estado, así mismo tiene como propósito saber el volumen aproximado de estos residuos en los tiraderos a cielo abierto, además de presentar un modelo de una planta capaz de procesar estos envases y conocer sobre su capacidad y costos de inversión.

Antecedentes

Desde hace mucho tiempo las civilizaciones buscaron métodos de producción de la fibra y empezaron a descubrir nuevas formas, tales como la producción de pasta mecánica y química, con el paso del tiempo fueron perfeccionadas estos métodos. En el siglo XIX la necesidad de la pulpa para la industria papelera se vuelve crítica

y es entonces cuando aparecen las pastas mecánica y química fabricadas a partir de madera, las cuales sustituyen a las fibras textiles, Aguilar R, N. (2004).

Siendo la celulosa el principal componente de las paredes celulares de los árboles y plantas, y desde el punto de vista bioquímico es un polímero natural, extraídas de distintas formas. Por ejemplo existe la celulosa virgen y la celulosa reciclada común mente conocida como secundaria y en la actualidad la producción más demandada es la celulosa secundaria debido a su bajo impacto en la naturaleza y disposición elevada en los desechos generados por el hombre y por su particularidad de poder ser reciclada hasta siete veces para su uso. El origen de estas fibras data desde 1840 en Alemania, mientras que la secundaria a partir de 1900.

Gracias al aprovechamiento de estos envases multicapa hoy en día es posible reinsertar sus componentes como materia prima al mercado, como componentes de diferentes productos como papel higiénico, servituallas, cuadernos y otros productos.

De acuerdo con la Cámara Nacional de las Industrias de la Celulosa y del Papel (2012), la industria nacional ha invertido más de mil millones de dólares para desarrollar un mercado de fibras secundarias desde tiempos en que el reciclaje no era moda, pasando de recuperar en México 355 mil toneladas en el año 1970 a 3.2 millones de toneladas en el año 2010, por lo que hoy existe una demanda asegurada de este material.

Con el objetivo de cubrir los requerimientos de sector es necesario importar alrededor de 1.6 millones de toneladas de fibra secundaria para reciclar, provenientes principalmente de E.U.A. Sin embargo, aun cuando la disponibilidad de material en el país no es suficiente, en el año 2010 se acopiaron en México y se exportaron 177 mil toneladas de fibra bajo un arancel de desperdicio, privando a los productores nacionales de valiosos materias primas para la actividad económica nacional.

A pesar de la cantidad de papel y cartón que se recicla en el país México se coloca en el lugar 32 por índice de acopio de fibra secundaria respecto al consumo aparente (demanda interna) y en la quinta posición por lugar en que son tratados estos residuos debido a que se compra de materia prima en otros países, principalmente E.U.

Mientras que se ha tenido un promedio de utilización de la industria papelera en México del 80% de su capacidad instalada, misma que fue de 5.8 millones de toneladas en el año 2010 y se prevé un consumo aparente de 4.1% para los próximos cinco años de acuerdo con las estimaciones de “La cámara”.

En nuestro país el uso actual de los envases reciclados es como materia prima para la fabricación de papel reciclado por las siguientes fábricas: San José, S. A. de C.V, REPAK, S.A. de C.V., y Bio-papel.

Mientras que para el año 2008 se reciclaron de esta manera alrededor de 430 millones de envases, cifras que se espera aumente por la demanda de la celulosa de alta calidad que utiliza la empresa Tetra Pak, Tetra pak, (2014).

Justificación

El consumo de los envases como medio de conservación de su contenido, su fácil distribución y comercialización, hoy en día exigen una producción estable de estos recipientes ya que sus comodidades facilitan la vida cotidiana generando una gran demanda y aumento de su producción debido al crecimiento de la población y de los productos que se ofertan en el mercado en dichos envases. Hasta ahora no se conocen problemas generados por el hábito de consumo de los productos contenidos en estos envases, sin embargo no se encuentra libre de estos ya que el problema que ocasionan se encuentra directamente en los volúmenes de residuos contenidos en los rellenos sanitarios o tiraderos y los problemas que ocasionan el uso de los sitios destinados para dicho fin.

Se considera que el principal problema es la producción de grandes cantidades de residuos sólidos que se generan, la escasa separación de estos desechos, la falta de conciencia sobre los problemas que genera la gestión y manejo de estos residuos y por último la reducción de estos residuos mediante el aprovechamiento de sus componentes.

Es así como el presente estudio pretende conocer los volúmenes de los envases multicapa post consumo y plantear una solución para el aprovechamiento de los elementos que componen estos recipientes para insertarlos como materia prima para la producción de otros elementos.

Para ofrecer una solución rentable que contribuya con el manejo de los residuos sólidos de las poblaciones de la península de Yucatán. De igual forma incitar al uso de procesos de recuperación de materia prima y evitar con ello la pérdida de estos elementos, contribuyendo de manera directa con la disminución de la carga de desechos que llegan a los rellenos sanitarios. Así como generar una propuesta de inversión que ayude con el desarrollo económico, social y cultural.

El impacto de esta propuesta es de relevancia social y conveniencia tanto económica como ambiental por los beneficios económicos para la población y para el ambiente.

Objetivo general

Generar una propuesta de aprovechamiento de los envases multicapa para evaluar su rentabilidad económica como opción en el manejo integral de residuos sólidos de la península de Yucatán,

Objetivos específicos

1. Estimar el potencial de aprovechamiento de los envases multicapa desechados como materia prima para su reciclado en algunas poblaciones de la península de Yucatán.
2. Realizar una propuesta de una planta de reciclaje de envases multicapa y su proceso de aprovechamiento de acuerdo a la generación en la península.
3. Hacer un estudio de costo beneficio de la implementación de la planta

CAPÍTULO. II

Capítulo II. Marco teórico y conceptual.

2.1- Residuos Sólidos Urbanos

La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente LGEEPA (última reforma publicada en DOF 07-06-2013), define como residuo; “cualquier material generado en los procesos de extracción, beneficio, transformación, producción, consumo, utilización, control o tratamiento cuya calidad no permita usarlo nuevamente en el proceso que lo genero”.

De acuerdo con la Ley General para la Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) publicada el (8 de octubre del 2003) en su Art 5, fracción XXIX, se debe entender por residuos como: “material o productos cuyo propietario o poseedor desecha y se encuentra en estado sólido o semisólido, o es un líquido o un gas contenido en recipientes o depósitos, y que puede ser susceptible de ser valorizado o requiere sujetarse a tratamiento o disposición final conforme a lo dispuesto en esta Ley y demás ordenamientos que de ella deriven”.

En cuanto a su clasificación los residuos se clasifican en tres rubros:

- ✓ Residuos sólidos
- ✓ Residuos peligrosos
- ✓ Residuos de manejo Especial

En dicha ley el Art 5, fracción XXXII prevé a los residuos sólidos urbanos (RSU) como: “los generados en las casas habitación, que resultan de la eliminación de los materiales que utilizan en sus actividades domésticas, de los productos que

Autor: Moisés Mezquita Reyes
APROVECHAMIENTO DE LOS RESIDUOS MULTICAPA

consumen y de sus envases, embalajes o empaques; los residuos que provienen de cualquier otra actividad dentro del establecimientos o en la vía pública que genere residuos con características domiciliarias, y los resultantes de la limpieza de las vías y lugares públicos, siempre que no sean considerados por esta Ley como residuos de otra índole”.

Mientras que la Ley para la Gestión Integral de los Residuos del Estado de Quintana Roo LGPGIR Quintana Roo publicada en el DOF el 30 de abril del 2012, señala que para garantizar la adecuada prevención, manejo y gestión integral de los residuos, se establece en el ámbito estatal los RSU son competencia de los Municipios. Para ello en la tabla 1 se muestra los componentes orgánicos e inorgánicos que integran los residuos sólidos urbanos.

Tabla 1. Artículo 58, LGPGIR Quintana Roo (P.O .E 30 de abril del 2012).

Clasificación de los residuos sólidos urbanos	
Orgánicos	Inorgánicos
Restos de comida	Vidrio
Frutas, verduras y sus cáscaras	Papel
Restos de jardinería	Cartón
Otros	Plástico
	Láminas de materiales reciclables
	Aluminio
	Metales
	Otros

2.2- Residuos sólidos Municipales

Los “*residuos sólidos municipales*” (RSM), conocidos comúnmente como basura, están compuestos por residuos orgánicos (productos de la comercialización, el transporte, la elaboración de los alimentos y excedentes de la comida y restos de materia vegetal), papel, cartón, madera y en general materiales biodegradables e inorgánicos como, vidrio plástico, metales y materia inerte. Los RSM provienen de las actividades que se desarrollan en el ámbito doméstico, sitio y servicios públicos, demoliciones, construcciones, establecimientos comerciales y de servicios, así como de residuos industriales que no se deriven de sus procesos, SEMARNAT (2001).

Sin embargo dichos términos, tanto el de los residuos sólidos municipales como los llamados residuos peligrosos clasificados por la fuente de generación y sus características, “a partir del año 2003, con la publicación de la Ley General para la Prevención Integral de los Residuos (DOF, 2003), los residuos se clasificaron como peligrosos, sólidos urbanos y especiales (véase tabla 2 tipos de residuos y generadores), SEMARNAT-INE (2001-2004).

Tabla 2. Tipos de residuos y generadores.

Clasificación	Tipos de generadores
<p>Residuos peligrosos: Son aquellos que poseen alguna de las características CRETIB (corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad o agentes biológico-infecciosos) que les confieran peligrosidad, así como envases, recipientes, embalajes y suelos que hayan sido contaminados al ser transferidos a otro sitio</p>	<p><i>Micro generadores</i></p>
	<p>Producen hasta 400 kilogramos de residuos peligrosos.</p>
<p>Residuos sólidos urbanos: Son aquellos generados en las casas habitación, que resultan de la eliminación de los materiales que se utilizan en las actividades domésticas, de los productos de consumo y sus envases, embalajes o empaques; los residuos que provienen de cualquier otra actividad dentro de establecimientos o en la vía pública que genere residuos con características domiciliarias, y los resultantes de la limpieza de las vías y lugares públicos, siempre que no sean considerados por esta Ley como residuos de otra índole.</p>	<p><i>Generadores pequeños</i></p>
	<p>Producen de 0.4 a menos de 10 toneladas.</p>
<p>Residuos de manejo especial: Son aquellos generados en los procesos productivos que no reúnen las características para ser considerados como peligrosos o como residuos sólidos urbanos, o que son producidos por grandes generadores de residuos sólidos urbanos</p>	<p><i>Grandes generadores</i></p>
	<p>Producen 10 o más toneladas anuales</p>
<p>Fuente: SEMARNAT-INE (2001-2004).</p>	

2.3- Importancia de reciclar, reutilizar y reducir las 3R.

La fabricación de productos con materiales de larga vida y de difícil degradación obligo a crear técnicas para aprovechar estos elementos de tal manera que las opciones que se fueron creando para ello obligo a clasificar estas actividades tal y como hoy en día las conocemos. Es por ello que para distinguir entre ellas hablaremos sobre cada una, por ejemplo para la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (2013) (LGPGIR), en su artículo 5, fracción XXVI, señala como “*reciclado*” toda “transformación de los recursos a través de los distintos procesos que permiten restituir su valor económico, evitando así su descomposición final, siempre y cuando esta restitución favorezca el ahorro de energía y materias primas sin perjuicio para la salud, los economistas o sus elementos. “

El reciclaje hoy en día es y debe considerarse como una estrategia de gestión de residuos sólidos. Un método para la gestión de residuos sólidos igual de útil que el vertido, la incineración, y ambiente más deseable, Lund F.H, (1996).

Así mismo, la LGPGIR en su artículo 5, fracción XXXV, define la reutilización como: “el empleo de un material o residuo previamente usado, sin que medie un proceso de transformación”.

Mientras que *reducir* se limita solo a combatir el consumismo puesto que no es un término muy difícil de entender, pero puede definirse como la acción de evitar

la generación de residuos o basura innecesaria que contribuya al agotamiento de los recursos y las actividades productivas dañinas para el ecosistema.

No es necesario profundizar tanto en la definición de cada una de las “R” ya que casi se definen por si solas, lo importante es identificar y saber cuál es la más apropiada cuando tratamos de darle un uso a nuestros residuos. Ya que desde ahí depende el buen uso y confinamiento de estos desechos. Es así, como lograremos impulsar el buen manejo de nuestra basura. Evitando problemas ambientales y pérdida de recursos renovables por la falta materia prima.

2.4- Gestión y Manejo de los Residuos Sólidos Urbanos y Municipales

Al proceso orientado a administrar eficientemente los recursos naturales existentes en un determinado territorio, buscando el mejoramiento de la calidad de vida de la población, con un enfoque de desarrollo sustentable se le denomina gestión ambiental, SEMARNAT (2001).

Este trabajo, identifica los aspectos indispensables para el diseño de programas implicados en la gestión integral de los residuos sólidos municipales, a fin de optimizar el manejo integral de los residuos sólidos y los agrupa de la siguiente forma: 1. aspectos sociales; la educación ambiental, pepenadores. 2. Planeación de la gestión. 3. Aspectos legales y 4. Aspectos financieros y administrativos.

Sin embargo, existe una jerarquía para el manejo integral de los residuos sólidos municipales que influye en las decisiones estratégicas a nivel local, estatal y

nacional e internacional, la cual establece prioridad de arriba hacia abajo en las opciones de manejo de los residuos la cual se puede observar a continuación.

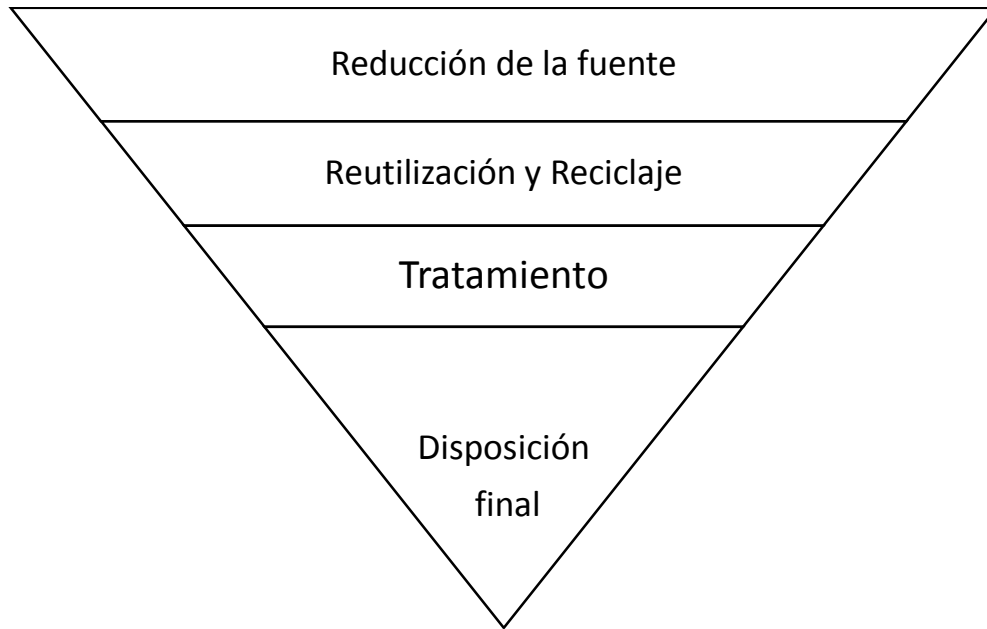


Ilustración 2. Jerarquía de los RSM, SEMARNAT, (2001).

Esta misma jerarquía para la administración de los residuos sólidos fue empleada por la Environmental Protection Agency (EPA; Agencia de protección al ambiente) de los EUA a finales de 1989, la cual estaba destinada a utilizarse como una guía por las comunidades durante la elaboración de planes de administración de residuos, Glynn J. H & Heinke G.W, (1999).

La SEMARNAT (2001) suscribe, que el manejo integral de los RSM combina flujos de residuos, métodos de recolección, sistemas de separación, valoración y aprovechamiento del cual deriven beneficios ambientales y económicos que resultaran en la aceptación social.

Así mismo, estos pueden lograrse combinando opciones de manejo que incluyan tratamientos que involucren el reúso, reciclaje, compostaje, biogasificación, tratamiento mecánico-biológico, pirolisis, incineración con recuperación de energía, así como las disposición final en rellenos sanitarios, SEMARNAT (2001).

2.5- Problemática generada por los residuos sólidos (RS).

El trabajo publicado por la SEMARNAT (2001) explica, que los problemas asociados a la Gestión Integral de los Residuos Municipales GIRSM, en la sociedad actual son complejos, por la cantidad y naturaleza diversa en los residuos, el desarrollo de las zonas urbanas dispersas, las limitaciones de fondos para los servicios públicos, los impactos de la tecnología y las limitaciones emergentes de energía y materia prima.

De acuerdo con Glynn J. H & Heinke G. W (1999), las decisiones de ingeniería, las consideraciones económicas constituyen una preocupación importante en la administración de los residuos sólidos. Sin embargo, no se debe descuidar la protección de la salud pública y la conservación del medio ambiente.

El uso de los rellenos sanitarios causan grandes estragos debido a que trae consigo problemas visuales o estéticos, pérdidas económicas y efectos ambientales. Puesto que el manejo inadecuado de los rellenos sanitarios suelen producir ciertos inconvenientes como los malos olores, papeles arrastrados por el viento, animales, insectos y aves carroñeras atraídas por los desechos orgánicos. Mientras que las pérdidas económicas son producidas por la

inhabilitación de suelos para áreas agrícolas productivas o como propiedades gravables. Incluso después agotar el tiempo de vida de estos bordes de contención de RS, y mucho menos estos espacios pueden ocuparse para construir parques o área recreativa o en su caso fraccionamientos. La protección de la salud y el medio ambiente, en condiciones de calor y humedad los residuos orgánicos se convierten en lugares ideales para multiplicación de organismos causantes de enfermedades.

Aunque estén clasificados los vectores por grado de importancia, para el caso de los residuos sólidos los vectores (portadores) usuales para la transmisión de enfermedades (agua, aire y alimentos) no son importantes cuando la población se encuentra lejos de estos sitios; mientras que las moscas, los roedores, y los mosquitos son los vectores primarios. Ya que son motivo de enfermedades causantes de preocupación tales como gastroenteritis, disentería, hepatitis y encefalitis, Glynn J. H & Heinke G.W, (1999).

De acuerdo con estos mismos autores, el entierro de residuos sólidos o de los restos de su incineración puede poner en peligro la calidad de las fuentes de agua subterráneas o superficiales. Son necesarios diseños apropiados y una operación cuidadosa de los rellenos.

En el caso de la incineración como mecanismo de reducción de los volúmenes de RSM durante las décadas de 1930 y 1940, tenía severos inconvenientes debido a que el desarrollo de esta tecnología presentaba ciertas carencias e irregularidades, debido a sus emisiones de partículas tóxicas para el ser humano

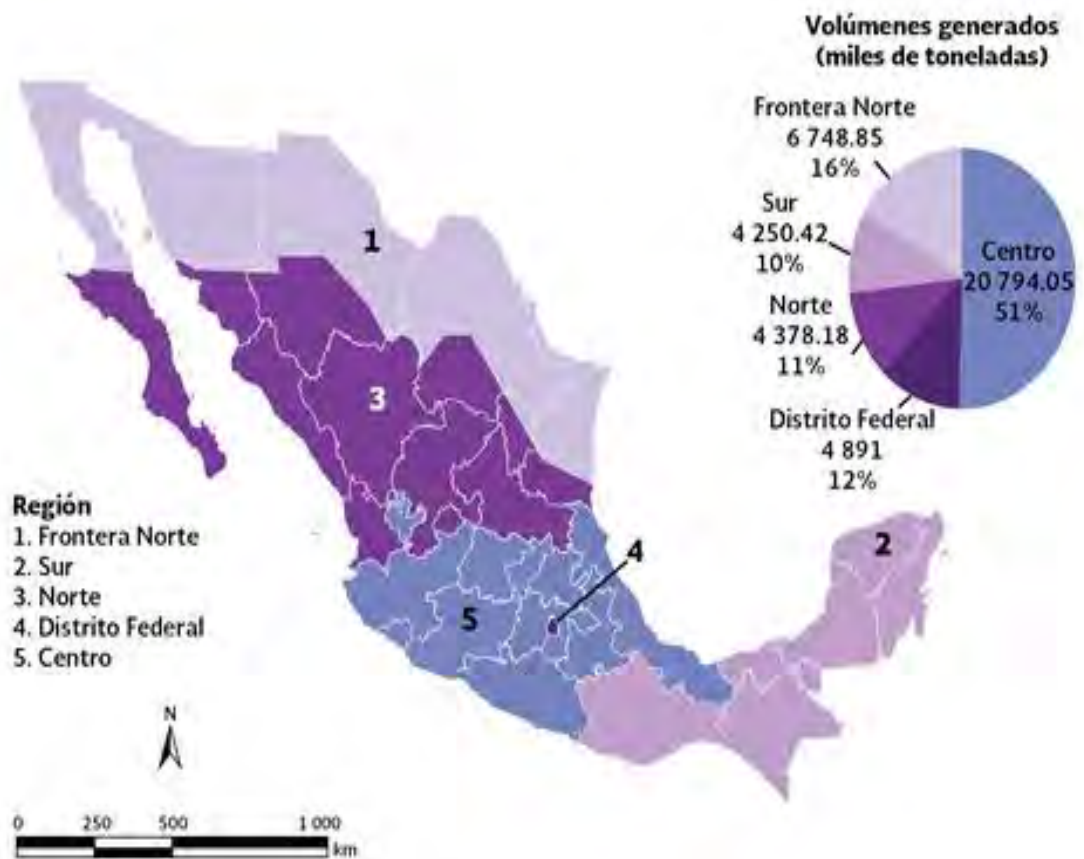
y además de ser incapaces de producir energía, por lo cual su desempeño era deficiente y costoso en su mantenimiento. Sin embargo, los trabajos realizados para construir sistemas de control de las emisiones de partículas finas y gases tóxicos (incluso dioxinas), fue concluido hasta la década de los 90's.

2.6- Composición de los residuos sólidos

De acuerdo con el informe presentado por la SEMARNAT (2012), determinar la cantidad de los residuos sólidos urbanos a nivel nacional tiene muchas limitaciones ya que no se trata de mediciones directas sino de estimaciones, conforme a lo establecido en la norma NMX-AA-61-1985 sobre la determinación de la generación de residuos sólidos.

Con base en esta norma la Secretaria de Desarrollo Social SEDESOL en el 2011 se generaron alrededor de 41 millones de toneladas de RSU diariamente.

Sin embargo, la generación de los RSU presenta irregularidades de manera importante por zona geográfica, por ejemplo en la región centro del país genero el 51% del total de los RSU del país, seguida por la región norte con un 16%, mientras que la región sur tiene un aporte del 10% como se observa en la ilustración 3.



Fuente: Dirección General de Equipamiento e infraestructura en Zona Urbana-Marginadas, Sedesol. México 2012.

Ilustración 3. Generación de los RSU por región, 2011 (SEMARNAT, 2012).

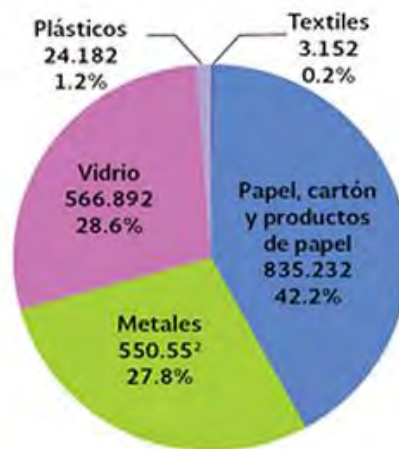
En cuanto a la composición de los RSU se observa que se han modificado el porcentaje que integran estos residuos, para el caso de este proyecto se observa que se encuentra con un porcentaje de 13.8% del total de la composición de los RSU (ilustración 4).



Fuente: Dirección General de Equipamiento e Infraestructura en zonas urbanas-Marginadas, Sedesol. México 2012.

Ilustración 4. Composición de los RSU en México, 2011 (SEMARNAT, 2012).

En este mismo informe se encontró que del volumen total de los RSU reciclados por la industria en el 2011, el mayor porcentaje correspondió al papel, cartón y otros productos de papel con el 42.2%, seguido del vidrio 28.6%, metales 27.8%, plásticos 1.2% y textiles 0.2% (ilustración 5).



Nota: 1. Las cantidades indicadas como volumen reciclado corresponde a los materiales recuperados en los sitios de disposición final.

2. Las cantidades están en miles de toneladas.

Fuente: Dirección General de Equipamiento e Infraestructura en zonas Urbano-Marginadas, Sedesol. México 2012.

Ilustración 5. Composición de los RSU reciclados, 2011. (SEMARNAT, 2012)

2.7- Alternativas de manejo integral de los envases multicapa.

Como hemos visto los envases multicapa está constituidos por seis capas esta condición limita las opciones de aprovechamiento de estos residuos. Estas opciones implican que los tratamiento sean separados mediante un desfibrador (pulper) o no, prácticamente los tratamientos térmicos son quienes requieren que se retire la fibra del envase, causando un que se requiera otro proceso adicional para la parte que corresponde al polialuminio.

2.7.1- Fabricación de placas de aglomerado mediante moldeo por compresión

Los cartones triturados se lavan, se secan y se extienden en una capa de espesor deseado. Después se ponen en una prensa y se calientan a 170°C. El calor funde el contenido del polietileno que une la fibra densamente comprimida y los fragmentos de aluminio en una matriz elástica. La matriz resultante se enfría después, rápidamente, formando un duro aglomerado con una suficiente superficie brillante e impermeable. Mientras que el polietileno un agente de unión y muy eficaz, de manera que no es necesario añadir cola o productos químicos como el formaldehído de urea que se usa para mantener unidos los aglomerados y chapas convencionales de madera, Tetra Pak (2003).

2.7.2- Tratamientos térmicos.

La “*Pirolisis y Plasma térmico*” son técnicas utilizadas para la separación del aluminio y el polietileno o en su caso para la segunda etapa del tratamiento de estos residuos. Ambas técnicas se encuentran clasificadas como tratamiento térmico de

los residuos sólidos municipales, puesto que su principal característica es el uso de altas temperaturas.

Pirolisis

Actualmente el tratamiento de estos envases, está compuesta por dos etapas la primera de ellas inicia con la separación de la celulosa, esto se logra mediante un equipo desintegrador llamado hidropulper quien se encarga de moler a base húmeda los envases multicapa asta separar la celulosa del aluminio y el polietileno con aluminio, este proceso primario es el más común puesto que la separación del aluminio y polietileno requiere de otro proceso como la pirolisis o plasma térmico.

La pirolisis se define como la degradación térmica de una sustancia en ausencia de oxígeno o con una cantidad limitada del mismo. Esta técnica se lleva acabo habitualmente a temperaturas de entre 400°C y 800°C. A esta temperatura los residuos se transforman en gases, líquidos y cenizas sólidas denominadas “coque” de pirolisis. Las proporciones relativas de los elementos producidos dependen de la composición de los residuos, de la temperatura y del tiempo que estas se aplique. Una corta exposición a altas temperaturas recibe el nombre de pirolisis rápida, y máxima el producto líquido. Si se aplican temperaturas más bajas durante períodos de tiempo más largos, predominaran las cenizas sólidas, HCWH (2002).

Para ir más a fondo, describiré un poco más esta técnica de tratamiento de residuos. En este caso el procedimiento que se describe es para un aproximado del 25% del peso inicial de los envases multicapa (compuesta de polietileno y aluminio).

La presente técnica se esquematiza mediante el diagrama de bloque que se muestra en la ilustración 6 donde la parte principal la constituye el horno para producir pirolisis mediante calentamiento indirecto por gases de combustión.

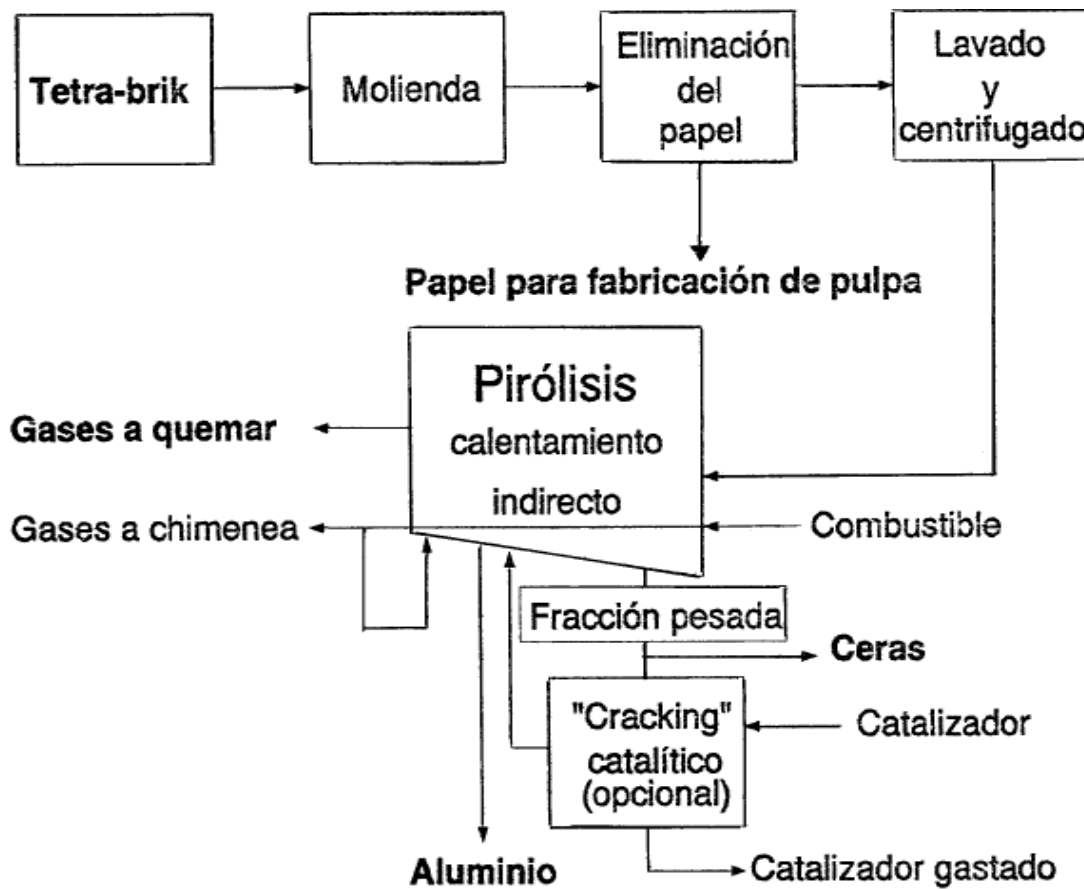


Ilustración 6. Diagrama de bloque de pirolisis para tratamientos de envases multicapa (Cases R J. 1999).

Este horno (ver ilustración 7 y 8) a diferencia de cualquier otro, es un horno del tipo de pisos llamados también de *soleras múltiples* ampliamente utilizados en la

tostación de minerales; consiste en una serie de planos circulares, formando pisos, se alimenta desde una tolva (1) a través de un tornillo sinfín (2) que descarga en (3), en cuyo interior se encuentran una serie de cilindros o pisos de mayor diámetro que altura, cuya tapadera inferior (24) es preferentemente plana y la superior (25) cóncava (preferentemente en forma de cono invertido); estos platos en su centro un orificio cilíndrico (22) de un diámetro ligeramente superior al del eje (6); por el que escurre, bajando pegado a el eje (como se indica en la ilustración 5), el aceite formado en la pirolisis no destilado, mientras que las hojas de aluminio (cubiertas o no de polímero) caen al piso inferior a través de una ranura (12), de forma preferentemente trapezoidal; estas ranuras se encuentran desplazados un ángulo respecto al superior de unos 30° al objeto de que el producto que cae a un piso, antes de bajar al siguiente.

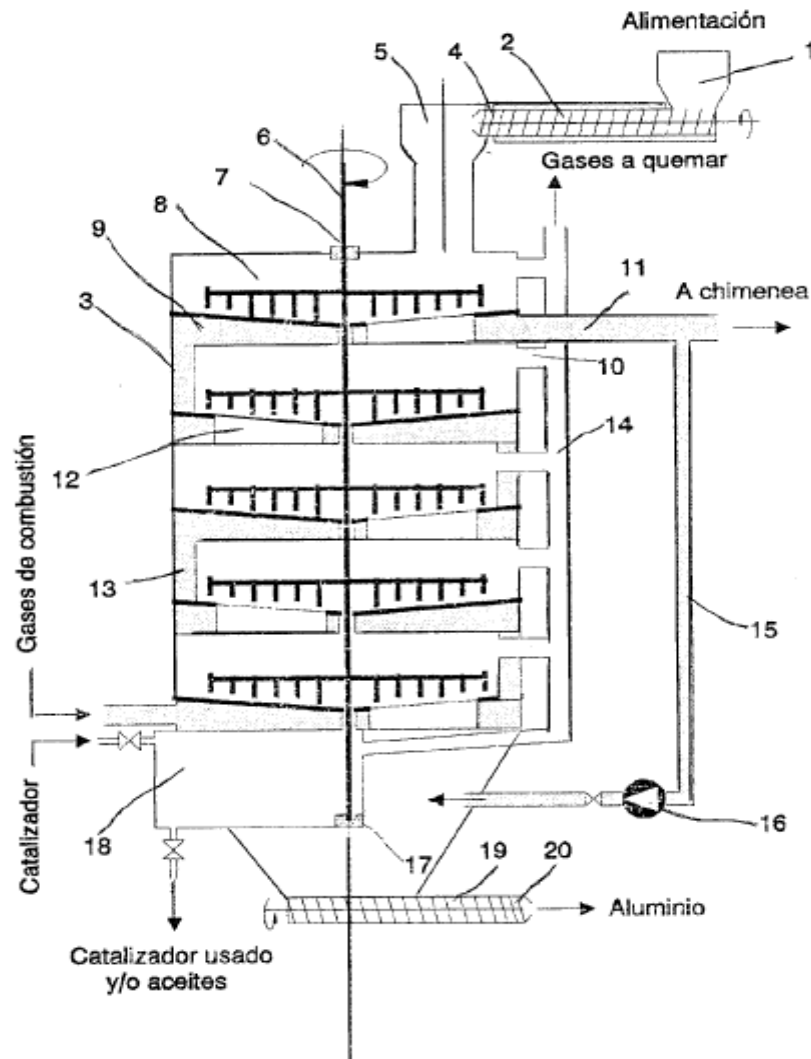


Ilustración 7. Esquema del horno pirolítico para la separación de aluminio recubierto de polietileno. 1. Tolva, 2. Tornillo sinfín, 3. Carcasa del horno, 4. Zona de descompresión, 5. Boca de descarga, 6. Eje, 7. Caja de cierre, 8. Brazo de arrastre, 9. Plato, 10. Salida de fracción gaseosa, 11. Salida de gases de calentamiento, 12. Ranura de caída y 13. Chimenea de comunicación (Cases R, J. 1999).

Por la parte interior de cada piso (cilindro) circula el gas de combustión que permite el calentamiento de su superficie que se transmite a las láminas de aluminio recubiertas de polímero. El gas como se observa en la Ilustración 7, es arrastrado

por una corriente de humos impulsado por la soplante (16) sale por (10) al tubo colector (14) y la fracción no condensable se envía a un quemador para aprovechar su energía.

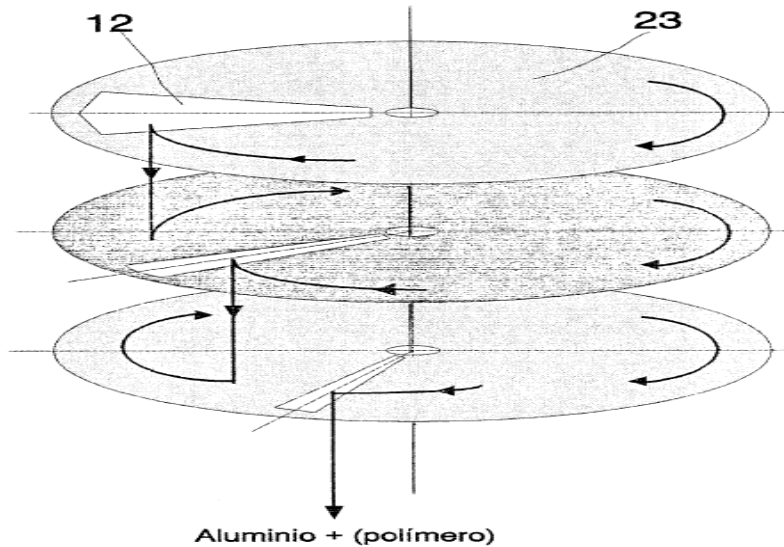


Ilustración 8. Esquema de la circulación del producto sobre platos.

Diametralmente opuesto a la boca de caída del piso inferior, se encuentra un recipiente hermético (18) en cuyo fondo descansa, sobre un cojinete (17), el eje (6) por cuya superficie escurre los aceites no volátiles formados por la pirolisis de polímero. En este recipiente se recoge dicho aceite, de forma que, en presencia de un catalizador apropiado puede fraccionarse en moléculas más ligeras; por ejemplo mediante la adición de un 9% de cloruro de aluminio a estos aceites consigue un producto con un punto de ebullición menor a 200°C. De esta forma el aceite puede volatilizarse, o bien utilizarse para otros fines.

El aluminio , que el piso ha perdido prácticamente todo el polímero se recoge en el fondo del horno mediante un tornillo sinfín (19) [cuyo paso se acorta en la parte final (20)], se extrae del horno, Maldonado J.(1999).

Plasma térmico

El plasma es un estado de la materia, formado a partir de un gas sometido a altas temperaturas en el cual prácticamente los átomos han sido ionizados (separación de sus electrones). El resultado es un fluido formado por una mezcla de electrones, iones y partículas neutras libres, siendo un conjunto eléctricamente neutro, pero conductor de electricidad Grau, A. & Farré, O. (2011).

Así mismo, dicho estudio realizado por Grau, A. & Farré, O. (2011) para el Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía IDEA, destacan las características que definen este proceso:

- La generación del plasma se realiza al hacer fluir de un gas inerte a través de un campo eléctrico existente dos electrodos, formándose el denominado arco de plasma.
- Las temperaturas de trabajo varían entre 5000°C y 15000°C.
- Como método térmico para el tratamiento de residuos, presenta tres posibilidades:
 - i. Tratamiento de gases peligrosos: en la destrucción de PCBs, dioxinas, furanos, plaguicidas, etc.
 - ii. Vitrificación de residuos peligrosos

- iii. Gasificación por plasma; utilizada como fuente de calor la energía térmica contenida en el propio plasma a partir de la energía (normalmente eléctrica) consumida para la generación del mismo. De forma, que se obtiene como productos finales:
- Gas, compuesto fundamentalmente por monóxido de carbono e hidrogeno.
 - Residuo sólido, consiste en una escoria inerte generalmente vitrificada.

La valoración del gas síntesis obtenido en la gasificación por plasma, se puede realizar por medio de ciclos térmicos combinados de turbina de gas y de vapor o por motores de gas. Donde la teoría de obtención de energía eléctrica, son superiores al 50% en el primer caso, y entorno al 35% en el caso de motores de gas.

En el caso del tratamiento de envases tetra pak, el reactor se alimenta de polietileno y aluminio, manteniendo la temperatura del proceso alrededor de 650 a 700°C, donde ocurre la fusión del aluminio, el cual se retira en estado líquido y se envía a una lingotera, mientras que el polietileno sufre un rompimiento de los enlaces carbono-carbono y carbono-hidrogeno, resultando en la degradación del polímero y en la formación de una mezcla de hidrocarburos gaseosos que pasaran por el proceso de condensación, que genera parafina, Becerra M. A. & Villabona, C. A, (2009).

No obstante esta tecnología queda descartada para esta propuesta puesto que aún se encuentra en fase de pruebas, y a diferencia de otros procedimientos esta

técnica tiene un costo muy elevado para su financiamiento, debido a que la escasa densidad de producción de residuos con potencial de recuperación para el área demográfica que se pretende abarcar en comparación con otros países, lo cual no es suficiente para recuperar la inversión.

2.8- Importancia de la separación de los residuos desde la fuente.

El Reglamento de protección ambiental y del equilibrio ecológico del municipio de Mérida (2005) establece que la educación ambiental es el proceso tendiente a la formación de una conciencia crítica ante los problemas ambientales, donde el individuo asimila los conceptos e interioriza las actividades que le permitan evaluar las relaciones de interdependencia establecidas entre la sociedad y su medio natural, considerando el ámbito educativo formal e informal.

La educación ambiental EA se constituye en un proceso fundamental orientado a la búsqueda de caminos alternativos que posibiliten la construcción de una sociedad diferente, justa, participativa y diversa de acuerdo con la Secretaría de medio ambiente y desarrollo sustentable, (2009).

No obstante es fundamental para la EA amplios conocimientos sobre la naturaleza, historia, ambiente, ecología y desarrollo sustentable. Con la finalidad de entender su función e importancia a fin de reconocer los problemas que enfrenta la naturaleza y los riesgos que la humanidad corre al explotar y usar los recursos. Con estos conceptos sobre EA deberemos entenderla como el medio e instrumento que nos impulsa a crear conciencia sobre la importancia de las

buenas prácticas en el manejo de los RS, en la implementación de procesos que ayuden a disminuir los impactos sobre la naturaleza y la misma humanidad. Pero que a su vez puedan causar en beneficio entre el uso, reusó, reciclaje y tratamiento de cualquier residuo sólido; Además, la actual crisis nos convoca a no seguir leyendo el mundo de manera segmentada, fragmentada y parcial, sino adoptar una versión holística e interdisciplinaria que ayude a otras formas de relacionarnos con la naturaleza y nosotros mismos, Franco T, V., Eastmond S, A. & Viga del A, M. D. (2010).

Tomando en cuenta la teoría descrita sobre la educación ambiental podemos decir que es importante generar conciencia sobre este tema ya que es la base primordial para una buena disposición y gestión de los residuos sólidos disminuyendo el volumen de estos desde su fuente.

El impacto de esta conciencia ambiental tiene una gran importancia no solo para la educación si no para las industrias relacionadas con la obtención de materia prima extraída de productos de desechados, ya que para la mayoría de las personas solo consideran estos residuos como basura. Cuando en realidad la mayoría de las cosas desechadas, si se les da el debido tratamiento pueden ser renovadas y reinsertadas a la vida económica y productiva.

2.9- Estudio de mercado.

El estudio de mercado es una herramienta útil en la toma de decisiones cuando se desea invertir en un producto o servicio. Es por ello que debemos ampliar nuestros conocimientos en este tema.

De acuerdo con Alcázar, P. (2013), un estudio de mercado es realmente necesario, ya sea para conocer el tamaño del mercado, si el producto o servicio se adapta a las necesidades reales del cliente, los puntos de mejora de un producto antes de lanzarlo o cualquier otra decisión estratégica, la inversión te ayudará a minimizar los riesgos.

La secretaria de economía (2011), señala que el estudio de mercado tiene como objetivos; servir para tener una noción clara de la cantidad de consumidores que habrán de adquirir el bien o servicio que se piensa vender, dentro de un espacio definido, durante un periodo de medio plazo y a qué precio están dispuestos a obtenerlo. Adicionalmente, va a indicar si las características y especificaciones del servicio o producto corresponden a las que desea comprar el cliente. Finalmente, nos dará la información acerca del precio apropiado para colocar nuestro bien o servicio y competir en el mercado, o bien imponer un nuevo precio por alguna razón justificada. Sin embargo, para Baca U G. (2001) un estudio de mercado plantea las siguientes generalidades:

- Ratificar la existencia de una necesidad insatisfecha en el mercado, o la posibilidad de brindar un mejor servicio que el que ofrecen los productos existentes en el mercado.

- Determinar la cantidad de bienes y servicios provenientes de una nueva unidad de producción que la comunidad estaría dispuesta a adquirir a determinado precio.
- Conocer cuáles son los medios que se emplean para hacer llegar los bienes y servicios a los usuarios.
- Dar una idea al inversionista del riesgo que su producto corre de ser o no ser aceptado en el mercado.

Para esto recomienda el empleo de la siguiente estructura:

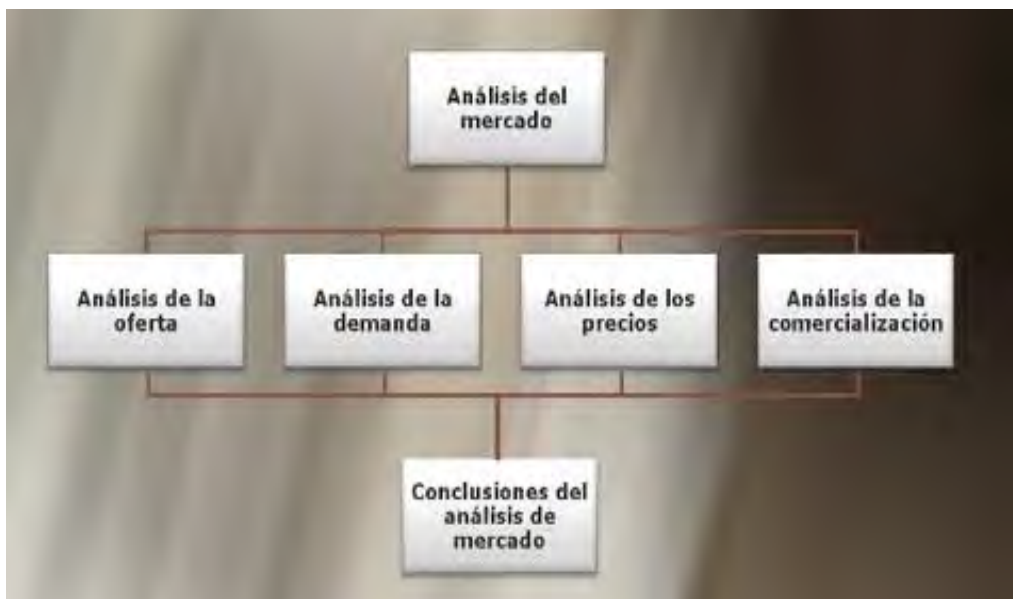


Ilustración 9. Estructura general de la evaluación de proyectos Baca Urbina, G. 2001.

Para esto debemos entender al mercado como el área en que confluyen las fuerzas de la oferta y demanda para realizar las transacciones de bienes y servicios a precios determinados, Baca U G. (2001).

2.10 – Métodos empleados para evaluar proyectos de inversión.

Actualmente existen dos tipos de vertientes para el análisis de su rentabilidad. Los métodos que no consideran el valor del dinero en el tiempo y los métodos que si consideran el valor de este con el tiempo. En este caso revisaremos el caso de los que si consideran el valor del dinero en el tiempo.

Valor presente neto (VAN)

Este método consiste en obtener el valor presente de los flujos de efectivo calculados año tras año del proyecto mediante la aplicación de la fórmula de valor presente, Hinojosa J.A., & Alfaro, H. (2000).

El resultado de la suma de la suma algebraica del valor presente neto de los flujos de efectivo actualizado se conoce como el valor presente neto o valor actual neto y se calcula con la ecuación 1.

$$VAN = \sum_{T=0}^n \frac{Fn}{(1+i)^T} \quad (1)$$

Donde:

F_n = flujo futuro de fondo o el flujo de efectivo neto

i = tasa de interés de descuento

n = representa los periodos correspondientes al flujo de efectivo

La tasa de descuento que se utiliza para calcular el VPN de los flujos de efectivos es la tasa de rendimiento aceptable.

Los criterios de decisión para el método del VPN son las siguientes:

- Si $VPN \geq 0$ el proyecto es rentable
- Si $VPN \leq 0$ el proyecto no es rentable

Cuando se trata de seleccionar entre varias opciones de inversión se elige aquel proyecto que tenga el VPN mayor por consideraciones el más atractivo.

El valor presente de una cantidad de dinero futura, en tiempo n , es aquel capital que una tasa de interés determinada alcanza en el periodo n un monto igual a esta cantidad futura.

García M, A. (2008) considera que el valor presente de una inversión se define como la capacidad máxima que una compañía estaría dispuesta a invertir en un proyecto. A la diferencia entre el valor presente de los flujos y el valor de la inversión se le denomina valor presente neto. Entonces el VPN de un proyecto se entiende como el dividendo que podría anticiparse a los accionistas a cuenta del proyecto sabiendo que éste habrá de recuperarse y además se pagara el costo del financiamiento.

Para este caso debemos entender el concepto del valor del dinero en el tiempo. De acuerdo con García M, A. (2008), el valor del dinero en el tiempo, confirma el hecho de que el dinero tiene un costo, llamado interés, así como la tierra renta, la mano de obra salarios y el riesgo de los propietarios utilidad. El cual sugiere, que para poder

aplicar el método del valor presente neto será necesario determinar cuatro elementos básicos.

1. El valor neto de la inversión
2. Los flujos anuales netos (beneficios) que se esperan obtener de la inversión, además del valor de desecho del proyecto si lo tuviera.
3. La vida del proyecto
4. La tasa de descuento o tasa de rendimiento mínima de aceptación (TREMA).

Como complemento se utiliza el criterio de aceptación o rechazo.

Un proyecto se considera como bueno, utilizando este método de evaluación, si el valor presente de flujos que hayan de ser generados por el proyecto supera al valor de la inversión. Si el valor presente de los flujos de entrada es inferior al valor de la inversión, se rechaza el proyecto. Esto significa que se acepta el proyecto si el valor presente neto es positivo y se rechaza si el valor presente es negativo.

Tasa interna de retorno (TIR)

García M, A. (1998) define la tasa interna de retorno (TIR) como la tasa de descuento que hace el valor presente neto de los flujos de efectivo de una inversión sea igual a cero o que tenga una relación beneficio/costo actualizados o índice de rentabilidad igual a uno.

Se pueden dar dos definiciones de la tasa interna de rendimiento. En primer término podemos decir que constituye la tasa interna de interés a la cual debemos descontar

los flujos de efectivo generados por el proyecto a través de su vida económica para que estos se igualen con la inversión. También se entiende como la tasa interna de rendimiento la tasa máxima que estaríamos dispuesto a pagar a quien nos financia el proyecto considerando que también se recupera la inversión, García M, A. (2008). La ecuación (2) con la cual se puede calcular la tasa interna de retorno TIR es la siguiente:

$$TIR = \sum_{T=0}^n \frac{Fn}{(1+i)^n} = 0 \quad (2)$$

Donde:

F_n = flujo futuro de fondo o el flujo de efectivo neto

i = tasa de interés de descuento

n = representa los periodos correspondientes al flujo de efectivo

2.11- Normatividad ambiental aplicable para el manejo de los RSU.

2.11.1- Nivel Federal

En el ámbito federal la *Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos* es la Ley de máximo orden jerárquico quién indica los derechos y obligaciones de todas y todos los ciudadanos, para garantizar el bienestar de cada uno, en este caso mediante su artículo 4, garantiza que todas las personas tienen el “derecho a la salud y a un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar”. Con ello

a partir de dicho principio se derivan una serie de instrumentos legales para garantizar el cumplimiento de este derecho.

El artículo 115 de la misma Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos se garantiza lo dispuesto en el artículo cuarto, ya que: “indica que los municipios tienen la personalidad jurídica para emitir las normas que ayuden a resolver los conflictos presentes entre los municipios, en la cual se otorga la responsabilidad a los municipios de los servicios públicos como: limpia, recolección, traslado y disposición final de los residuos”.

De acuerdo con el orden jerárquico, la siguiente ley de competencia federal que se encarga de preservación y restauración del equilibrio ecológico es la *Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente expedida por primera vez en 1988 y reformada por última vez en el 2012*. Que dentro de los objetivos establecidos por esta Ley destaca que tiene que garantizar que toda persona tiene el derecho a un medio ambiente adecuado para su desarrollo, salud y bienestar. Mediante la prevención y el control de la contaminación del aire, agua y suelo.

El artículo 7 fracción VI de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (2013), LGEEPA atribuye a los estados como responsables de “la regulación de los sistemas de recolección, transporte, almacenamiento, manejo, tratamiento y disposición final de los residuos sólidos e industriales”.

Para el manejo y disposición final de los residuos sólidos municipales, el artículo 137 de esta misma Ley especifica que quienes darán las autorizaciones correspondientes serán los municipios.

Cabe señalar que dentro de las facultades de las entidades federativas dispuestas por *La Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos* (2003), LGPGIR establece en el artículo 9, fracción VI que son: “obligaciones de los Estados establecer el registro de planes de manejo y programas para instalación de sistemas destinados a su recolección, acopio, almacenamiento, transporte, tratamiento, valoración y disposición final, conforme a los lineamientos establecidos por la presente Ley y normas oficiales mexicanas”.

El artículo 96 de la misma Ley, decreta una serie de acciones donde: “las entidades federativas y los municipios deben cumplir con el propósito de promover la reducción de la generación, valoración y gestión integral de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial, a fin de promover la salud y prevenir y controlar la contaminación ambiental producida por su manejo”, como se pueden ver a continuación.

I.- El control y vigilancia del manejo integral de residuos en el ambiente de su competencia;

IV.- integrar el registro de los grandes generadores de residuos en el ámbito de su competencia y de empresas prestadoras de servicios de manejo de esos residuos, así como de la base de datos en la que se recabe la información respecto al tipo, volumen y forma de manejo de los residuos;

VIII.- Establecer programas para mejorar el desempeño ambiental de las cadenas productivas que intervienen en la segregación, acopio y preparación de los residuos sólidos urbanos y manejo especial para reciclaje;

IX.- Desarrollar guías y lineamientos para la segregación, recolección. Acopio, almacenamiento, reciclaje, tratamiento y transporte de residuos;

X.- Organizar y promover actividades de comunicación, educación, capacitación, investigación y desarrollo tecnológico para prevenir la generación, valorizar y lograr el manejo de los residuos sólidos.

Mientras que el art. 97 establece que: “los municipios regularan los usos de suelo de conformidad con los programas de ordenamiento ecológico y de desarrollo urbano, en los cuales se consideran las áreas en las que se establecerá los sitios para su aprovechamiento”.

Así mismo, en su art. 99 declara que: “los municipios, de conformidad con las leyes estatales, llevarán a cabo las acciones necesarias para la prevención de la gestión, valoración y gestión integral de los residuos sólidos urbanos, considerando”:

II.- Los requisitos para la prestación de los servicios para el manejo integral de los residuos sólidos urbanos.

2.11.2- Nivel estatal.

Existe una serie de ordenamientos legales de carácter estatal que regulan la preservación y conservación del medio ambiente por entidad federativa, con el propósito de conocer cuáles son las atribuciones y de quienes se observa cual es la postura de estas leyes en Quintana Roo, Mérida Yucatán y Campeche:

La Ley del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente del Estado de Quintana Roo

Documento publicado en el Periódico Oficial del Estado el 29 de junio de 2001, en su Artículo 1 establece una serie de bases para la preservación y conservación del medio ambiente del Estado de Quintana Roo, en la cual la fracción IX dice que: “se debe regular y vigilar los sistemas de recolección, transporte, almacenamiento, manejo, tratamiento y disposición final de los residuos domésticos e industriales no peligrosos”.

En el capítulo I de la misma Ley se mencionan las “atribuciones del Estado”. Señalando en su Art. 5 que: “corresponde al Estado, como orden de gobierno, por conducto de la Secretaria de desarrollo urbano y medio ambiente, las siguientes atribuciones”:

VII.- La prevención y control de la contaminación generada por la emisión de ruido, vibraciones, energía térmica, lumínica, radiaciones electromagnéticas, contaminación visual y olores perjudiciales al equilibrio ecológico o al ambiente, provenientes de fuentes fijas, que funciones como establecimientos industriales, así como, en su caso, de fuentes móviles que no sean de competencia federal, lo anterior sin perjuicio de las facultades que correspondan a los gobiernos federales y municipales;

XXIV.- Expedir la licencia de funcionamiento para fuentes fijas de emisiones a la atmosfera de jurisdicción estatal, dentro de los parámetros autorizados;

XXVII.- Organizar con la participación de la autoridad sanitaria estatal y los municipios, por sí o por conducto de los organismos operadores del agua, sistema estatal de monitoreo de la calidad de las aguas de jurisdicción estatal, de las aguas federales asignadas para la prestación de los servicios públicos y de aguas residuales que sean descargadas a los sistemas municipales de drenaje y alcantarillado.

Así mismo, el Art. 24 de la presente Ley, dice; “se sujeta al procedimiento de evaluación de la manifestación de impacto ambiental, mismo que será autorizado por la Secretaria, conforme al procedimiento previsto en el reglamento correspondiente, de la cual las actividades representativas sujetas a este artículo son”:

VIII.- Sistema de manejo y disposición de residuos no peligrosos;

IX.- Confinamientos, instalaciones de tratamiento o de eliminación de residuos domésticos e industriales no peligrosos;

XV.- Plantas de tratamiento de aguas residuales, sistemas de drenaje y alcantarillado, bordos, represamientos, y plantas de potabilización de aguas.

Mientras que el Art. 149 menciona: “corresponde al Municipio, la promoción y regulación de sistemas de limpia que integran el aseo urbano municipal, y que establecerán disposiciones en materia de”:

I.- Técnicas de recolección;

II.- Rutas de recolección;

III.- Almacenamiento y transparencia;

IV.- Reusó y reciclaje; y

V.- Disposición final.

Para la localización, instalación y funcionamiento de sistemas de manejo de residuos domésticos e industriales no peligrosos, el artículo 155 menciona que: “se deberán tomar en cuenta las normas oficiales mexicanas, los programas de ordenamiento ecológico, los planes y programas de desarrollo urbano municipales y las medidas de protección a los centros de población que, en su caso, pudieran verse afectados”.

Por último, el Art. 160 de la misma Ley señala que: “las autorizaciones para el tránsito por el territorio estatal de residuos no peligrosos con destino a otras entidades federativa, sólo podrán otorgarse cuando exista previo consentimiento de ésta última y de su autoridad local competente”.

Ley de Protección al Medio Ambiente del Estado de Yucatán.

Esta Ley fue Publicada en el Diario Oficial del Gobierno del Estado de Yucatán el día 8 de septiembre del 2010. Quien señala en su Capítulo II que a las autoridades ambientales responsables de aplicar esta Ley en materia ambiental son:

I.- El titular del poder ejecutivo

II.- El titular de la Secretaría, y

III.- Las autoridades municipales en la esfera de su competencia.

En lo correspondiente a las Normas Técnicas Ambientales, dicha Ley establece en su Artículo 28 que: “el Poder Ejecutivo emitirá las normas técnicas ambientales, las cuales tienen por objetivo establecer los requisitos o especificaciones, condiciones, parámetros y límites permisibles en”:

I.- El desarrollo de las actividades humanas que puedan afectar la salud el medio ambiente y los recursos naturales;

II.- La limpia, recolección, traslado, almacenamiento, tratamiento y disposición final de residuos.

Para la prevención y control de la contaminación del agua el artículo 111. Establece que: “la generación de aguas residuales en cualquier actividad susceptible de producir contaminación, conlleva la responsabilidad de su tratamiento previo a su uso, reúso o descarga, de manera que la calidad del agua cumpla con la normatividad aplicable”.

Respecto al Evaluación de Impacto Ambiental el Capítulo V señala actividades y obras están obligadas a presentar dicho estudio.

Ley Del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, Campeche.

Dispone en su capítulo VI el manejo y disposición final de los residuos sólidos no peligrosos. Donde el Artículo 133, establece que: “los ayuntamientos, entre sí o con el Gobierno del Estado, podrán celebrar convenios de coordinación para la

recolección, almacenamiento, transporte, reúso, tratamiento y disposición final de residuos sólidos no peligrosos, para el manejo más eficaz y uniforme de esta actividad, principalmente en zonas conurbadas. Documento reformado por última vez y publicado en el Periódico Oficial del estado el 30 de agosto del 2012.

Ley para la Prevención y la Gestión Integral de Residuos del Estado de Quintana Roo, publicada por primera vez el 17 de diciembre del 2007 y reformada por última vez el 30 de abril del 2012, describe en el Capítulo Sexto los instrumentos de planeación ambiental, y ordena mediante su Art. 19 que: “la planeación para prevención y gestión integral de los residuos se desarrollará a través de los siguientes instrumentos”:

- I. *Plan Estatal de Desarrollo*
- II. *Programa Estatal;*
- III. *Programa municipales;*
- IV. *Sistemas de manejo Ambiental;*
- V. *Planes de manejo; y*
- VI. *Demás aplicables.*

De los instrumentos mencionados anteriormente, como sistemas de referencia legislativa es de gran importancia mencionar cual es el contenido y la forma en la que debe estar planteado este instrumento de política ambiental. De acuerdo con esto el Art. 22 de dicha Ley estatal el programa estatal contendrá como mínimo lo siguiente:

- I. El diagnóstico básico para la gestión integral de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial, donde se precise la capacidad y efectividad de la infraestructura disponible para satisfacer la demanda de servicios;*
- II. La política local en materia de RSU y de manejo especial (ME);*
- III. Los costos de ejecución y en su caso, los sistemas de financiamiento;*
- IV. Los criterios de localización para las instalaciones de infraestructura para el manejo integral de los residuos (MIR);*
- V. Define los objetivos y metas para la prevención de la generación y el mejoramiento de la gestión de los residuos sólidos urbanos GRSU y de manejo especial, así como las estrategias y plazos para su cumplimiento; y*
- VI. Los mecanismos para involucrar la participación informada y organizada de los distintos sectores sociales en la generación de los RSU y de ME.*

Así mismo el Art. 23 obliga a que el Programa Estatal considere la participación social y privada.

Para garantizar la integración de estos sectores dentro del Programa Estatal y los Programas municipales en el ámbito de sus respectivas competencias el Art. 24 indica que se deben considerar los siguientes criterios:

- I.- La separación de los residuos;*
- III.- La infraestructura necesaria para el procesamiento y venta de los subproductos;*
- IV.- La promoción de inversiones privadas;*
- IV. El desarrollo de mercados de subproductos;*

VI.- La participación de la sociedad civil; y

VII.- La viabilidad de incursionar en los mercados de reciclado

En cuanto a las obligaciones de los generadores y poseedores de Residuos de Manejo Especial el Art. 63 declara que están obligados a:

I.- Inscribirse en el padrón que establece la Secretaría de Desarrollo Urbano y Medio Ambiente, mecanismo que se realiza a través de una solicitud formal a esta dependencia estatal;

II.- Identificar, clasificar y separar los residuos;

III.- Elaborar un plan de manejo de acuerdo a la naturaleza de los residuos;

IV. Presentar el Plan de Manejo ante la Secretaría de Desarrollo Urbano y Medio Ambiente, para su revisión y en su caso aprobación;

V.- Presentar los permisos de la autoridad locales para el desarrollo de alguna actividad con el manejo de los Residuos;

VI.- Presentar un informe anual y elaborar una bitácora que se conservará y mantendrá durante los dos años posteriores al período anual que cubren, para la disposición de las autoridades competentes, en los que se asienten los datos acerca de la generación y el manejo integral a las que se sujetarán sus residuos, esta información se presentara a través de la Cédula de Desempeño ambiental.

Esta Ley cuenta con una sección específica para las actividades de reciclaje, en el Capítulo V que habla de la valoración de los residuos. En el cual el artículo 85, ordena que: “los comercializadores de materiales valorables recuperables de los Residuos y los recicladores de los mismos deberán contar con un registro ante

la Secretaría, a fin de que ésta integre el inventario de la capacidad instalada en la materia y de facilitar el acceso a esta información a los generadores que desarrollen planes de manejo al respecto”.

El artículo 86 establece que: “la Secretaría en coordinación con los ayuntamientos, promoverán los mercados de subproductos o materiales provenientes de los Residuos, para su aprovechamiento, vinculando el sector privado, organizaciones no gubernamentales y otros agentes económicos”.

Por último, el artículo 87 dice que: “el acoplo y almacenamiento temporal de los materiales potencialmente valorables que hayan sido recuperados en fines de comercialización, deberán realizarse de manera ambientalmente adecuada y, en su caso, no exceder los límites de tiempo que disponga el Reglamento de la presente ley cuando ello conlleve riesgos a la salud o al ambiente”.

Ley para la Gestión Integral de los Residuos en el Estado de Yucatán.

Este instrumento de gestión integral para el manejo de los residuos sólidos reformado por última vez el 25 de abril del 2014, es el más completo de los tres existentes en la península de Yucatán ya que la mayoría de sus lineamientos están referidos al tratamiento y confinamiento de estos residuos.

El artículo 33 establece que: “para el otorgamiento de autorizaciones para el funcionamiento de las infraestructuras que se requieren para el manejo integral de los residuos, en las etapas señaladas por el artículo 43 de esta Ley, se deberá”:

I.- Ubicar en lugares que reúnan los requisitos que establezca la normatividad aplicable;

II.- Instituir un Plan de manejo autorizado por la Secretaria.

III.- Contar con programas para prevenir y responder a contingencias o emergencias ambientales y accidentes:

IV.- contar con personal Capacitado y continuamente actualizado, y

V.- Otorgar garantías para asegurar que al cierre de las operaciones de sus instalaciones, no presenten niveles de contaminación que puedan representar un riesgo para la salud humana o al medio ambiente.

El Artículo 43 establece que: “el manejo integral de los residuos sólidos comprende las siguientes etapas”:

“Reducción de la fuente, separación, reutilización, limpia o barrido, acopio, recolección, almacenamiento, traslado o transportación, Co-procesamiento, tratamiento, reciclaje y disposición final”.

El artículo 46 establece que: “la transportación de RS en el Estado, se realizara con la autorización de las autoridades estatales y municipales, en el ámbito de su competencia, las cuales, para otorgarla deberán consideras lo siguiente”:

I.- Que se cumplan las condiciones necesarias para el transporte, establecidas en el Reglamento de esta Ley:

II.- Que se implementen las medidas de seguridad en el transporte, para proteger el medio ambiente de forma integral y, principalmente la salud humana, y

III.- Que se diseñen rutas de transporte y en su caso se adapten a las necesidades que vaya generando el crecimiento del control poblacional, y

IV.- Que se empleen las mejores rutas de transporte, para evitar cualquier contaminación al medio ambiente.

Por último el Artículo 48 dice: “la Secretaria, en coordinación con la federación y los Ayuntamientos, fomentará programas para la utilización de materiales o subproductos de los residuos, a fin de promover mercados para su aprovechamiento, vinculando el sector privado, organizaciones y otros económicos”.

Ley para la Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial y Peligroso del Estado de Campeche.

Reformado por última vez el 4 de marzo del 2008 en su Artículo 50 de esta Ley señala que: “los centros de acopio de residuos dentro de los Municipios, deberán contar con instalaciones cubiertas y adecuadas cumpliendo con las disposiciones legales aplicables”.

Mientras que el Artículo 51 dice que: “los productos y subproductos que se obtengan de los residuos sólidos urbanos o de manejo especial, podrán ser comercializados en los términos que determinen los Municipios”.

Para el transporte, recolección y servicio de limpia el Artículo 57 obliga a que: “el transporte de RSU o de manejo especial, a través del territorio del Estado, se

realizara con previa autorización de las autoridades estatales y municipales correspondientes y tomando en cuenta”:

I.- Las condiciones necesarias para el transporte, dependiendo del tipo de residuos de que se trate;

II.- Las medidas de seguridad en el transporte, tanto para el medio ambiente como para la salud humana y los ecosistemas; y

III.- Las mejores rutas de transporte, dependiendo de los lugares de salida y destino de los residuos.

IV.- El transporte se hará exclusivamente dentro de la caja de los mismos. En el caso de vehículos con caja abierta, los residuos deberán ser cubiertos para evitar su dispersión.

V.- Queda prohibido llevar cualquier clase de residuos en cualquier sitio del exterior del vehículo.

2.11.3- Nivel Municipal

En este apartado se describen los instrumentos normativos ambientales para la protección del medio ambiente, y la prevención y gestión integral de los residuos aplicables en la península de Yucatán.

Reglamento de Ecología y Gestión ambiental del Municipio de Benito Juárez.

Este Reglamento publicado en el Periódico Oficial del Estado el 14 de marzo del 2008, tiene por objetivo establecer las normas para la gestión ambiental municipal. Considerando que el ayuntamiento tiene la obligación de conservación, restauración, regeneración del ambiente, los ecosistemas y la diversidad, así como la prevención, control, mitigación, restauración y corrección de los procesos de deterioro ambiental en territorio municipal (Artículo 2).

El artículo 6 de este reglamento señala, la Comisión Municipal de Ecología de Benito Juárez, es el órgano permanente de coordinación institucional y de concentración social entre las unidades administrativas municipales, delegacionales municipales, y los representantes de los sectores social y privado y le corresponde:

III.- Impulsar la participación en las tareas de los sectores públicos, sociales y privados;

V.- Promover las restricciones correspondientes de protección ambiental en zonas de planes de jurisdicción municipal;

X.- Promover la participación de los diversos sectores públicos, privado, social y educativo, en la instrumentación de políticas públicas para la gestión y manejo integral de residuos sólidos urbanos, así como la elaboración de planes de manejo tendientes a lograr la reducción, reciclaje y reutilización de residuos sólidos urbanos, impulsando la implementación de tecnologías avanzadas por tratados

y organismos ambientales de la comunidad internacional, para dar cumplimiento a dicho fin.

Para la regulación del suelo, el artículo 54 establece que: “para prevenir, controlar y corregir otros procesos de degradación del suelo, las actividades públicas o privadas que se realicen en el territorio municipal, deberán observar los siguientes criterios”:

I.- El uso del suelo debe realizarse de acuerdo a su aptitud y vocación natural de manera que mantengan su integridad natural y capacidad productiva;

II.- Los usos productivos del suelo deben evitar prácticas que favorezcan la erosión, degradación, o modificación de las características topográficas con efectos ecológicos adversos;

Así mismo éste reglamento indica que todos los proyectos o actividades públicas o privadas, federales, estatales o municipales que puedan efectuarse en el territorio municipal de Benito Juárez, deberán con todos los Permisos Ecológicos que expida la Dirección General de ecología del municipio de Benito Juárez (Dirección) de acuerdo a lo señalado por el artículo 70 del presente reglamento. La contaminación de la atmosfera se encuentra regulada en el capítulo I del presente reglamento, donde el artículo 96 considera como fuentes emisoras de contaminación atmosféricas:

I.- Las fijas, que incluyen establecimientos, actividades, operaciones o procesos comerciales, de servicio o explotación, que generen emisiones a la atmosfera;

II.- Los móviles, como vehículos automotores de combustión interna, incluyendo los motonáuticos, las plantas móviles de energía eléctrica, motocicletas, y

III.- Las diversas como la incineración, depósito o quema a cielo abierto de residuos sólidos, demoliciones y otras no contempladas en las anteriores.

Mientras que el artículo 101 obliga que las personas físicas o morales responsables de la emisión de contaminantes a la atmosfera, deberán cumplir con las NOM, hacer mediciones periódicas de emisiones a la atmosfera y demás lineamientos marcados por este artículo.

Las fuentes fijas de competencia municipal generadoras de emisiones a la atmosfera deberán contar con el permiso de operación expedido por la Dirección.

Cuando no existan sistemas municipales para la evacuación de las aguas residuales municipales, el artículo 117 obliga a los responsables de las descargas a instalar sistemas de tratamiento y reciclaje de sus aguas residuales.

Para efectos del cumplimiento de manejo integral de los RS, el artículo 129 ordena que la Dirección promoverá la celebración de acuerdos de coordinación y asesorías con delegaciones para:

I.- La implantación y mejoramiento de sistemas de recolección, transporte, tratamiento y disposición final de RSU y de ME, y

II.- La identificación de alternativas de reutilización, reciclaje y disposición final de RSU, incluyendo la elaboración de inventarios de los mismos y sus fuentes generadoras.

El artículo 138, “prohíbe la entrada de RP, para su derrame, disposición, incineración o cualquier proceso. Sin embargo, en el caso de los residuos no peligrosos RNP, solo procederá si se cuenta con la autorización de la autoridad competente y del ayuntamiento”.

Para el manejo de los RS la Ley general para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, le otorga las facultades al Ayuntamiento de Benito Juárez que consisten en la recolección, transporte, tratamiento y disposición final (Artículo 141).

Sin embargo, mediante el éste reglamento en el artículo 148, “se le concede la capacidad al Ayuntamiento de Benito Juárez de concesionar a particulares el manejo integral de los RSU (recolección, transporte, tratamiento y disposición final). Siendo responsabilidad de la Dirección realizar las acciones necesarias para supervisar, dar seguimiento y evaluar en materia ambiental el servicio público de manejo integral a empresas especializadas”.

Bando de Gobierno y Policía del municipio de Benito Juárez, Quintana Roo.

De acuerdo con las disposiciones generales del presente Bando reformado por última vez el 18 de octubre del 2012, las “autoridades municipales tienen

competencia plena y exclusiva sobre su gobierno, territorio, población, organización política, administrativa y servicios públicos de carácter municipal con las limitaciones que fijen las disposiciones federales y estatales” (Artículo 2).

En el Capítulo II señala quien es el responsable del servicio de limpieza, recolección, traslado, tratamiento y disposición final de los residuos sólidos.

El artículo 295 señala quien el responsable de estos servicios es el Municipio: “en forma directa o a través de la persona física o moral a quien el ayuntamiento otorgue la concesión, prestará el servicio bajo la vigilancia y supervisión del ayuntamiento.

La basura o residuos sólidos son propiedad del Municipio así como los materiales puestos a disposición para su recolección de acuerdo con el Artículo 296 que a su vez señala que este es: “quien podrá provecharlos comercial o industrialmente en forma directa o indirecta o asignar su aprovechamiento en virtud del permiso, concesión o contratación que se hiciera con particulares”.

Bando de Policía y Gobierno del Municipio de Mérida.

Para la preservación del medio ambiente dicho ordenamiento publicado en el Diario Oficial del Estado de Yucatán el 9 de noviembre del 2006, establece en su artículo 56 que: “el ayuntamiento se coordinará con las autoridades estatales y federales para la preservación, restauración, protección, mejoramiento y control en materia de equilibrio ecológico y preservación del medio ambiente”.

Este mismo instrumento de administración de los servicios públicos contempla la recolección, limpia, traslado, tratamiento y disposición final de los residuos (Artículo 34).

Al igual que en el ordenamiento (Bando) de Benito Juárez el artículo 36 señala que el responsable de los servicios públicos es el Ayuntamiento y tiene la autoridad para concesionar estos.

Respecto al estado de Campeche los ordenamientos de Bando de Policía y Buen Gobierno de Municipio de Escárcega y Ciudad del Carmen señalan la protección del medio ambiente es una tarea de los tres niveles de gobierno.

2.12- Las normas oficiales mexicana referente al proyecto

Tabla 3. Normas Mexicanas en contexto

NOM-161-SEMARNAT-2011	Que establece los criterios para clasificar a los Residuos de Manejo Especial y determinar cuáles están sujetos a Plan de manejo; el listado de los mismos, el procedimiento para la inclusión o extracción de dicho listado ; así como los elementos y procedimientos para la formulación de los planes de manejo. DOF 01/ 02/ 2013
NOM-098-SEMARNAT-2002	Norma oficial Mexicana que establece el procedimiento ambiental incineración de residuos, especificaciones de operación y límites de emisión de contaminantes. DOF 01/08/2004.
NOM-001-SEMARNAT-1996	Norma oficial Mexicana que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en agua y bienes nacionales. DOF 24/12/96
NOM-098-SEMARNAT-2002	Norma oficial Mexicana para la protección ambiental-incineración de residuos, especificaciones de operación y límites de emisiones de contaminantes. DOF 27/06/2003
NOM-006-STPS-2000	Manejo y almacenamiento de materiales, condiciones y procedimientos de seguridad. D.O.F. 9-11-2001
NOM-004-STPS-1999	Norma oficial Mexicana sobre sistemas de protección y dispositivos de seguridad de la maquinaria y equipo que se utilice en los centros de trabajo. D.O.F. 31-V-1999

Autor: Moisés Mezquita Reyes
APROVECHAMIENTO DE LOS RESIDUOS MULTICAPA

NOM-002-STPS-2010	Norma oficial Mexicana que establece las condiciones de prevención y protección contra incendios en los centros de trabajo. D.OF. 9-XII-1999
NOM-081-ECOL-1994	Norma oficial Mexicana en materia de emisiones de ruido de las fuentes fijas y su método de medición. DOF 23/04/2003
NMX-N-107-SCFI-2010	Industrias de celulosa y papel - Contenido mínimo de fibra reciclada de papel para la fabricación de papel periódico, papel para bolsas y envolturas, papel para sacos, cartoncillo, cajas corrugadas y cajas de fibra sólida- especificaciones, evaluación de la conformidad y eco-etiquetado. DOF 31/03/2010
NMX-N-106-SCFI-2010.	Determinación de la calidad de materiales fibrosos de papel recuperados. DOF 28/06/2010
NOM-CCA-025-ECOL/1993.	Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores provenientes de la industria elaboradora de papel a partir de fibra celulosa reciclada. DOF 18/10/1993

2.14- De los instrumentos de política ambiental

2.14.1 Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018

El Plan Nacional de Desarrollo (PND) es un instrumento de políticas publicitas encargado de la administración del territorio nacional mediante el establecimiento de los objetivos nacionales, las estrategias y las prioridades durante cada la administración, de tal forma que este tenga rumbo y dirección de acuerdo con el Gobierno del estado de México, (2015).

El PND 2013-2018 publicado el 20 de mayo del 2013 en el diario oficial de la federación (DOF) señala que “el desarrollo nacional es tarea de todos”. De igual forma el mismo instrumento: “considera que la tarea del desarrollo y del crecimiento corresponde a todos los actores, todos los sectores y todas las personas del país”.

El objetivo general del Plan Nacional de Desarrollo es “llevar a México a su máximo potencial”, bajo las cinco siguientes metas nacionales; México en Paz, México incluyente, México con educación de calidad, México próspero y México con responsabilidad global. Mediante tres estrategias transversales: democratizar la productividad, gobierno cercano y moderno, y perspectiva de género.

De las cinco metas establecidas la única de interés para este proyecto es la del México Próspero ya que esta: “promueve el crecimiento sostenido de la productividad en un clima de la estabilidad económica mediante la generación de igual de oportunidades. Lo anterior considerando que una infraestructura adecuada y el acceso a insumos estratégicos fomenten la competencia y permiten mayores flujos de capital y conocimiento hacia los individuos y empresas con mayor potencial para aprovechamiento. Así mismo, esta meta busca proveer competencia entre empresas y diseño de una política moderna de fomento económico, a través de una regulación que permita una sana competencia entre empresas y diseño de política moderna de fomento económico enfocada a generar innovación y crecimiento estratégico” Plan Nacional de Desarrollo, (2013-2015).

Mientras que de las estrategias como línea de acción la más importante por su apego al proyecto es la de democratizar la productividad ya que esta pretende “llevar a cabo políticas públicas que eliminen los obstáculos que limitan el potencial productivo de los ciudadanos y las empresas”.

Por orden de jerarquía también se genera un instrumento rector para las estrategias estatales.

2.14.2 Plan Quintana Roo 2011-2016

El *Plan de Desarrollo estatal* es el instrumento rector de planeación estatal y en él, se mencionan claramente las prioridades, objetivos, estrategias y compromisos en materia de economía, política y social. Para enfrentar los desafíos y retos del Gobierno del Estado durante el periodo de gobierno de cada Gobernador.

El Plan Estatal de Desarrollo fue denominado **Plan Quintana ROO 2011-2016**, publicado el 4 de agosto del 2011 en el Periódico Oficial del Gobierno del Estado, dicho instrumento: “establece en 4 ejes estratégicos de las políticas públicas sectoriales que instrumentarán los proyectos y acciones vertidos en el proceso de planeación participativa, así como los compromisos realizados por el Gobernador durante su campaña electoral”.

Los ejes estratégicos son:

1. *Quintana Roo Solidario*
2. *Quintana Roo Competitivo*
3. *Quintana Roo Verde*
4. *Quintana Roo Fuerte*

De estos compromisos los más favorables a fin de este proyecto se encuentran los siguientes:

Quintana Roo Verde pretende conservar el territorio sin detener el desarrollo evitando causar el deterioro de la naturaleza. “Con la visión de contar con un territorio ordenado de acuerdo a sus vocaciones ecológicas y económicas, con localidades rurales integradas a actividades productivas amigables con nuestro valioso ecosistema”.

Dentro de las estrategias y líneas de acción frente a la gestión integral de residuos sólidos y de manejo especial, se estableció realizar una gestión integral de los RS y de manejo especial que garantice la prevención, reducción, clasificación y eliminación bajo cumplimientos normativos. Mediante los siguientes puntos:

III.2.1.- Fortalecimiento del manejo de los residuos en comunidades mayores a 5 mil habitantes.

III.2.2.- Aplicación de la legislación para el manejo adecuado de los residuos sólidos y de manejo especial.

III.2.3.- Implementar acciones en conjunto entre los tres niveles de gobierno para fortalecer la gestión integral de residuos, contando con asesoría internacional especializada.

III.2.4.- Impulsar y fortalecer la cultura del manejo integral de los residuos con acciones enfocadas a la valorización.

Otra de los ejes relacionados a este proyecto es *UN QUINTANA ROO COMPETITIVO*, ya que tiene como propósito: “que impulse un programa estatal de infraestructura que incorporará ventajas para la inversión, que aprovechara al

máximo lo ganado en carreteras y calidad de desarrollo logístico de nuestro estado y que marca el rumbo del desarrollo económico de nuestro estado”.

Dicho documento, señala como su estrategia 5 el impulso a la industria para la competitividad. La cual tiene como propósito desarrollar proyectos de localización industrial que fortalezcan la inversión para el establecimiento y la consolidación de empresas industriales”. Para el fortalecimiento de esta línea de acción se establecieron los siguientes puntos:

II.4.5.1.- Impulsar acciones que contribuyan a la instalación y ampliación de empresas industriales que consolide e incremente los puntos de trabajo.

II.4.5.2.- Realizar un seguimiento y fomento de la actividad industrial que registre producción, comercialización, la expansión de empresas existentes y las nuevas inversiones.

II.4.5.4.- Impulsar el desarrollo de parques industriales, tanto públicos como privados y de esquemas mixtos, que permitan un sano establecimiento de industrias en diferentes regiones del estado.

II.4.5.5.- Promover una política para la atracción para la atracción de empresas ancla que sirvan de motor para el desarrollo de las micro, pequeña y medianas empresas de transformación.

2.14.3- Plan Estatal de Desarrollo Yucatán 2012-2018.

Este instrumento rector del rumbo del estado de Yucatán establece que se identificaron de manera clara 5 ejes como objeto de intervención pública.

Yucatán Competitivo

Yucatán Incluyente

Yucatán con Educación de calidad

Yucatán Seguro

En relación a esta propuesta de aprovechamiento de los residuos sólidos y de inversión el I Plan Estatal de Desarrollo de Yucatán (2012-2018) publicado en marzo del 2013, señala que: “para lograr un Yucatán competitivo se identifican como los pilares más importantes de la economía la producción agropecuaria de calidad, el turismo y el desarrollo industrial, con particular énfasis de base tecnológica”. Dentro de estos pilares se encuentra las inversiones y desarrollo industrial para alcanzar dicha meta se plantean los siguientes objetivos:

Incrementar la competitividad del estado

Incrementar la inversión productiva.

2.14.4- Plan Estatal de Desarrollo Campeche 2009-2015.

El Plan Estatal de Desarrollo Campeche (2010) establece los siguientes ejes rectores:

Educación para el progreso

Crecimiento económico

Desarrollo social y bienestar

Gobierno responsable y moderno

Del cual el objetivo del crecimiento económico es: “impulsar una economía más dinámica, que se traduzca en mejores oportunidades para todas las regiones del Estado, con responsabilidad organizada y compartida del gobierno, la iniciativa privada y los sectores sociales”.

Sin embargo, los alcances y lineamientos definidos en este plan de desarrollo está muy limitado en cuanto al beneficio de la aplicación de este proyecto ya que se enfoca en el desarrollo del sector productivo del campo.

2.14.5- Modelo de Programa de Ordenamiento Ecológico del Municipio de Benito Juárez, Quintana Roo.

Un Programa de Ordenamiento Ecológico Local (POEL) se puede definir como la expresión espacial de las políticas ambientales, económicas, sociales y culturales, SEMARNAT, (2009).

De acuerdo, con lo señalado en el párrafo que antecede y lo descrito por la Ley de Equilibrio Ecológico y protección al Ambiente del Estado de Quintana Roo la cual

dice que los “programas de Ordenamiento ecológico Local serán expedidos conjuntamente por la autoridad estatal y municipal”, y tendrán por objeto:

I.- Determinar las distintas áreas ecológicas que se localicen en la zona o región de que se trate, describiendo sus atributos físicos, bióticos y socioeconómicos, así como el diagnóstico de sus condiciones ambientales, y de las tecnologías utilizadas por los habitantes del área que se trate:

II.- Regular fuera de los centros de población, los usos del suelo con el propósito de proteger el ambiente y preservar, restaurar y aprovechar de manera sustentable los recursos naturales respectivos, fundamentalmente en la realización de actividades productivas y la localización de asentamientos humanos:

III.- Determinar los criterios de regulación ecológica para la protección, preservación, restauración y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales dentro de los centros de población, a fin de que sean considerados en los planes o programas de desarrollo urbano correspondientes Gobierno del Estado de Quintana Roo, (2013).

“El patrón de ocupación actual de las actividades productivas y la presión por el aprovechamiento de los recursos naturales registrada en este municipio, son indicios que nos obligan a definir límites y restricciones para las modalidades de los usos de suelo que generan efectos ambientales acumulativos e irreversibles y proponer alternativas de uso menos agresivas y complementarias con la vocación natural”, Gobierno del Estado de Quintana Roo, (2013).

El ingreso económico más importante del municipio radica en la actividad turística y los servicios derivados del turismo, teniendo como actividades productivas alternativas la prestación de servicios dentro de los centros de población, así como las actividades productivas derivadas de un intenso crecimiento poblacional y que generan ocupación del territorio fuera de los centros de población, lo que a su vez requiere una demanda incesante de recursos naturales Gobierno del Estado de Quintana Roo, (2013). Por lo cual es importante contar con los programas de ordenamiento ecológico.

Una vez claro por qué contar con estas políticas ambientales, podemos destacar los resultados mostrados por este programa de ordenamiento ecológico local del Municipio de Benito Juárez, con base en los análisis de las características, aptitudes y tendencias de aprovechamiento del territorio, de conflictos ambientales y considerando su compatibilidad con el lineamiento ecológico asignado a la UGA se definen los usos, que son de:

- *uso condicionado*
- *usos incompatibles.*

Cabe destacar, que el uso condicionado se debe de entender como: “aquellos usos existentes y de importancia por el beneficio económico que representan para la sociedad. Pueden causar impactos y conflictos ambientales hacia el medio ambiente y con otras actividades desarrolladas en un área determinada, por lo que para su realización, es necesario exista un estudio técnico y científico”.

Cabe destacar que el estado de Quintana Roo es un pionero en el desarrollo de los planes de ordenamiento ecológico y territorial del uso del suelo prueba de ello son los planes y programas que a continuación se mencionan:

1. *Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Región de la Laguna de Bacalar, Quintana Roo, México, P.O.E 15 de marzo del 2005 (POET).*
2. *Programa de ordenamiento ecológico de la zona costera de la reserva de la biosfera de sian Ka'an. P.O.E 14 me Mayo del 2002*
3. *Programa de ordenamiento ecológico de la región costa Maya. P.O.E 31 de Octubre del 2006*
4. *Programa de ordenamiento ecológico local de la Isla de mujeres. P.O.E 9 de Abril del 2008*
5. *Programa de ordenamiento ecológico local del municipio de Solidaridad. P.O.E 25 de Octubre del 2008*
6. *Programa de ordenamiento ecológico local del municipio de Cozumel. P.O.E 3 de Noviembre del 2008*
7. *Programa de ordenamiento ecológico territorial de la región denominada Corredor Cancún Tulum. P.O.E 14 de Diciembre del 2006*

2.14.6- Programa de Ordenamiento Ecológico del Municipio de Mérida, Yucatán.

Este instrumento de política ambiental que se encarga de regular el uso del suelo y para ello contempla cuatro políticas territoriales denominadas; “aprovechamiento, conservación, protección y restauración”.

El Programa de Ordenamiento Ecológico del Municipio de Mérida, Yucatán (2006) establece que: “el modelo de ocupación propuesto para el municipio de Mérida, incluye la propuesta de los usos predominantes, así como las políticas y principales criterios y recomendaciones ambientales que están fundamentados en el diagnóstico integral realizado en la fase dos”.

De acuerdo con este instrumento la política del uso territorial y los usos predominantes conveniente para este proyecto es el uso condicionado ya que es definido como: “aquellas actividades existentes y de importancia por el beneficio económico que representan para la sociedad”.

Las actividades consideradas por este modelo de ordenamiento espacial para el caso del uso industrial son la manufactura y transformación, en el cual la transformación está dirigida a actividades enfocadas en la construcción, textiles y maquiladoras.

En el caso del Estado de Campeche no se describe las políticas de uso de suelo ya que el área de interés no cuenta con un programa de ordenamiento territorial y espacial de las actividades relacionadas al uso de suelo, sin embargo se encontró que el municipio de Cd. Del Carmen sí cuenta con tal Programa descartando este debido a su lejanía de la zona de interés de construcción de la planta. Por lo cual se omite el comentario respecto a este.

CAPÍTULO. III

Capítulo III. Metodología

La primera etapa consiste en hacer un cálculo del potencial de aprovechamiento de los residuos en particular los envases multicapa generados en la península de Yucatán. La segunda etapa consta en la descripción de la planta en cuanto a su de proceso y la maquinaria indispensables para la separación de los las capas que integran estos envases multicapa.

Finalmente realizar un análisis financiero mediante el estudio de costo beneficio aplicando el método del Valor Presente Neto VPN y la Tasa Interna de Retorno TIR.

3.1- Etapa 1. Calculo de la materia prima recuperable MPR.

Para la aproximación de la cantidad de desechos de tetra pack que son vertidos por los habitantes a los basureros municipales y que podrían ser recuperados por la planta de aprovechamiento de envases multicapa. Es necesario:

Primero; se realizó una búsqueda de información estadística sobre el tamaño de la población de las ciudades seleccionadas para la estimación de envases desechados que se convierten en residuos, de igual forma se hizo una revisión bibliográfica sobre la caracterización y generación per cápita de los residuos sólidos para recopilar los datos sobre a la GPC y el porcentaje de envases de este tipo correspondiente a dicha generación per cápita.

Sin embargo, algunas ciudades no cuentan con dicho estudio por lo que se calculó el promedio ponderado, para poder obtener los datos del valor de la GPC y su porcentaje.

Este método del cálculo del promedio ponderado sirve cuando los datos recolectados son de suma importancia para su confiabilidad por lo cual el promedio simple no es apropiado.

De acuerdo con esto uno de los datos tiene mayor peso o importancia respecto a los demás datos. Y para obtener el promedio ponderado se multiplica cada uno de los datos “ n ” y “ x ”, el resultado se suma para obtener la suma ponderada y luego se divide la suma ponderada entre la suma de los datos mayor peso ($n_1+n_2\dots+n_3$) dando como resultado el promedio ponderado “ X_n ”.

$$X_n = \frac{n_1X_1+n_2x_2+n_kx_k}{n_1+n_2+n_k} \quad (3)$$

Donde:

X_n = Promedio ponderado

X_1 = valor del porcentaje de producción por población

N1=Valor de la generación per cápita de la misma población.

Los datos recabados durante la investigación y los que obtengan mediante el método del promedio ponderado nos servirán para rellenar la tabla 6, que contiene los datos requeridos para implementar el método diseñado para el cálculo de la aproximación de los envases desechados en distintas poblaciones. El cual se muestra a continuación.

Modelo matemático para el cálculo de los envases posible a utilizar como materia prima por día en cada localidad.

$$MPR = (GPC)(\%)(P) \quad (4)$$

MPR = Materia prima recuperable Kg en un día

GPC = Generación per cápita por ciudad en Kg/hab*día (NOM-AA-61-1985)

% = Promedio de generación de envases tetra pack diaria (NOM-AA-61-1985)

P = Población por ciudad en hab; (INEGI, 2010)

La entrevista consiste en la aplicación de un cuestionario a los centros de acopio como una herramienta para saber el precio de los envases en el mercado del reciclaje, cuáles son las principales fuentes de captación de estos, cantidad de envases que almacenan y venden, quienes son sus compradores. Además de identificar argumentos que contribuyan al proyecto que se plantea.

También se contempla el planteamiento de tres posibles escenarios de recolección o captación de estos envases como estrategia para el diseño de la planta. Estos

escenarios será un porcentaje del total estimado como materia prima recuperable MPR.

3.2- Etapa II. Descripción y diseño de las operaciones y diagrama de la planta.

La propuesta para la planta de reciclado incluye los siguientes criterios:

- a. Revisión del Programa de ordenamiento Ecológico Estatal y Local, así como el plan de desarrollo Estatal de Quintana Roo y Yucatán para identificar el uso de suelo compatible con la propuesta de esta planta.
- b. Modelación de la planta de acuerdo a los escenario “muy bueno y bueno” de los datos obtenidos de la generación de envases multicapa.
- c. Revisión bibliográfica de procesos de fabricación y reciclaje de papel
- d. Selección del producto a generar
- e. Etapas del sistema de reciclaje: Diseño de los proceso en base a los observaciones encontradas durante la búsqueda de procesos implicados en el reciclaje de estos envases.
- f. Diseño de las operaciones: selección de operaciones y construcción del diagrama de operaciones, maquinaria y equipo indispensable para la fabricación de los productos y se forma una lista de cada componente así como el diagrama de flujo de las operaciones de la planta.
- g. Distribución de la planta, tomando en cuenta la ubicación de cada una de las zonas de trabajo, bodegas y servicios adicionales.

- h. Dimensionamiento de la planta tomando en cuenta lo siguiente: El espacio necesario para cada máquina, área de desenvolvimiento del operario, área de acceso y salida de materiales, área de productos terminados, áreas de servicios para el personal y área para parqueo y áreas verdes.

Determinar el costo total de la planta mediante el listado de maquinaria, equipo de trabajo, personal, terreno, renta o edificación y servicios como agua, luz y teléfono.

3.3- Etapa III Estudio de costo beneficio de la planta de reciclaje.

El diagnóstico de la propuesta se enfoca en un modelo prospectivo con el fin de explorar y predecir cuál es el impacto generado por el aprovechamiento de los envases multicapa que en la actualidad son parte de los residuos sólidos acumulados en los tiraderos a cielo abierto.

Para lograr dicho propósito se evalúa la rentabilidad y viabilidad económica utilizando dos criterios comunes en el diagnóstico y toma de decisiones para proyectos de inversión, conocidos como el Valor Presente Neto (VPN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR).

La aplicación de estos dos métodos requiere de conocer, formular y organizar una serie de variables que ayudaran con la toma de decisiones. Tales como:

- Estudio de mercado

- La cantidad de maquinaria y equipo indispensable para la implementación de la planta
- El personal administrativo y operativo
- Los costos generados por los salarios
- Costos directos
- Costos indirectos
- Determinar el precio de venta de la tonelada de cada producto que se obtenga con el proceso.
- Los flujos de efectivo de caja

CAPÍTULO.IV

Capítulo IV. Resultados

4.1 - Etapa I. Estimación de la materia prima recuperable.

4.1.1- Población

En el año 2010 la población total del estado de Yucatán era de 1,955, 577 habitantes del cual Mérida la ciudad de mayor concentración poblacional registro un total de 830 732 habitantes lo que representa el 42.48% de la población estatal (PE), mientras que Quintana Roo contaba con una población total de 1, 325, 578 habitantes del cual a Cancún le pertenecía 661, 176 habitantes lo que representa el 49.88% de la población estatal, Playa del Carmen con 159,310hab el 12.02% de su PE ,Othón P Blanco con 244 553 habitantes el 18% de la PE mientras que Chetumal tan solo le pertenecían 151 243 habitantes el 61.84% de la población municipal lo que indica que el otro 38.16 se encuentra distribuida en sus localidades rurales. Y Cozumel la ciudad tenía una población de 79,535 el 1.11% de la población estatal sin embargo es muy importante señalar que es uno destino turístico internacional lo provoca el aumento de sus RS estos datos pueden observarse de manera gráfica en la ilustración 10, INEGI (2010).

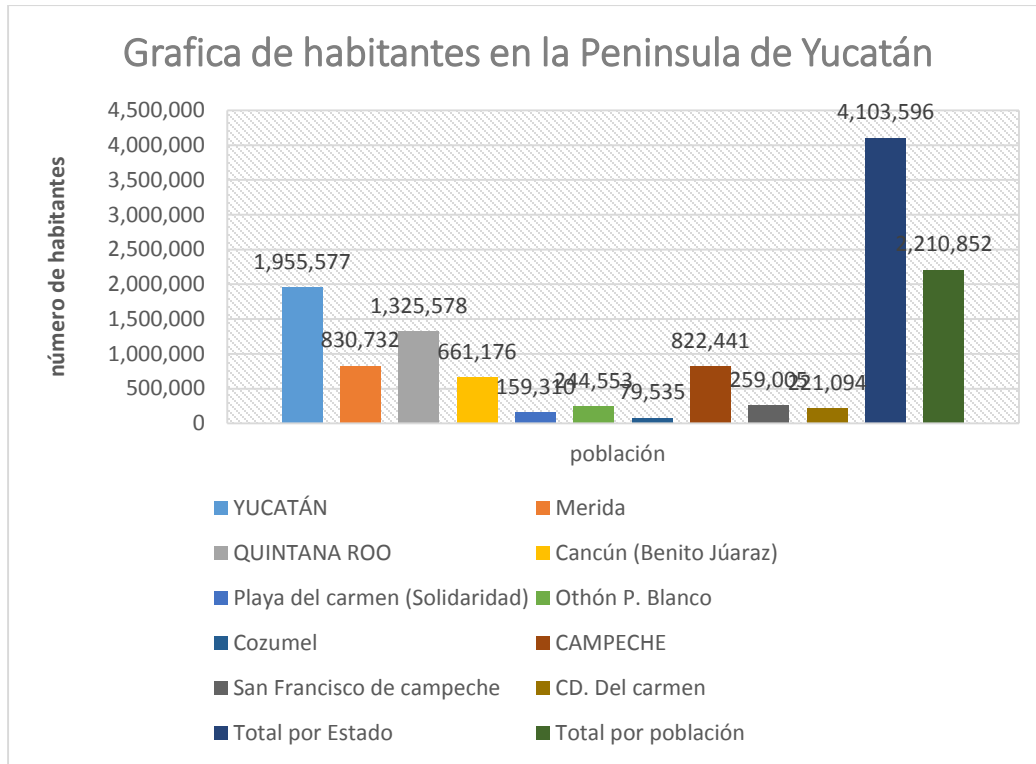


Ilustración 10. Grafica de las poblaciones seleccionas para la estimación del volumen de los envases multicapa.

4.1.2- Cálculo del Promedio Ponderado de la Generación Per Cápita.

Para hacer el cálculo del promedio ponderado se utilizaron los datos de la tabla 4, ya que como se observa en ella se concentran los valores del porcentaje correspondiente a la tasa de generación de estos residuos y el valor equivalente a la generación per cápita de residuos encontrada para las poblaciones pertenecientes a la región y en su caso el de algunas poblaciones adicionales ya que no se encontró mucha información sobre la valoración y estimación de los residuos sólidos urbanos y municipales.

Autor: Moisés Mezquita Reyes
APROVECHAMIENTO DE LOS RESIDUOS MULTICAPA

El cálculo del promedio ponderado es importante ya que algunas poblaciones no cuentan con estudios de esta índole y el promedio pondera sustituirá el porcentaje de generación de estos de estos residuos para el caso de los envases multicapa. El valor correspondiente al promedio ponderado fue de 0.531836% (tabla 2).

Tabla 4. Datos sobre generación per cápita y población durante su año de estudio

Localidad	GPC	% Porcentaje	Población	Fuente
	kg/hab.día			
Laguna Guerrero	0.645	0.242	537 (INEGI,2002)	Sarmiento M, M.C, (2002)
Bugambilias, Chetumal Q Roo	0.696	1.33	315 (INEGI,2005)	Sánchez S, J.L. (2007).
Chetumal	0.787	0.73	136,825 (INEGI,2005)	Negrete P, J. N. (2009)
Bacalar	0.309	1.322		Montalvo P, Y.A. y, Pacheco P, R. H. (2005)
Mérida	0.843	0.34	830,732	(SEDUMA, GOB. Del Estado de Yucatán, Yucatán limpio, 2009-2012)
Puerto ángel	0.621	1.266	2473	Bolaños G I, et al. s/f.
Tuxtla Gutiérrez, Chiapas	0.51793	0.7366	Alto ; 14 319 Medio; 176598 Bajo; 286375 (INEGI, 1996)	Escamirosa M, et al (2001)
Ixtepec, Oaxaca	0.766	1.11	24064 (INEGI, 2004)	Rivera S, G, 2005

Estos datos sobre el Promedio Ponderado son indispensables para la estimación de los envases desechados en la península de Yucatán con las ciudades contempladas en la tabla 3.

Tabla 5. . Cálculo del promedio ponderado de la generación per cápita y del porcentaje de generación de envases multicapa. Pertenecientes a la GPC

	GPC	% de envases multicapa
Promedio ponderado (PP)	0.713156435	0.531836209

4.1.3- Cálculo de volumen de residuos que sirven como materia prima.

La tabla 3 muestra los datos de los habitantes de acuerdo al censo de población y vivienda 2010, en conjunto con los datos sobre la tasa de generación per cápita de los residuos por ciudad seguida del porcentaje de envases pertenecientes a la GPC estimada en los estudios de caracterización y valoración de los RSU, RSD y RSM perteneciente a cada ciudad, en el caso de las poblaciones que no contaban con el estudios se sustituyó por el promedio ponderado. De la misma forma se pueden ver los resultados de la estimación de envases generados por estas poblaciones.

También podemos observar que las nueve poblaciones contempladas en la tabla 3 con los habitantes registrados en el 2010 generaron un total de 8.7161 toneladas en un día, lo que significa que semanal se producían 61.0129 toneladas en una semana y unas 261.4841 toneladas en 30 días, y un total de 3181.899

Autor: Moisés Mezquita Reyes
APROVECHAMIENTO DE LOS RESIDUOS MULTICAPA

toneladas en 365 días equivalente a un año, repartidas en estas poblaciones de la península. Dicha estimación solo contemplo el 58.74% de la población peninsular.

Tabla 6. Valores obtenidos del cálculo de materia primare recuperable perteneciente a los RSU.

Calculo de volumen de envases multicapa que se producen considerados como materia prima recuperable (MPR).						
Materia Prima recuperable de los RSU						
CIUDAD	población	GPE EN kg/Hab.día	%	MPR kg en un día	MPR kg por semana	MPR kg en 30 días
YUCATÁN	1,955,577					
Mérida	830,732	0.843	0.34%	2381.04406	16667.30841	71431.32175
progreso	37369	0.525	2.68E-03	52.578183	368.047281	1577.34549
QUINTANA ROO	1,325,578					
Cancún (Benito Juárez)	661,176	0.7135644	5.32E-03	2509.15868	17564.11076	75274.76041
Playa del Carmen (Solidaridad)	159,310	0.7135644	5.32E-03	604.580428	4232.062999	18137.41285
Chetumal	151,243	0.787	8.40E-03	999.837224	6998.860571	29995.11673
Bacalar	11,048	0.309	1.32E-02	45.130859	315.9160133	1353.925771
Cozumel	79,535	0.7135644	5.32E-03	301.834815	2112.843705	9055.04445
CAMPECHE	822,441					
San Francisco de Campeche	259,005	0.7135644	5.32E-03	982.922314	6880.456199	29487.66943
CD. Del Carmen	221,094	0.7135644	5.32E-03	839.050312	5873.352186	25171.50937
Total en KG				8716.13688	61012.95813	261484.1063
Total en Ton				8.716136875	61.01295813	261.4841063

Es imperativo señalar que esta cantidad de envases que podrían llegar a tener un manejo adecuado con esta propuesta solo representa el valor de las poblaciones de mayor concentración poblacional y que rebasan los cien mil habitantes dado dos

excepciones rurales o ejidales equivalente a 1, 693, 084 Hab de total de personas en los tres estados de la península de Yucatán de acuerdo con el INEGI (2010).

4.1.4 - De las entrevistas.

La naturaleza del cuestionario realizado a las empresas “Envases de Proteonsumo” y “Industrias ka´teen” se debe a que estas se encuentran relacionadas al manejo de estos envases en la zona hotelera de la ciudad de Cancún y prácticamente son los únicos en toda la península de Yucatán.

Ambos propietarios comentaron que el ingreso de sus empleados radica entre unos \$5000 y \$6000 mensuales y semanales unos \$900 y \$1100 pesos en moneda nacional más el 1.4% correspondiente a sus aportaciones de ley.

En cuanto a la cantidad de envases recolectados por estas empresas es variable de acuerdo a la temporada de turistas, esto quiere decir que en temporada baja se obtienen unas 22Tn y unas 34Tn por mes en temporada alta equivalentes a unas 46 pacas de envases. El precio de paga por los envases se encuentra a \$1.7 pesos por kilogramo de envases y la tonelada en unos \$1700 en el caso de la empresa “Industrias de Ka´teen” quien realiza el envío de las pacas cada que tenga disponibles ya que ellos tienen un acuerdo con las empresas transportista que abastecen de mercancía los hoteles. Mientras que la empresa “Proteonsumo” manejan un precio de \$1.3 y \$1.8 por kilogramo de envases lo que corresponde a

unos \$1300 o \$1800 pesos por tonelada de envases, y sus envíos se realizan una vez cada 45 días o menos dependiendo de la cantidad de envases con los que cuenten en el momento

En cuanto al total de envases que se generan en esta población que no está contemplada se estima son unas 6.42Tn/día y unas 2,343, 873 toneladas de envases en un año (365 días).

Uniando los valores de generación de materia prima recuperable en este caso los envases multicapa tendríamos un total de 15.13 toneladas por día, y unas 454.084tn/mes (30 días) equivalentes a 5,522.45 toneladas por año disponibles aproximadamente en la península de Yucatán.

Los gastos del traslado de las pacas de envases multicapa hasta la planta de reciclaje los absorben en su mayoría los propietarios, solo en el caso de la empresa Proteonsumo que recibe una ayuda por parte de la planta quien les compra sus envases.

Los principales problemas señalados son: los altos costos generados por el traslado de los envases hasta su sitio de confinamiento en el centro del país, los precios de compra por las plantas de reciclaje, los costos generados por el almacenamiento de estos envases ya que tardan en ser enviados. También se comentó que existen problemas en el acopio de envases generados por la zona urbana ya que el gobierno no cuenta con una legislación flexible para la pepena de estos residuos que pudieran ser tratados. Debido a esto existen mafias que tienen privilegios ya que no se sabe quiénes administran los rellenos sanitarios y quienes son los

encargados de la separación de la basura, además de quien controla la compra y venta de esta.

4.1.5- Escenarios de recolección de envases

Es importante lograr establecer una buena estrategia y logística para el acopio de estos envases, sin embargo, estas estrategia al inicio pueden ser muy pocas exitosas, o también pueden tardar en verse reflejado sus resultados es por eso que se plantean tres escenarios de recolección; 1). Muy buena recolección, 2). Buena recolección y en el caso 3). Pésima recolección.

1). Para este escenario se propone que se recolecte más del 80 por ciento de las 3181.3899 toneladas anuales lo cual quiere decir al menos unas 2546.1119Tn anuales. Y unas 212.09 toneladas por mes.

2).Buena recolección: para este escenario se plantea que se recolecte entre un 60-80% de los envases desechados, es decir al menos 1908.8339Tn anuales y mensuales 159.069Tn, teniendo como máximo las 212.09Tn mensuales mencionadas anteriormente.

3).Pésima recolección: En este caso sería para una recolección menor al 50 por ciento de los envases desechados, lo que significa un acopio de menos de 132.557Tn por mes y unas 1590.6949Tn al año.

Cabe mencionar que el 10% que no se toma encuentra se considera como de una buena recolección. Sin embargo, no se toma encuentra porque el diseño del proceso será a partir de una buena recolección ya que se requiere de una acopio equivalente al 60% como mínimo.

4.2- Etapa II. Descripción y diseño de las operaciones y diagrama de la planta de reciclaje de envases.

4.2.1. Revisión de los usos de suelo permitidos

El factor principal que da origen a la decisión de crear procesos de reinserción de materia prima para la fabricación de otros artículos es sin duda su disposición. En el caso de los residuos de envases multicapa, se requerirá un gran esfuerzo para lograr establecer un ritmo de recolección, acopio y reciclaje de estos.

Como resultado de la observación de las políticas de uso de suelo tanto de Mérida Yucatán y Quintana Roo se tienen dos posibles áreas para la ubicación de esta propuesta.

En primera opción, se sugiere que la ciudad de Cancún sea la sede de la ubicación de esta planta debido a su alta producción de MPR, también por su política de uso de suelo establecida por el programa de ordenamiento ecológico local del municipio de Benito Juárez, Quintana Roo, 2013. En el cual, la Unidad de Gestión Ambiental UGA-26 (ilustración 11) denominada Corredor Pétreo aeropuerto-Puerto Morelos, se establecen las actividades posibles a desarrollar en esa área debido a su importancia por el beneficio económico. Es así, como se deroga las siguientes

actividades como uso compatible: aprovechamiento pétreo e industria ligera en el cual esta propuesta entra como uso ligero ya que se define como uso ligero a las actividades productivas como concretaras, almacenamiento, exposición y trituradoras. La cual no restringe este giro y en su caso podría ser bajo el caso de actividades condicionadas.

Otra de las razones por la cual esta propuesta se ubique en la ciudad de Cancún se debe a que allí existen en la actualidad centros de acopio de envases multicapa y ellos seria los primeros a quienes les compraríamos sus productos y se les podría incentivar para expandir sus centros de acopio y así tener una mayor cobertura de recolección. Mientras que si se realiza en la ciudad de Mérida se gastaría mucho en el traslado de la materia prima.

Autor: Moisés Mezquita Reyes
APROVECHAMIENTO DE LOS RESIDUOS MULTICAPA

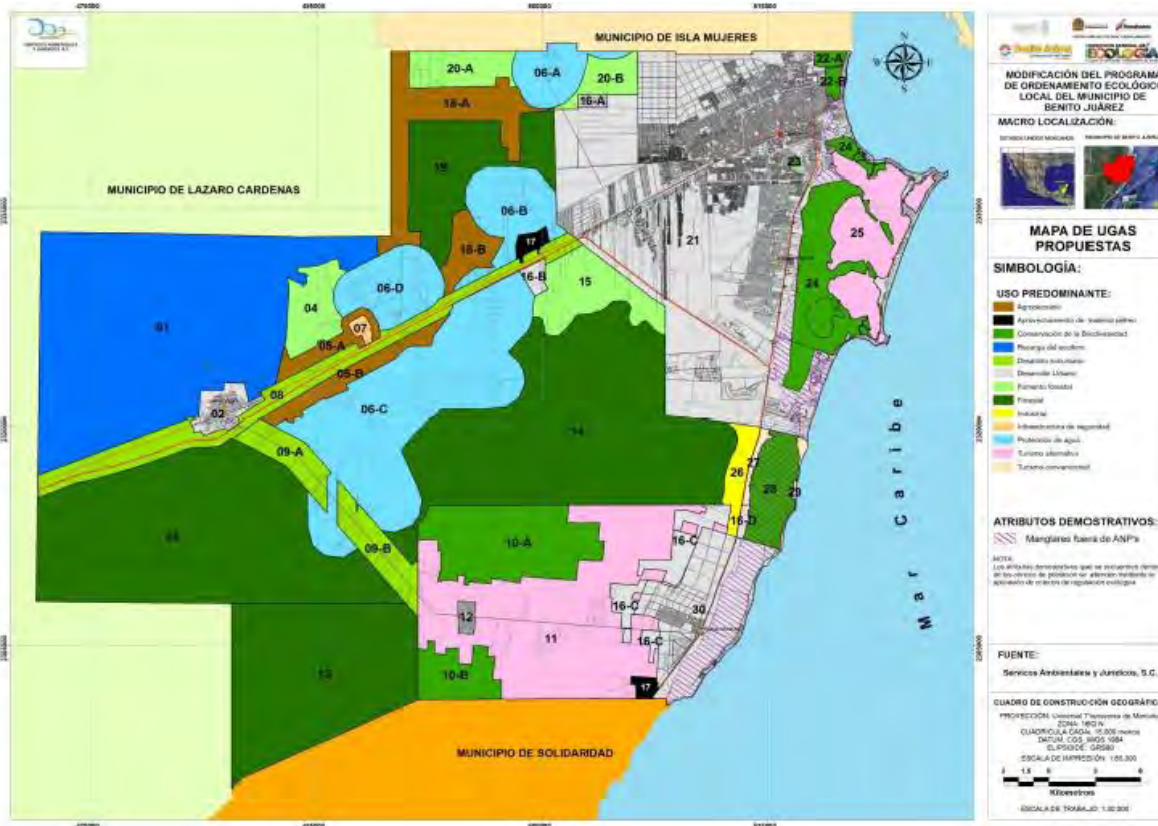


Ilustración 11. Mapa de las UGA's propuestas y del uso de suelo predominante.

La UGA 26 denominada Corredor Pétreo Aeropuerto- Puerto Morelos cuenta con una superficie de 918.07ha y una política ambiental de “Aprovechamiento Sustentable” (Gobierno del Estado de Quintana Roo, 2013). Dicha UGA especifica como usos compatibles del suelo las siguientes actividades: aprovechamiento de materiales pétreos, industria ligera, forestal, turismo convencional, conservación del agua, conservación de la biodiversidad y aprovechamiento del agua.

Como segunda opción, contamos con dos unidades de uso industrial, una al norte de la ciudad de Mérida en la carretera Mérida-progreso y la segunda al sureste, marcadas con las unidades de gestión territorial 12,13 y23 con las políticas de uso de suelo de aprovechamiento, conservación y restauración. Teniendo como usos

considerados y predominantes; manejo de sistemas agrosilvopastoriles, asentamientos humanos, turismo, industrial, manejo sustentable y minería en el cual los usos permitidos en el caso de la zona industrial son: transformación, manufactura, construcción, textiles y maquiladoras, POET Mérida, (2006).

4.2.2. Diseño de las etapas del sistema de reciclaje.

4.2.2.1- Parámetros de diseño.

El diseño de la planta se basa en dos factores primordiales, primero en el cálculo de la estimación de la producción de materia prima disponible en algunas ciudades de la península de Yucatán, segundo las capacidades de los equipos construidos y diseñados para este tipo de industria.

Para el primer caso contamos con una generación de 3181.3899tn/año de envases multicapa y a su vez se plantea tres escenarios de recuperación de esta materia prima. Y se espera captar unas 159.069Tn por mes, en el caso de una buena recolección y acopio, teniendo como máximo unas 212.09Tn por mes correspondientes a una muy buena recolección. Estos dos escenarios se contemplan para el diseño de la planta.

Estas cifras indican que se trataran entre 5.3 – 7.06Tn por día, lo cual representa 3.975 – 5.30Tn de celulosa desintegrada por día y unas 1.325 - 1.765Tn de polialuminio recuperado. Se plantea que estas operaciones se realicen 26 días del mes descontado domingos de cada semana.

Entonces cada mes se estarían recuperando un valor aproximado de 119.25tn de celulosa en el caso del escenario bueno y unas 159tn para el muy bueno, mientras que se recuperaran unas 39.75tn de polialuminio en el caso de un escenario bueno de acopio y un total de 52.95tn en 30 días.

El segundo parámetro de diseño de la planta es en base a una consulta realizada a la empresa “Consultores Industriales y Comerciales del Norte S.A de C.V”, situada en la cd. De Reynosa, Tamaulipas. Quienes con la información proporcionada para este proyecto, realizaron una ficha técnica que contiene cada uno de los equipos indispensables para la planta. La cual tiene una capacidad máxima de 20 toneladas por día, sin embargo, señalan que la capacidad mínima con la cual debe operar la planta es con una producción de 6tn por día, en una jornada de 8 horas los 6 días de la semana, Islas O, E. (2014).

4.2.2.2- Descripción del modelo de la propuesta

Las operaciones y procedimientos que se describen a continuación son los mínimamente requeridos para la recuperación de la celulosa que forma parte del envase multicapa y del polialuminio de acuerdo con todas las características observadas y señaladas en la ficha técnica.

Obsérvese de manera muy concreta cada uno de los procesos y operaciones implicados el sistema de producción que se plantea para esta propuesta en la ilustración 12.

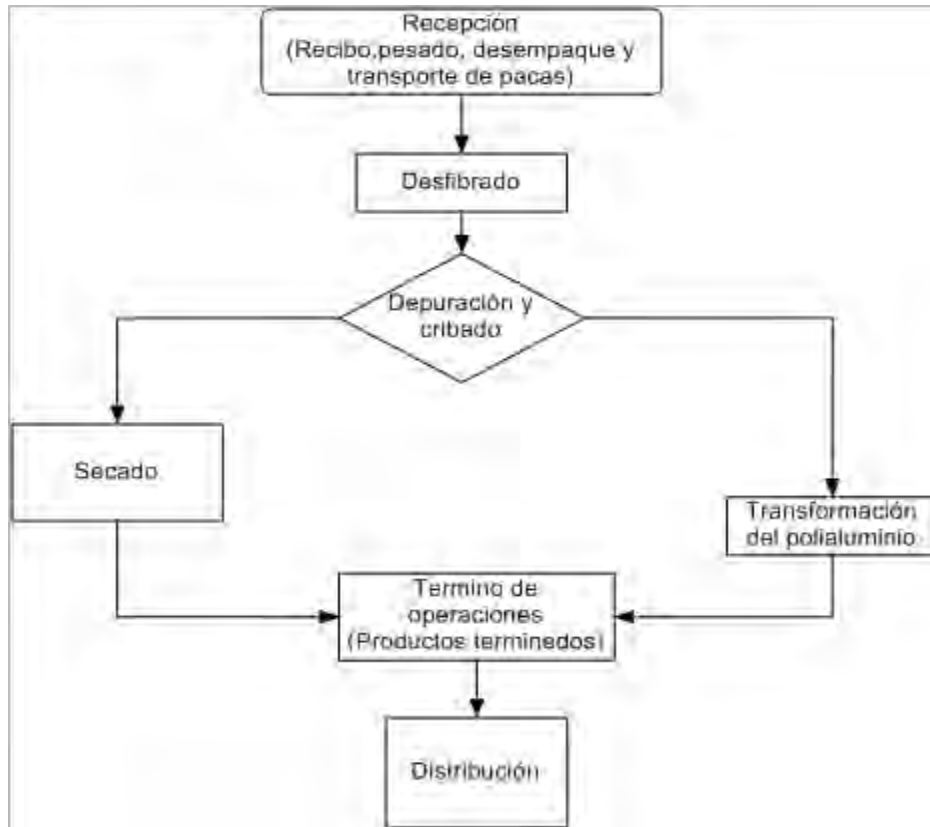


Ilustración 12. Diagrama de flujo de los procesos de la planta de reciclaje de envases multicapa.

Con el diagrama que se muestra se puede visualizar de manera general los procesos implicados para esta propuesta. Sin embargo, a continuación veremos cómo se realizarán las actividades señaladas en el esquema que antecede.

Todo proceso tiene un principio y fin determinado, el caso de esta propuesta inicia de la siguiente forma; se contará con un espacio adecuado para la recepción de toda la materia prima que llegue a las instalaciones de la planta, está a su vez será pesada y acomodada en un patio de almacenamiento a su llegada en espera de ser desempacada, esto quiere decir que la paca de envases sea descomprimida para poder transportarla hasta el pulper. Para esta acción se tiene contemplado una banda transportadora que llegue hasta la parte superior del pulper, sin olvidar que se debe pesar la cantidad de envases antes de enviarla al pulper, existen sistemas

automáticos para estas operaciones sin embargo se contempla que sea de manera manual.

El *pulper* será cargado con una porción determinada de agua de preferencia caliente y de envases multicapa, dejando que el pulper agite los envases en un periodo de tiempo de quince a treinta minutos. Provocando con esto la desfibración mediante el choque de los componentes de los envases durante la agitación. Ah su vez el pulper cuenta con un equipo que mantiene como una cuerda dentro del pulper, en la cual se pegan y se forma una tira o cuerda que es retirada y almacena en la parte exterior de este.

Adicionalmente el pulper tiene la capacidad de depurar y enviar un flujo de agua con celulosa ya desintegrada de los envases, mediante tuberías al equipo conocido como *Separador de Impurezas* serie ZDF.

El cual tiene como objetivo la eliminación de impurezas ligeras y pesadas presentes en el flujo de fibra procedente del pulper o desfibrador.

La corriente de celulosa que pasa por el *Separador de Impurezas* se divide en dos flujos, uno que se va al tanque de retención ZST y la otra al “*Dump chest*”.

El flujo que llega al *Tanque de Retención ZST* envía sus rechazos al pulper y la otra porción de fibra al “*Dump chest*”, y de éste, equipo es transportado el jugo de fibra (pasta) al *Limpiador de Alta consistencia ZSC* donde este pasa el flujo de pasta al *Separador de Fibra ZDF*, el cual también presenta un rechazo de impurezas.

Mientras que el *Separador de Fibra ZDF* abastece a la *Criba Vibratoria ZSK* quien expulsa por un lado sus desechos y por otro conducto transfiere una porción de pasta al depurador de baja consistencia.

Los remanentes generados por el *Depurador de Baja Consistencia ZSC* y la *Criba vibratoria ZSK* son enviados al tanque de limpieza del agua blanca (planta de tratamiento de agua).

La pasta obtenida en el *Depurador de Baja Consistencia ZSC* es conducida al *Tanque de entrada de malla fina* quien manda la pasta al *Depurador de Presión ZSA* y éste transporta el flujo de fibra a la criba vibratoria. Mientras que el *Cilindro Espesante Final ZNW4* es quien recibe la pasta saliente de la *Criba Vibratoria ZSK11*.

Cuando la pasta sale del *Cilindro Espesante Final ZNW* es enviada al *Compartimiento Posterior a la Concentración* (Chest after concentration) quien alimenta al Refinador de Doble Disco ZDP11, quien alimenta al Pulper y al Depurador a Presión con sus rechazos. Mientras que la celulosa final es llevada al "*Refined Chest*".

Por último, el material conocido como polialuminio se triturara de una forma más finita para poder envasarla o almacenarla para su venta y distribución. Este polialuminio es el rechazo que sale en el pulper mediante la cuerda, el material removido durante la depuración.

Se realizó un plano con la estructura y organización de los equipos requeridos para la plata recuperadora de fibra y polialuminio el cual puede observarse en la ilustración 13.

Autor: Moisés Mezquita Reyes
APROVECHAMIENTO DE LOS RESIDUOS MULTICAPA

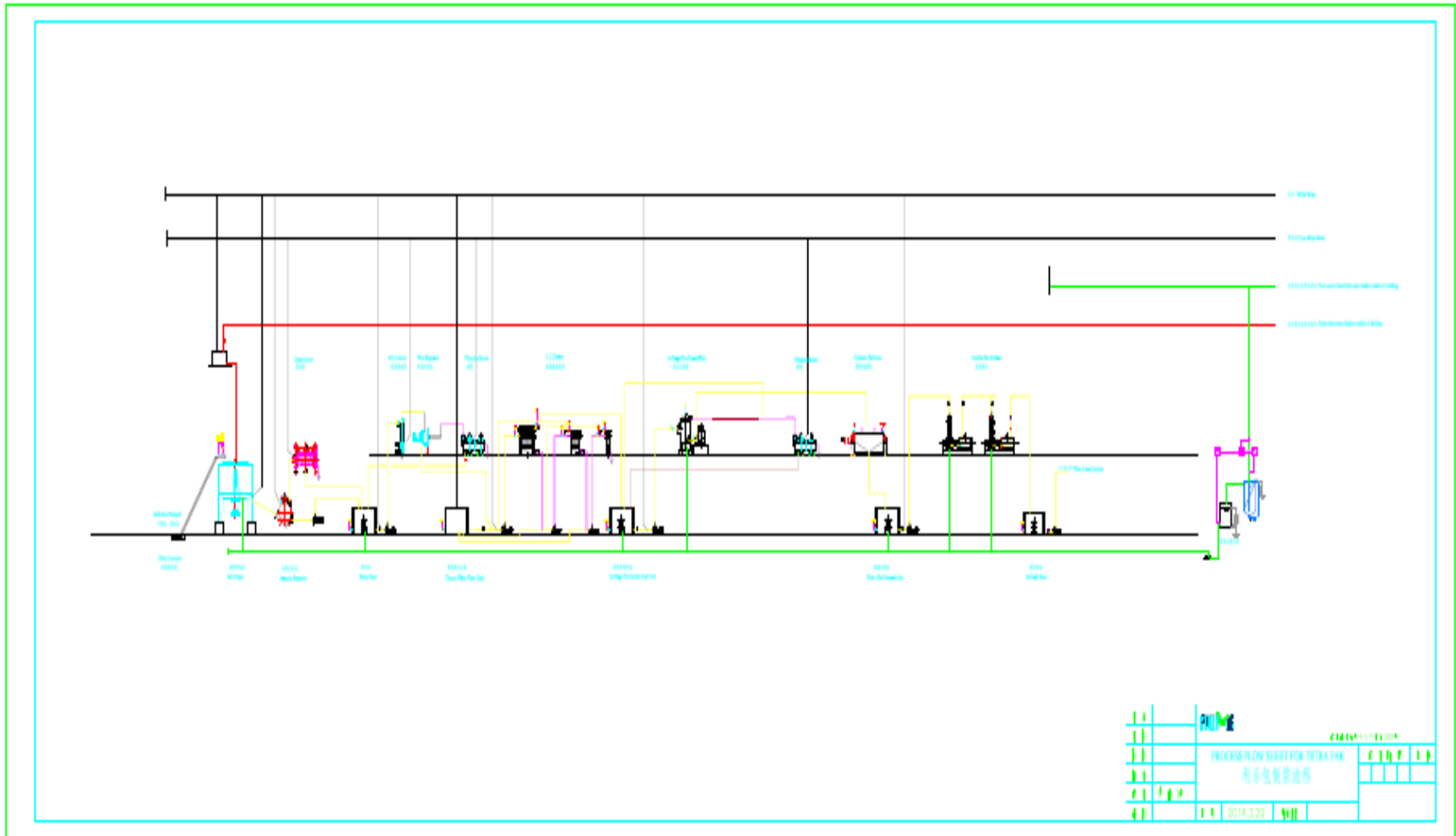


Ilustración 13. Plano de la estructura y equipos de la planta de recuperación de celulosa y polialuminio Islas O, E (2014).

4.2.2.3- Etapas del proceso de recuperación de celulosa y polialuminio.

En este apartado se muestra la información básica que funciona como punto medular para el desarrollo y estructuración de la planta, cada uno de las operaciones contempladas para el tratamiento de los envases y recuperación de sus componentes, de igual forma se señala cada uno de los equipos requeridos su capacidad y eficiencia. El personal responsable del funcionamiento de la planta y sus costos.

Tabla 7. Descripción de las operaciones y etapas del proceso de tratamiento de los envases multicapa.

Etapa	Descripción
Recibo, desempaque y limpieza	<p>Recibo: El recibo de la materia prima consiste en pesar y distribuir el apilado de cada una de las pacas de envases que lleguen a la planta, para tener un control tanto en la producción y en el patio de almacenamiento, en el proceso y en la compra de materia prima.</p> <p>Desempaque y limpieza: Posteriormente a su recibo se desempacaran y se hará una revisión minuciosa para eliminar todas aquellas impurezas que se detecten y que puedan afectar el proceso como; alambres, hilos, cables y envases de muy mala calidad o de otro material. Es indispensable que se compren pacas ya limpias para reducir costos.</p> <p>El equipo implicado en esta operación es el montacarga.</p>
Desfibrado	<p>El desfibrado es un proceso mecánico, el cual consiste en la separación del aluminio y polietileno de la celulosa mediante un equipo llamado pulper o desfibrador dejando en suspensión las fibras de la celulosa. Esto mediante tres tipos de fuerzas que actúan en el proceso de desfibrado. Conocidas como fuerza mecánica, fuerza hidráulica y fuerza de fricción.</p> <p>Los equipos encargados de esta operación son: Transportador de cadena BFW1200, desfibrador H.C. mod. ZDS22 o pulper y separador de impurezas mod. ZDF21. .</p>
Depurado	<p>La depuración es un proceso de control de partículas mediante la separación de fibras o productos considerados como buenos, los cuales se separan por diferencia de tamaño evitando con esto la pérdida de celulosa, e impedir que se dañen o se obstruyan el proceso para el cual se pretenda utilizar.</p> <p>Esta depuración tiene como objetivo separar de manera completa la celulosa del polialuminio, esto quiere decir, que debemos tener dos corrientes como resultado una de celulosa y la otra de polialuminio.</p>

	<p>Este proceso tiene una característica muy particular se encuentra de forma simultánea en otros procesos ya que inicia desde la descarga del pulper. Sin embargo, su término es muy notable ya que se forman subproductos de interés.</p> <p>Los equipos responsables de la depuración son conocido como: tambor de cribado mod. ZST1, depurador de alta consistencia mod. ZSC13, separador de fibra con pequeños orificios mod. ZDF2 y la criba vibratoria mod. ZSK11.</p>
Secado	<p>La operación continua a la depuración es el secado teniendo como objetivo eliminar de forma mecánica parte de la humedad presente en la tela de celulosa que se forme durante el refinado de doble disco.</p> <p>En el secado intervienen el depurador de material de baja consistencia ZSC450, primera criba con ranuras en las rejillas mod. ZSA05, criba vibratoria mod. ZSK11, cilindro espesante final mod. ZNW4 y el refinador de doble disco mod. ZDP11.</p>
Molienda o triturado	<p>Cuando la desintegración termina se forman tres productos la celulosa, aluminio y plástico, que son separados en dos el aluminio y plástico se van en el mismo sentido esto ocurre en la fase de depurado y son enviados a un contenedor donde serán enviados a la trituradora para ser molidos debido a se requiere de un producto finito para tener mayor eficiencia en el aglomeramiento y pesado.</p>
Productos finales o terminados	<p>Pesado y almacenamiento: Como resultado del proceso de separación de celulosa y polialuminio, ira formando una tela de celulosa deshidratada, esta se deberá cortar, pesar y estivar en una tarima para que pueda ser transportada al área de control y almacenamiento de producto terminado.</p> <p>Lista para ser enviada a su comprador.</p> <p>Reperto: Entrega de todo material terminado a los clientes. Para esto se contara con un espacio adecuado para su almacenamiento llamando patio de salida.</p>
Fuente: Elaboración propia.	

4.2.2.4- Componentes y equipos requeridos para el tratamiento de los envases multicapa

Los equipos que se señalan y describen a continuación son parte del sistema de despulpe de tetra pack menor a 20 toneladas, extraído de la ficha técnica, Islas O, E. (2014).

Transportador de cadena en serie BFW

Aplicación del transportador de cadena

El transportador de cadena serie BFW como podemos ver en Ilustración 14, en la industria de la fabricación del papel funciona sobre todo para alimentar papel usado a lo largo del nivel o ángulo inclinado ($\leq 30^\circ$) que se encuentra en forma dispersa o de envoltorio, masa y dosis, fardo de pulpa y otros materiales. Se puede transportar el material desde el suelo hasta el pulper de forma continua y uniforme.

Características de diseño de la cadena transportadora

La configuración y diseño del equipo es razonable y profesional. Adopta una plancha en la parte inferior de cadena que se acopla para conducir y llevar a lo largo de otra placa que encaja para alimentar materiales. Está previsto de características de gran capacidad de transporte, bajo consumo de energía, poca abrasión y trabajo seguro etc. Es la primera opción de transporte para la mayoría de las fábricas de papel de China. Con trabajo muy eficaz, es el equipo óptimo con fines especiales en el transporte de material de residuos de papel en la industria de la elaboración de papel.



Ilustración 14. Transportador de cadena en serie BFW.

M.C. PULPER Serie ZDS

Para este proceso de separación de fibras existen distintos equipos, sin embargo, solo son cuatro los modelos de pulper más empleados en la industria de la celulosa. Los cuales son: pulper estándar, pulper para fibra secundaria, helipulper y draum pulper.

El modelo hecho de pulper para fibra virgen generalmente opera a una consistencia dentro de un rango del 6 a 8%, y está provisto de las siguientes partes:

- a.- Tina. Generalmente es de hierro o acero inoxidable, y es la parte del pulper donde se adiciona la materia prima fibrosa y el agua para desintegrar la fibra, y este depende de las necesidades de cada proceso en particular.
- b.- Rotor tipo plato. Es giratorio y está provisto de aspas por medio de las cuales disgrega la fibra y las transforma en una suspensión fibrosa.

El rotor puede encontrarse de forma horizontal como en forma vertical.

c.- Deflectores. La función de estos elementos componentes del pulper, es evitar que se forme un vórtice crea movimientos que favorecen la desfibración.

La combinación es la razón del diámetro del rotor y el pulper y los deflectores influyen grandemente en el movimiento causado dentro de la tina del pulper.

d.- Placa perforadora. Esta placa cuenta con perforaciones que van de 0.24 a 1.5 pulgadas de diámetro, a través de las cuales pasa la suspensión fibrosa hacia la cámara de extracción.

e.- Cámara de extracción. Esta cámara permite extraer la suspensión fibrosa hacia la bomba de extracción.

Mientras que el pulper para fibra secundaria (ver ilustración 15), cuenta con una cuerda de desperdicios que permite eliminar el material no pulpeables y una cámara de materiales pesados.

Un pulper para este tipo de materia prima además de disgregar el material fibroso, también tiene los utensilios necesarios para limpiar parte de las impurezas, Becerra A, B., Ramírez C, R., Rentería U, M & Barrientos R, L. (2008).



Ilustración 15. Pulper para la desintegración de fibras secundarias.

La selección del equipo a utilizar para la desfibración nos demanda un amplio criterio de información acerca del proceso. Para esto se requiere saber no solo de que están hechos y cuáles son sus características, también los parámetros de uso común de estos procesos.

Por ello hablaremos de los tipos de pulpers de acuerdo a la consistencia usada, ya sea pulper para baja consistencia y pulper para alta consistencia.

En el caso del *pulper de baja consistencia* se dice que normalmente está previsto de un rotor tipo plato, ubicado horizontalmente en su base o verticalmente en su parte lateral.

La consistencia utilizada en un pulper de este tipo es de 6%, aunque cuando operan en continuo, la descarga de la suspensión fibrosa va del 3 a 5%. Además estos equipos destinados a tratar fibra secundaria, están equipados con una trampa para

hierros y/o una torre para cuerpos pesados, además de una cuerda para atrapar los materiales no pulpeables. De manera que los materiales pesados pueden ser removidos de la torre por medio de un atrapador o una compuerta ubicada en la base de ella.

Pulper para alta consistencia.

En estos pulpers, se lleva a cabo una intensa fricción fibra a fibra, lo que es muy favorable hablando de fibras secundarias y sobre todo si se debe destintar, porque la intensa fricción de fibra a fibra facilita el destintado, mismo que si es llevado a cabo a baja consistencia, las partículas de tinta no son eliminadas completamente antes de que le papel se desfibre.

Otro factor favorable de este tipo de pulpers, es la reducción del contenido de fibras cortas, debido a que el desfibrado se lleva a cabo en gran parte por la fricción de la fibra a fibra; por lo tanto la fibra larga no se afecta, a diferencia de los pulpers que trabajan a baja consistencia.

Estos procesos también pueden clasificarse de acuerdo a su continuidad o proceso. Lo cual quiere decir que el proceso de desfibrado pueda ser efectuado: en forma continua y en forma discontinua.

Proceso discontinuo.

El desfibrado se hace batch a batch, es decir se desfibra una cantidad de materia prima fibrosa determinada en un tiempo previamente fijado, se descarga la

suspensión fibrosa para nuevamente volver a cargarlo bajo las mismas condiciones descritas.

Proceso continuo.

Cuando el pulper es operado en forma continua, tanto el material fibroso como el agua necesaria, son adicionados en forma continua y controlada y de la misma manera se realiza la descarga de suspensión fibrosa. Este cilindro recibe el rechazo de un depurador que se encuentra a la descarga del pulper, mismo que es lavado por unas regaderas que limpian al material útil pasan por los hoyos que cubren la pared del cilindro hacia un nuevo ducto que los conduce de nuevo al pulper. Obsérvese este modelo en la ilustración 16. La ventaja de este tipo de pulper es que al mismo tiempo que realiza el proceso de desfibrado limpia el material fibroso.

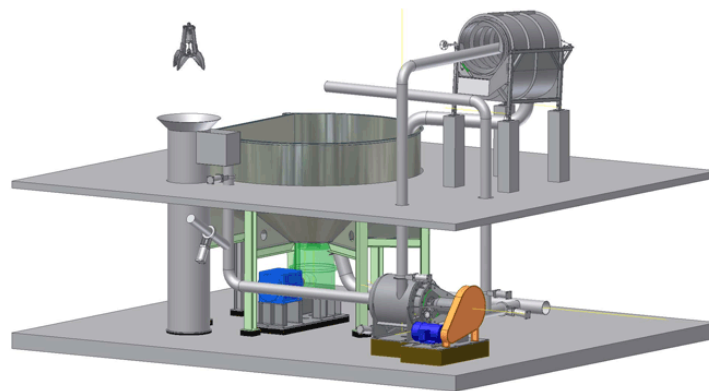


Ilustración 16. Pulper de sistema continuo de desfibrado.

Un pulper que se utiliza actualmente en procesos donde la fibra secundaria es la de mayor uso, es el “pulper de tambor”; este pulper tiene un sistema de alimentación

continua y generalmente esta se realiza de forma automática y por ello cuenta con dos sistemas, uno, el transportador con regulación de velocidad y el otro, para pesar el material fibroso que es adicionado al pulper, siendo esta bascula quien regula la velocidad del transportador de alimentación, asegurando que el suministro del material fibroso sea constante y uniforme. Se adiciona automáticamente, la cantidad de agua necesaria para el desfibrado.

Cuando se va a adicionar el material fibroso, el cual viene en pacas, un equipo, denominado “rompedor de pacas” las deshace y elimina flejes, facilitando así el proceso de desfibrado.

En la zona de limpieza y tamizado del pulper, la fibra se diluye a una consistencia baja y es arrastrado por agua de lavado a través de las perforaciones hacia un depósito que se encuentra en la parte baja del pulper de donde es bombeado hacia el siguiente proceso.

Esta operación se realiza con agua caliente y el movimiento giratorio del pulper similar al de una lavadora convencional, hasta lograr que se separe la pulpa del papel del aluminio y polietileno este proceso normalmente se logra de quince a treinta minutos.

Una vez que los envases son totalmente disgregados dentro del pulper es vaciado a través de un desagüe que se encuentra en un costado del fondo del pulper y enviado hacia la torre de lavado o sistema de separación o lavado y separación del contenido del vertido de este.

Se sugiere que se cuente con un sistema continuo para que solo se envíe la cantidad que pueda ser retenida en el tanque, evitando con esto la pérdida de material fibroso.

Características de diseño de un M.C PULPER

La serie de ZDS despulpador se puede observar en la ilustración 17, consiste en una cuba de acero, rotor helicoidal vertical, mecanismos de accionamiento, descargando dispositivo etc. El rotor es un rotor helicoidal de tres hilos con variado terreno de juego y un variado diámetro. Cuando el rotor gira, la acción en consistencia de 15-17% se extrae por el rotor helicoidal es arrojado desde la parte superior a la parte inferior de afuera hacia adentro y luego de fuera del centro. Como resultado, los residuos de papel stock se fibriza en virtud de la fricción interna y el efecto sobre la fibra stock amasada, además de la fricción por la veletas del rotor con los dientes. Mientras tanto las partículas de tinta son separadas de la fibra por acciones físicas y químicas. En comparación con un triturador de baja consistencia, el lodo de los desechos del papel stock con una consistencia de 15-17% dan resultados en el ahorro de energía de 20-30%. Las impurezas del papel stock usado se desprenden fácilmente sin ser rotas en pequeños pedazos con facilidad y por lo tanto ayuda a limpiar el flujo de abajo del proceso. En comparación con la fabricación de pasta de baja consistencia, se puede ahorrar calor y energía en un 50%, así como química en un 20% respectivamente.



Ilustración 17. M.C. PULPER Serie ZDS.

Tanque de retención Serie ZST

El tanque de retención serie ZST (ver ilustración 18) es un equipo usualmente usado con el desfibrador y separador de impurezas, son capaces de atrapar todo tipo de impurezas ligeras y pesadas cuya forma geométrica es mayor que $\varnothing 10\text{mm}$ tales como plástico, caucho, arena, piedra, piezas de metal, películas etc.

Diseño de las características del tanque de retención

La serie ZST de tanques de retención consta de un tambor, dispositivo de accionamiento de transmisión, rueda de captura, dibujo de la rueda, tina, canal de entrada, tubo de rociador, etc. Mientras que el tambor de cribado gira, la pulpa se está enviando hacia adelante del cilindro en forma de tambor por el tornillo de escape. Por gravedad, acepta el paso de impurezas finas aunque el cribado tenga ranuras de 08 a 14mm entran en la cuba. Las impurezas más grandes retenidas en la bandeja de retención son empujadas hacia adelante, hasta el final del tornillo de escape. La fibra adherida a las impurezas se lava en orden por un secador de

abanico con el fin de evitar la pérdida de fibra con impurezas de descarga. Estructura simple, segura y confiable en operaciones y alta eficiencia durante el cribado. Se utiliza con el sistema de hidrodisegregador para filtrar el flujo de las impurezas y mejorar la eficiencia de la purificación del proceso, para evitar pérdidas de fibra.



Ilustración 18. Tanque de retención Serie ZST.

Limpieza de alta consistencia Serie ZSC

Aplicación del limpiador de alta consistencia

El limpiador de alta consistencia serie ZSC igual a la ilustración 19, puede eliminar impurezas pesadas mayores a 3mm de diámetro desde en el abasto de papel de desecho. Como equipos de detección y limpieza gruesa, por lo general es un equipo de flujo inferior del hidrodisegregador. También puede ser instalado como un equipo importante para proteger la operación de equipos con procesamiento de bajo flujo.



Ilustración 19. Limpiador de alta consistencia serie ZSC.

Separador de fibra serie ZDF

Aplicación del separador de fibras

El separador de fibras (ver ilustración 20) no solo es usado para la desfibración, sino también para remover todas las partículas de impurezas del papel usado con la gravedad específica de sus diferentes pesos de la fibra. Combinando la desfibración, separación y retención en una sola unidad. Como un equipo de disgregación y separación secundaria, normalmente son un equipo de flujo bajo del hidrodisegregador. Como una reja de rechazo, el separador de fibra también puede operar con impurezas gruesas.

Características de diseño del separador de fibras

Tres funciones fundamentales: desfibrador secundario, separador de impurezas ligeras, remoción de impurezas pesadas y gruesas. Con el desfibrador en el proceso de desfibrado para la formación de pasta es posible usar papel con bajos contenidos de impurezas y reducir el pre-tratamiento de la materia prima. Además es posible incrementar la producción existente del hidrodisegregador, se reduce el consumo específico de energía en aproximadamente 10-20%. Es posible obtener

una alta calidad de material, reducir la pérdida de fibra e incrementar la eficiencia del cribado.



Ilustración 20. Separador de fibra serie ZDF.

Criba vibratoria serie ZSK

El criba vibratorio serie ZSK representada en ilustración 21, es extensivamente usado para una separación de impurezas pesadas o diferentes tamaños de las partículas de la pasta, como la pasta química, pasta semi química, pasta mecánica, pasta termo-mecánica (TMP) y pasta de papel usado. También es usada en la recuperación de fibra a partir de los rechazos y en el cuello del desintegrador en la caja bajo presión y separación.



Ilustración 21. Criba vibratoria serie ZSK.

Depurador de material de baja consistencia serie ZSC

Aplicación del depurador de material de baja consistencia

El depurador de baja consistencia serie ZSC igual al de la ilustración 22 es adecuado para limpiar la fibra en suspensión con una consistencia de 0.4-1.2%. Es posible remover impurezas ligeras eficientemente, impurezas metálicas calientes, pesadas, rechazos de pasta, etc. Además, también puede removerse espuma de plástico, corchos, fragmentos, partículas de tinta y aire eficientemente, lo que resulta en una purificación del material acumulado en el sistema de aproximación antes de la máquina de papel. Se puede retirar las impurezas gruesas a los residuos eficientemente, simplificando el proceso de procesamiento y reduciendo el consumo de energía.

Diseño de las características del depurador de baja consistencia

Consiste en una entrada tangente, acepta la salida en la parte superior cilíndrica con un tapón en el tubo de desaireación, en la parte media del tubo tipo cono se divide el tubo inyector en la parte inferior de los rechazos del controlador de la descarga.

Se trata de un purificador hidrociclón, bajo presión la materia prima entra en el depurador tangencialmente y genera un vórtice de alta velocidad en un cono tipo tubo independiente, por el cual, el vórtice cuya dirección de ejes cerca de la pared del tubo separador son enviados hasta los extremos del cono, y las impurezas más pesadas son arrojadas a la pared del depurador de nuevo y la descarga se inyecta por el controlador de los rechazos. La parte aceptada se reúne en el centro del tubo

clasificador para formar el flujo principal de la pasta que fluye a la salida situada en el centro de la parte superior. Mientras que las impurezas ligeras y las burbujas de aire son forzadas a moverse en el centro del vórtice por la presión radial, lo que se traduce en la descarga de las impurezas ligeras y las burbujas de aire son desechadas desde la parte central inferior del desfibrador.

En comparación con el clasificador de material ordinario LC, cuenta con un cono separado y un tubo incorporado de desaireación centrada, lo que se traduce en una alta consistencia en la remoción de impurezas, así como, ser capaz de remover impurezas ligeras, material caliente y aire.

Cuando se usa el depurador de baja consistencia serie ZSC, casi no hay atasco durante la operación, asegura una alta eficiencia en la depuración de la pasta así como una corriente con calidad y alta consistencia.



Ilustración 22. Depurador de baja consistencia serie ZSC.

Depurador a presión serie ZSA

Aplicación del depurador a presión

Puede ser la malla fina para todo tipo de material y diferentes procesos de selección.

Características del depurador de presión, buena adaptabilidad con alta capacidad de producción. Alta eficiencia de la producción con alta velocidad de flujo. Es adecuado para ser una malla fina para los residuos de papel. El cilindro depurador prolonga la vida y el rendimiento con la estructura de barra. Es ventaja limpiar las ranuras de la estructura del rotor multilamina con alta frecuencia de vibración. Garantizar la depuración continua aumentando el tiempo de actuación por la vibración negativa. El rotor de múltiples láminas promueve la mezcla axial para la pasta para evitar el engrosamiento de la pasta en el proceso de cribado, la alta remoción de los materiales adhesivos. Tener mayor mantenibilidad con estructuras simples e inferior consumo de energía (ver ilustración 23).

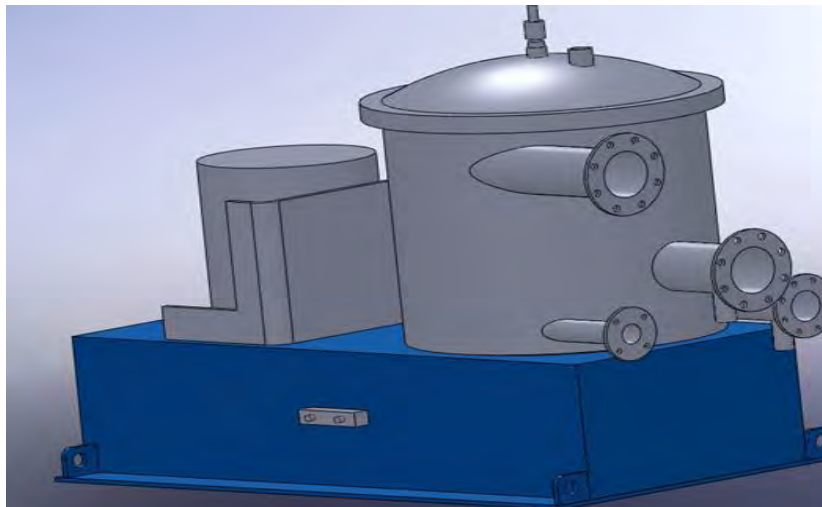


Ilustración 23. . Depurador a presión serie ZSA.

Cilindro espesante final ZNW

Aplicaciones del cilindro espesante final

El cilindro espesante final serie ZNW igual a la ilustración 24, puede ser usado en el lavado y deshidratado de la pasta con baja consistencia en la formación de papel y proceso de despulpado. Este trabaja como un filtro por gravedad.

Diseño de las características del cilindro espesante final

Amplia adaptabilidad para diferentes tipos de pulpa de baja consistencia y deshidratación, con una proporción de baja deshidratación, alto rendimiento y uso de diferentes tamaños de mallas para el control de calidad de la blancura.



Ilustración 24. Cilindro espesante final ZNW.

Refinar de doble disco serie ZDP

Aplicación del refinador de DD

Como un equipo ideal para el refinado de la pasta véase la ilustración 25, el refinador de doble disco con doble área de refinación. Es recomendable para muchos tipos de refinación de fibra. Conforme la necesidad de la tecnología el refinador de doble disco de tipo ZDP14-Ø450 puede ser utilizado como doble procesamiento.

Diseño de las características del refinador DD

Estructura compacta con menor área requerida y alta capacidad de pasta con bajo consumo de energía. Conveniente para su operación y fácil mantenimiento.



Ilustración 25. Refinar de doble disco serie ZDP.

4.3- Etapa III. Estudio costo beneficio.

4. 3.1.- Estudio de mercado

El mercado que se pretende explorar es el de la industria del papel y la Celulosa, debido a que este proyecto tiene como principal fin la recuperación de celulosa y polialuminio contenida en los envases multicapa.

Con base en la investigación de mercado se observó que el uso del polialuminio en la industria es muy poco debido a la su falta en el mercado ya que casi no se comercializa ni se recupera, lo cual hace que tenga muy poco demanda en el país mientras que en el extranjero está es mayor. Este material funciona como materia prima para fabricar laminas, block, madera sintética, Román A. (2011), y en su caso

se separa el aluminio puro y el polietileno se convierte en gas de acuerdo a lo señalado por Cases R, J. (1999).

En nuestro país la empresa ECOLAM es quien se dedica a construir láminas y estructuras de polialuminio, esta misma empresa fue contactada y se mostró interesada en el consumo del polialuminio, dejando claro que como mínimo podría comprar 10Tn por mes y también señalo que está dispuesta a invertir en este proyecto.

Mientras que la celulosa tiene un amplio uso en la industria del papel para la fabricación de diferentes productos ampliamente conocidos hoy en día.

Ambos materiales están dirigidos al consumidor conocido como bienes intermedios o de insumos quienes compran material que han de servir para la producción de otros bienes o servicio.

De la Madrid C, E. (2010) menciona que según datos de la revista *Pulp & Paper International* 100 empresas concentraban más de la mitad de la producción de la celulosa y papel con ventas de 323 mil millones de dólares en el 2008. De las cuales, solamente figuran dos empresas establecidas en México, Kimberly Clark-México y Grupo Durango.

Otro de los datos peculiares es que en el mundo se consumen 176 millones de toneladas de celulosa, concentrándose el 80% del consumo en 11 países. Estados Unidos el principal consumidor con un 29.6% del total, seguido de china con el 8.9% y Japón con el 7.2%

El dato más importante de este estudio es el precio de la celulosa, ya que indica que éste aumentó de \$350 a \$755 dólares por tonelada, entre el 2002 y principios del 2008, mientras que a partir del segundo trimestre del mismo año el precio cayó, llegando a costar \$475 dólares a inicios de 2009, es decir unos más de 6000 pesos mexicanos en la actualidad por tonelada. Estas cifras en la caída del costo de la celulosa se deben a la recesión económica mundial del 2007.

La industria de la celulosa y el papel en México generó alrededor de 3,400 millones de dólares al año en el 2009, esto es el 25 de la producción manufacturera y un 0.4% del producto interno bruto (PIB) de nuestro país.

La demanda de esta materia prima por la industria del papel asciende a 6.7 millones de toneladas. Donde el 55% de este consumo corresponde a papel para empaque, 25% a papel para escritura e impresión y el 13% para uso higiénico o facial.

Esto genera que en México como en el resto del mundo, esta industria se abastece principalmente de fibra secundaria, esto es papel y cartón reciclado, representado hasta el 85% de su materia prima, mientras que el restante proviene de fibras secundarias.

La Cámara Nacional de la Industria de la Celulosa y el Papel (2012), comunica que México ocupa el quinto lugar a nivel internacional por índice de reciclaje de papel y cartón y el número trigésimo segundo por índice de recolección, sin embargo, no se abastece el consumo debido a la escasez de la fibra, ya, cada año se tiene que importar alrededor de 1.5 millones de toneladas de fibra secundaria (reciclada) para abastecer el consumo fibroso para fabricar papel en México.

Éste organismo creó un plan de manejo de residuos de papel y cartón para nuestro país, el cual menciona que se pretende acopiar 1.3 millones de toneladas adicionales de papel y cartón para reciclaje.

El abastecimiento de la fibra es importante puesto que México exporta anualmente trecientas mil toneladas de fibra, lo que agrava la dependencia de las importaciones.

En números nuestro consumo aparente de papel es de 6, 837,000tons anuales y solo, se acopian 3, 223, 000 anuales (aprox. 45%). Se importan 1,554, 000 toneladas. Para satisfacer la demanda nacional. Mientras que se exportan casi 170 000 toneladas.

Esta plan de manejo de residuos de papel y cartón tiene por objetivo incrementar de 47 a 66% el índice de recolección, cifra que va de 3.2 a 4.5 millones de ton/año según Cámara Nacional de la industrial de la celulosa y el papel, (2012).

El cual señala que es posible incrementar estas cifras mediante los retos y oportunidades que se marcan como:

- Recuperar material que actualmente se exporta.
- Eficiencia en cadenas de gestión servicio público de limpia municipal.
- Economías de escala para recuperar fibra de materiales dispersos.
- Proyectos para recuperar materiales actualmente recuperables.
- Facilitar y dar certeza al mercado.
- Facilitación de esquemas fiscales
- Cultura para reciclaje.

El costo actual de la celulosa NBSK es de \$932.50 Usd/ton en el mercado internacional de acuerdo con el portal de Economía y Negocios, (2014).

Mientras que el portal de la empresa Agrotop, (2014) señala que el precio de la celulosa NBSK es de 933.14 Usd/ton.

El costo reportado encontrado del polialuminio es de \$8.9 pesos por kilogramo, lo que significa que la tonelada cuesta \$8900 pesos moneda nacional.

Por otra parte, se encontró que el valor de la materia prima anda alrededor de \$1.3-\$1.8 por kilogramo de envases, lo cual indica que el costo de la tonelada se cotiza entre los \$1300 y \$1800 pesos ya colocadas en la planta. En algunos casos por la distancia se comparten los gastos de transporte de esta materia prima.

Respecto a la competencia te tiene una gran ventaja, ya que esta industria opera en el centro del país y en la zona norte. Lo cual es bueno para este proyecto ya que su competencia es nula en la zona. Los esfuerzos que se han hecho por adquirir esta materia prima que se encuentra en la zona sur del país son pocos debido al elevado costo que se les genera a los centros de acopio para su entrega.

4.3.2.- Costos de producción e inversión.

En este apartado se muestran los resultados obtenidos del análisis de los costes implicados en las operaciones, actividades y la administración de la planta en particular el valor de los costos directos e indirectos. También se describe el análisis

el valor de las ventas y la evaluación económica de la inversión mediante la implantación del Valor Presente Neto y la Tasa Interna de Retorno.

4.3.3- Costos directos

Para la determinación de los costos directos (CD) se organizaron y agruparon una serie de datos en distintos formato que permiten visualizar la descripción de su naturaleza y su costo, donde se incluyó la materia prima para cada uno de los procesos, además del personal especializado, técnico y de producción responsable del funcionamiento de la planta teniendo un total de ocho obreros para la fase de producción más los empleados adicionales responsables de la producción: el instrumentista, ayudante de instrumentista y técnico de calidad . De igual forma en este conjunto de datos (Ver anexo 4, 10, 11, 12,13 y 16) se especifica el valor del salario real diario de cada operador y empleado que va de los \$244.46 a \$415.52 MN, incluyendo el 71.124% porcentaje correspondiente al Factor de Salario Real (FSR) ver anexo 2 y 3.

También incluye en esta etapa el costo horario de la maquinaria requerida para la planta de reciclaje, cuya inversión se estimó en \$21'730,343.00 MN. Como lo especifica el Anexo 5 donde se pueden observar cada uno de los componentes que integran las instalaciones, la cantidad de cada uno de los elementos que la integran su precio unitario y el monto total

4.3.4- Costos indirectos

En este proyecto, también se requirió medir el importe de otro parámetro conocido como costos indirectos (CI), que hace capaz el funcionamiento administrado y contable, así como los gastos generados por los servicios requeridos para las actividades diarias de la planta como se observa en el anexo 19.

4.3.5- Precio Unitario o Precio de Venta

Hay muchas maneras de fijar el precio de un producto o servicio que se comercialice en este caso se realizó un análisis preliminar de los costes generados por cada proceso propuesto para la planta de reciclaje donde se agrupan los gastos generados por cada equipo que funciona por etapa, los valores obtenidos del análisis de cada proceso corresponde a un importe de \$133.08 pesos en la actividad de recibo de MP (anexo 11), \$148.70 pesos para el caso del desfibrado (anexo 12), \$759.35 pesos para la etapa de desfibrado (anexo 14), \$18.62 pesos el secado (anexo 14). \$115.70 pesos la etapa de molienda (anexo 15) y \$133.30 pesos para el caso de productos finales (anexo 16).

El segundo producto a comercializar es el polialuminio, y la cantidad en la cual fue valuada la producción de una tonelada es de seiscientos setenta punto setenta y ocho pesos (\$670.78 MN), ver anexo 18.

Por lo tanto, para el diagnóstico del flujo de efectivo de este proyecto se ha calculado el precio de venta de cada tonelada de ambos productos, dando como resultado que el precio de venta de la tonelada de celulosa tipo NBSK es de \$12, 216.90

pesos como precio unitario, con un costo de producción por tonelada de fibra secundaria de \$4, 343.79 considerando los costos de los procesos, mano de obra y materia prima involucrados en esta producción de cada unidad producida como se pueden ver en el anexo 17.

Mientras que el precio unitario de la tonelada de polialuminio se fijó en \$1918.44 (Ver anexo 18).

Donde el porcentaje de costo indirecto corresponde a 25% para la Celulosa y 30% en el caso del polialuminio de acuerdo con la evaluación realizada para determinar dicho porcentaje que adicionalmente indica el monto de ventas requeridas y el volumen de producción anual que se requiere para solventar los gastos de generados por las operaciones, mientras el porcentaje de utilidad corresponde a 125% para la celulosa y 130% el polialuminio, valor que fue determinado en base a la comparación del precio del producto en el mercado y la conveniencia de los flujos de efectivo para comprobar la rentabilidad del proyecto.

4.3.6- Evaluación económica de la inversión

Teniendo en cuenta los montos del equipo de protección personal equivalente a \$31,200.00 pesos MN descrito en el anexo 6 y el valor de los equipos de oficina estimado en \$177,100.00 en MN como se ve en el anexo 7, y el valor de la maquinaria descrito en el apartado 3.2.1, (Ver anexo 9), se determinó que el monto

de la inversión inicial es de \$25, 126,271.43 MN, mismo que al analizar mediante el Valor Presente Neto (VPN) generó los criterios para el tiempo de su recuperación.

El análisis de la compra de la materia prima (MP) para fabricar una tonelada de Celosa, indica que el costo de dos pacas de envases multicapa que conforman una tonelada de MP tiene un costo de \$3,010.72 MN, incluyendo el costo del personal encargado del acopio de la MP, se describen en el anexo 10.

Para analizar la recuperación de la inversión se aplicaron dos reactivos: VPN y TIR.

4.3.7- Valor Presente Neto (VPN).

El porcentaje de utilidad se determinó en base a los precios de producción de cada producto y del valor del porcentaje de costos indirectos junto con su valor de referencia en el mercado, ya que como se aprecia en el anexo 20 estos valores con un porcentaje de 25% indican que el margen de ventas anuales que la planta necesitaría para cubrir sus costos de operación en un año y sus deudas por concepto de crédito o financiamiento es de como mínimo 1328 toneladas celulosa de venta, y adicionalmente las 332 toneladas de polialuminio que se generan como subproducto de la misma materia prima que se requiere para producir el valor de la fibra.

En base a la evaluación de la cantidad de materia prima disponible en la península de Yucatán los residuos sólidos que se generan anualmente son de 3,137ton, el valor del producto en el mercado mayor a los \$13,000.00 pesos y con un costo de producción por tonelada de la celulosa de \$4,343.79 y del polialuminio \$670.78 y el

valor del porcentaje de costos indirectos equivalente a un 25% el monto de las ventas requeridas anualmente es de \$12, 750,513.72 en MN. Lo que equivale a producir 1328 toneladas de celulosa, como se puede ver en el anexo 21.

Para evaluar el flujo de efectivo neto (FEN) descrito en el anexo 22, se obtuvo como resultado para el primer año de operación de la planta un FEN anual equivalente a \$ 5, 078,315.41 en MN libres de impuestos y costos de producción. Por concepto de venta de un total de 1660 toneladas, que corresponden 1328 TON de celulosa y 332 tonelada de polialuminio con un valor de ingresos anual de \$ 16, 863,637.81 menos el costo generado por año de la producción y el monto de ISR a pagar equivalente a un aproximado del 34% del monto ventas por año.

El valor del monto del ISR se determinó de la siguiente forma¹:

$$ISR = (VTA - LIMITE INFERIOR) * (35\%) - (CUOTA FIJA) \quad (5)$$

VTA= ventas totales anuales (\$ 16, 863,637.81)

Limite interior = \$ 3,000, 000.00

Cuota fija= \$ 940,850.81

Por lo tanto el monto a descontar por concepto de ISR es igual a \$ 5, 793,124.045 pesos MN. Más \$ 5, 992,198.36 pesos por gastos de producción; materia prima, salarios, servicios y obligaciones patronales. La suma de estas variables se

¹ Estos datos fueron tomados del portal de la Secretaria de Administración Tributaria, en la sección de tarifas aplicables a pagos provisionales y retención de ISR 2014.

descuenta al total de las ventas anuales mencionada en el párrafo que antecede deja como resultado el valor del FNE anual de \$ 5, 078, 315.41 pesos en MN.

De acuerdo con los resultados observados en el anexo 23 correspondiente al método del VPN en un periodo de 5 años con una inversión \$25, 126 271.43 pesos MXN, y una tasa de rendimiento mínima aceptable (TREMA) de 7.3%. Compuesta por una tasa de riesgo equivalente a 3.2975% correspondiente al TIEM 28 (Tasa de interés interbancaria de Equilibrio en 28 días) más la prima de riesgo igual a 4%. Valor asignado de acuerdo al análisis de riesgo que representa esta actividad productiva en base a las condiciones del mercado de la materia prima y su demanda.

La TREMA puede calcularse de las siguientes formas:

- $TREMA = \text{Índice inflacionario (inflación)} + \text{prima de riesgo} \quad (5)$
- $TREMA = TIEM + \text{prima de riesgo} \quad (6)$

Con los datos descritos en el párrafo que antecede se comprueba que con un ingreso anual de \$ 5, 078,315.41 como utilidad libre de impuestos, el resultado del diagnóstico de rentabilidad con el método del VPN es positivo y equivalente a \$ 5, 679,534.63 lo cual quiere decir que si este proyecto de inversión es económicamente rentable en base a las variables evaluadas en este proyecto.

Cuando se desea tomar decisiones de inversión siempre se tiene que tener una certeza de que el proyecto es viable para ello es común utilizar al menos dos criterios de aprobación, en este caso el método del VPN siempre es acompañado de la estimación del valor de la tasa interna de retorno.

4.3.8- Tasa Interna de Retorno (TIR)

Se realizó el cálculo de tasa interna de retorno TIR con una tasa de descuento de 7.3% valor equivalente a la TREMA que se calculó en el método del VPN ya que los flujos de efectivo se obtuvieron con este valor dando como resultado un flujo de efectivo de \$4, 732, 929.85 para el primer año como ingresos libres de impuestos y gastos de operación, \$ 5,846,539.35 para el segundo año, \$6,273,190.56 en el caso del tercer año, \$ 6,730,976.64 en el caso del cuarto año y \$ 7,222,169.66 para el quinto año. Con un valor inicial de la inversión de \$ 25, 126,271.43, se obtuvo una tasa de 7% a los 5 años como valor de retorno de la inversión inicial que se requiere para esta propuesta (anexo 24).

CAPÍTULO.V

Capítulo V. Discusión, conclusión y recomendaciones

5.1.- Discusión

La implementación de actividades relacionadas con el manejo de la basura y la clasificación y valoración de los RS es indispensable, el presente estudio tiene una visión sobre la gestión adecuado de los residuos para esto se deben contemplar las políticas ambientales, las facilidades para el desarrollo de planes e iniciativas de inversión que pretendan darle un uso, manejo y valor agregado a estos residuos puesto que la gente no los mira como una fuente de ingreso si como un desperdicio.

No cabe duda que uno de los principales problemas es la separación y la recuperación de estos residuos. Requiriendo educación en cuanto a la importancia de la separación de los residuos desde su fuente. Aún que sabemos que este tema ha sido planteado de distintas formas, no existen los medios suficientes para generar un interés por la separación de estos residuos.

A pesar de que existe la suficiente tecnología para la recuperación de materia prima considerada como desperdicio o basura, hoy en día se desconocen proyectos de esta índole en la península que ayuden a contrarrestar el problema causado por los residuos de las personas.

La inexistencia de estos proyectos de inversión, la industria en la zona, la asesoría técnica y especializada, el tiempo y los costos que implica el desarrollo de un proyecto de esta magnitud limitan los alcances y beneficios reales de esta propuesta

de inversión, ya que son pocos los que se interesan en crear trabajos de este tipo lo que causa que no existan personas dispuestas a invertir en este ramo de la industria, enfocando la mayor parte de estas inversiones en el turismo.

Los factores limitantes de la rentabilidad de la planta que se encuentran están en función de los costos de producción, el valor de las ventas, el porcentaje de utilidad y las condiciones del mercado. Ya que independientemente del giro y tamaño de la empresa la cantidad de servicios y productos que ofrezca las utilidades siempre dependerán del precio de venta que se maneje en el mercado, lo cual obliga a reducir los costos de producción y el porcentaje de utilidad para que no se generen pérdidas y se ponga en riesgo la rentabilidad de la planta.

No obstante, el presente estudio tiene muchas fortalezas como la evaluación de ciertas variables; en primer lugar la existencia de la materia prima en la zona, la capacidad de diseño que presentan los equipos que integran la planta de reciclaje, la rentabilidad económica que ofrece y los beneficios ambientales que ofrece. Otra gran ventaja para este proyecto es considerar el aumento de los residuos sólidos a consecuencia del aumento de la población y hábitos de consumo ya que datos recabados para el diagnóstico de la generación per cápita de estos envases tienen un más de cuatro años lo que significa que seguramente la población aumentó y la tasa de generación también y como consecuencia directa la mayor producción de estos residuos pos consumo.

En el ámbito ecológico los daños causados por los rellenos sanitarios o basureros como las aves carroñeras, la contaminación del suelo y de los acuíferos, impiden el

desarrollo de las zonas urbanas debido a los problemas de salud que genera la cercanía de estos predios a estos sitios destinados para estos fines y los gastos de administración de estos sitios.

También se considera que el desarrollo de este proyecto ayudaría a resolver el problema económico que genera el traslado de estos envases hasta las plantas de reciclaje que se encuentran en la zona centro del país, contribuyendo de manera directa al aumento de esta actividad en la localidad y en el ahorro de gastos de transporte convirtiendo este problema en ganancias para los centros de acopio de la ciudad de Cancún y los que surjan a partir de desarrollo de la presente propuesta.

Es por ello que no existen soluciones inmediatas y gratuitas al problema para ello debe reforzarse la postura ante la problemática de los RSU y verse desde un panorama multidisciplinario no solo del área ambiental ya que es una oportunidad clara de desarrollo por ejemplo: desde el área de derecho creando incentivos fiscales y normas que contribuyan al desarrollo de proyectos afines a esta problemática, economía como opciones de inversión y de manejo de recursos de capital y humano; antropología mediante análisis de comportamiento sociales ante esta problemática, sistemas de energía; para realizar proyectos enfocados a aprovechamiento de estos residuos en la producción de energía.

5.2- Conclusiones

Se determinó un total de 3181ton anuales de envases multicapa producidos durante los 365 días del año, en nueve ciudades de la península de Yucatán con una población de 2, 410,512 habitantes de acuerdo con el censo de población y vivienda del 2005 en localidades mayores a las 100,000 personas con la excepción de Cozumel por su producción significativa y el flujo de turistas que podrían aumentar dicha producción, los cuales van directamente a los basureros.

Aunado a esta producción de envases multicapa se le pueden sumar las 44 toneladas mensuales recopiladas por los centros de acopio de envases que son recolectadas de la zona hotelera de la ciudad de Cancún. Lo que nos daría un total de 528 toneladas adicionales anualmente. Aumentado el volumen de producción anual materia prima disponible a un valor de 3709 toneladas de envases posibles a usar como materia prima.

Haciendo un análisis sobre los esfuerzos que se tienen que realizar para lograr el acopio de estos envases se requiere de mucho trabajo logístico para su recaudación y venta, sin embargo el acopio y tratamiento de estos envases solo corresponde a los residuos generados por la zona hotelera lo que representa la producción de una población flotante que no se contempla en los censos de población y vivienda y tal vez ni en los planes de manejo de residuos de esta zona.

De acuerdo con los datos que se obtuvieron de las entrevista realizada a los representantes de los centros de acopio y transferencia de residuos de en la ciudad de Cancún se encontró que las pacas de envases multicapa tienen un costo entre

\$1300 y \$1800 pesos puesto en la planta donde serán tratados por unidad en el mercado del reciclaje.

También se detectó que el principal problema de estos centros de acopio enfrentan son los costos generados por el traslado de estos residuos ya que se recorren grandes distancias para llegar a su destino final. Este problema se genera al precio establecido de la materia prima por las plantas de reciclaje, lo cual afecta directamente sus ganancias.

Examinando la tecnología de tratamiento de los envases se realizó una consulta técnica a la empresa *Consultores Industriales y Comerciales SA de CV* "Coincon" situada en la ciudad Reynosa Tamaulipas, quien nos emito una propuesta técnica de una planta de reciclaje de envases tetra pak con capacidad de 20 toneladas por día, cabe mencionar que sería la capacidad mínima con la cual se podría diseñar una planta de este tipo, ya que aun así puede trabajar con capacidades menores pero no recomendadas por la inversión requerida y por los costos de operación.

Como dato adicional esta empresa es quien comercializa y realiza proyectos especializados en equipos industriales enfocados a la producción y recuperación de pasta o celulosa. Quien a su vez trabajan para la empresa FJIME fabricante de los equipos en China.

Con esta ficha técnica sobre las características de fabricación y diseño de cada maquinaria más equipo adicional indispensable para la secuencia del proceso de la planta y los costos de operación de un año se valoró la inversión inicial en \$25,126,271.43 pesos en moneda nacional.

El estudio de indica que la demanda de la celulosa en el mercado del reciclaje es buena y favorable debido a su exigencia en el mercado y la falta de competencia a nivel peninsular de esta industria ya que las empresas con este mismo giro se encuentran ubicadas en el centro y norte del país, prueba de ellos el valor podemos señalar el precio de venta de este tipo de fibra NBSK superior de los \$900 dólares americanos por tonelada en el último año de registro en el mercado de valores de materia prima internacional.

Una vez realizada la valoración de la demanda, los costos de producción de una tonelada de cada producto, costo directo, el porcentaje de costos directos y el valor del margen de la utilidad requerida para recuperar la inversión inicial en 5 años se estableció el precio de venta de la celulosa en \$12, 216.90 pesos valor inferior al de los \$940 dls en el mercado con una utilidad de 125%. Lo cual lo hace interesante ya que se considera como un gran negocio con grandes posibilidades de inversión. Sin embargo con la misma cantidad de materia prima que se requieren para producir las 1328TON de celulosa se producen 332 toneladas de polialuminio con un valor de compra en el mercado de más de los \$8.900.00 pesos en MN, pero al analizar los procesos que se requieren para obtener este material de residuos en el proceso que se plantea se obtuvo que su precio de venta es de \$1918.44 pesos con una utilidad de 120%. Lo cual demuestra que este proyecto de inversión es rentable.

Se observó que este valor de producción de las 1660 toneladas y los costes de esté con producción estimada de 5.665 toneladas por día con una jornada de ocho horas durante 293 días del año, la inversión se recupera en un plazo de 5 años

Respecto al análisis financiero se demuestra mediante los método del VPN con un ingreso anual de \$ 5, 078, 315.41 durante 5 años se puede recuperar el valor de inversión inicial. Mientras que la Tasa interna de retorno demuestra que para el 5to periodo de ingresos el porcentaje de utilidades es positivo con un valor del 7% lo cual quiere decir que entre el 4 -5 año el valor del VPN se reduce a cero y que a partir de ese periodo la empresa está libre de deudas y que puede ingresar a cualquier institución bancaria el total de sus utilidades y que el valor del porcentaje de sus ingresos es superior a la tasa que el banco está dispuesta a pagar por concepto de intereses lo cual lo hace eficiente esta propuesta por su capacidad de producir ganancias.

Con estos variables analizadas se puede concluir que la propuesta de aprovechamiento de envases multicapa es viable, debido a que se produce suficiente materia prima que no se aprovecha y que puede ser rescatada, seguido de la demanda de la celulosa es positiva y que los resultados de su evaluación financiera son favorables.

Los impactos tangibles de esta propuesta de recuperación de materia prima que se pierde en los tiraderos son múltiple prueba de ellos son los siguientes beneficios. La prolongación del tiempo de vida de los basureros, la disminución de los costos de

operación y mantenimiento, la disminución de las superficies destinadas a esta actividad, la generación de empleos, el valor agregado y la gestión integral de los residuos sólidos urbanos y municipales, y por último se evita la pérdida de energía, agua y bosques.

Respecto a beneficio ecológico que representa esta planta de reciclaje hablamos que por cada tonelada de tetra pak aprovechados se reciclan de 750 kilos de papel y se ahorran 3000KW de energía eléctrica, 100, 000 litros de agua y 221kg de combustible. Haciendo cuentas con al menos las 1660 que se pretenden reciclar el beneficio ecológico corresponde a 1245 toneladas de papel reciclado, 4980000KW, 1660 millones de litros de agua y 366860.

5.3- Recomendaciones

- Realizar estudios enfocados en la generación y evaluación de los residuos sólidos municipales en las poblaciones de la zona norte del estado.

- Diseñar y crear propuestas para disminuir la disposición no controlada de los residuos sólidos en los basureros.
- Realizar más trabajos de investigación relacionados al proceso de recuperación de celulosa con otros productos que contengan fibra
- Fomentar la participación de los estudiantes con la iniciativa privada dedicada al reciclaje y actividades relacionadas.
- Fomentar la separación en la fuente del total de los residuos aprovechables para incentivar el reciclaje.
- Investigar y los estímulos financieros/económicos aplicables a quienes deseen invertir en el reciclaje.
- Realizar prácticas para determinar las características físico-químicas del papel reciclado.
- Investigar sobre los costos de una planta de tratamiento para este tipo de industria

ANEXOS

Anexo. 1 Cuestionario para los centros de acopio de envases multicapa de la Cd. de Cancún.

Autor: Moisés Mezquita Reyes
APROVECHAMIENTO DE LOS RESIDUOS MULTICAPA

Empresa

Fecha:

Dirección:

Tel:

Responsable:

1. ¿Solamente se dedica al acopio de Tetra pak? A) Sí B) No c) otros.
2. ¿Cuánto tiempo lleva en el negocio del reciclado?
3. ¿Cuántos empleados laboran en su empresa? a) 0-10 b) 10-20 c) 20 en adelante
4. ¿Cuál es el ingreso mínimo y máximo mensual que perciben los empleados de su empresa?
5. ¿Cuál es la cantidad promedio de envases Tetra Pak que almacena al mes en temporada alta y baja?
6. ¿Cuál es su método de obtención del material recolectado? a) propios b) se los traen c) otros
Caso B. ¿Quién?
7. ¿Cuál es el precio que se maneja por Kilogramo de envases Tetra pak que se reciba?
8. ¿Cuál es el destino final de sus envases recolectados?
9. ¿Cuál es el valor en pesos de una tonelada de envases?
10. ¿cada cuánto envía?

Autor: Moisés Mezquita Reyes
APROVECHAMIENTO DE LOS RESIDUOS MULTICAPA

11. ¿les aplican algún tratamiento antes de enviarlo?
a) Sí b) No
En casi de a) ¿Cuál?
12. ¿Cuál es el medio de transporte de sus envases hacia su destino final?
13. ¿los gastos generados por el transporte de este material quien lo absorbe?
14. ¿A cuántas empresas le vende sus productos?
15. A) una B) más de dos
16. ¿Cuáles?
17. ¿aproximadamente cuál es el tamaño de sus instalaciones en cuanto a superficie de capacidad de acopio?
18. ¿cuenta con alguna otra instalación aparte de esta?
19. ¿se requiere algún permiso para el almacenamiento de los envases?
a) Sí b) No
En caso de Si ¿20?
20. ¿ante que autoridades lo tramito?
21. ¿el permiso por cuánto tiempo se lo otorgan?
22. ¿Se interesa por algún artículo fabricado con material recolectado de tetra pak?

Autor: Moisés Mezquita Reyes
APROVECHAMIENTO DE LOS RESIDUOS MULTICAPA

Anexo. 2 Contiene los datos para el cálculo del salario real de cada empleado²

FACTOR DE SALARIO REAL			
DIAS CALENDARIO			365
DIAS OFICIALES NO LABORADOS			
	DOMINGOS	52	
	DIAS FESTIVOS	7	
	VACACIONES	6	
	DIAS POR COSTUMBRE	5	
	MAL TIEMPO	2	
	SUMAS	72	
DIAS TRABAJADOS AL AÑO			293
DIAS PAGADOS			
	DIAS CALENDARIO	365	
	PRIMA VACACIONAL	1.5	
	AGUINALDO	15	
	SUMAS		381.5
FACTOR DE INCREMENTO			1.302047782
PRESTACIONES			
	IMSS	33.92%	0.339
	INFONAVIT	5%	0.05
	NÓMINAS	2%	0.02
	TOTAL PRESTACIONES	40.92%	0.4092
FACTOR DE SALARIO REAL			1.711247782

² El valor calculado en esta tabla se utiliza para determinar el salario real por puesto en el anexo 4.

Autor: Moisés Mezquita Reyes
APROVECHAMIENTO DE LOS RESIDUOS MULTICAPA

Anexo. 3 Porcentaje para el pago de las prestaciones e impuestos.

Incremento por prestaciones		
IMMS (2007)		
Enfermedades y maternidad		24.28%
Invalidez y vida		2.37%
Guarderías		1.00%
Retiro		2.00%
Cesantía y vejez		4.28%
	SUMA IMMS	33.92%
INFONAVIT		5.00%
NÓMINAS		2.00%

Autor: Moisés Mezquita Reyes
APROVECHAMIENTO DE LOS RESIDUOS MULTICAPA

Anexo. 4 Listado de los puestos y salarios requeridos para la operación de la planta.

Listado y Gastos de Mano de Obra del personal Técnico, Especializado y Administrativo						
Núm.	Descripción	SALARIO DÍARIO	F.S.R	SALA.REAL.DÍA	Gasto Mensual	Gasto anual
Personal de Producción						
1	Operador montacargas	\$ 214.29	1.711247782	\$ 366.70	\$ 10,267.49	\$ 123,209.84
1	Operador trituradora y refinador	\$ 214.29	1.711247782	\$ 366.70	\$ 10,267.49	\$ 123,209.84
1	Operador Equipo	\$ 214.29	1.711247782	\$ 366.70	\$ 10,267.49	\$ 123,209.84
1	Ayudante montacarga	\$ 142.86	1.711247782	\$ 244.46	\$ 6,844.99	\$ 82,139.89
1	Ayudante trituradora y refinador	\$ 142.86	1.711247782	\$ 244.46	\$ 6,844.99	\$ 82,139.89
1	Ayudante Equipo	\$ 142.86	1.711247782	\$ 244.46	\$ 6,844.99	\$ 82,139.89
1	operador de relevo	\$ 214.29	1.711247782	\$ 366.70	\$ 10,267.49	\$ 123,209.84
1	ayudante relevo	\$ 142.86	1.711247782	\$ 244.46	\$ 6,844.99	\$ 82,139.89
	sumas			\$ 2,444.64	\$ 68,449.91	\$ 821,398.94
Personal Técnico Mantenimiento y Ayudantes						
1	Electricista	\$ 242.86	1.711247782	\$ 415.59	\$ 11,636.48	\$ 139,637.82
1	mecánico	\$ 242.86	1.711247782	\$ 415.59	\$ 11,636.48	\$ 139,637.82
1	Instrumentista	\$ 242.86	1.711247782	\$ 415.59	\$ 11,636.48	\$ 139,637.82
1	Ayudante Electricista	\$ 171.43	1.711247782	\$ 293.36	\$ 8,213.99	\$ 98,567.87
1	Ayudante Mecánico	\$ 171.43	1.711247782	\$ 293.36	\$ 8,213.99	\$ 98,567.87
1	Ayudante Instrumentista	\$ 171.43	1.711247782	\$ 293.36	\$ 8,213.99	\$ 98,567.87
	Técnico de Calidad	\$ 242.86	1.711247782	\$ 415.59	\$ 11,636.48	\$ 139,637.82
6	sumas			\$ 2,542.43	\$ 71,187.91	\$ 854,254.89

Autor: Moisés Mezquita Reyes
APROVECHAMIENTO DE LOS RESIDUOS MULTICAPA

Personal Especializado						
1	Producción (Rendimiento y Calidad del Producto)	\$ 285.71	1.711247782	\$ 3,422.50	\$ 13,689.98	\$ 164,279.79
1	Mantenimiento (Control de mantenimiento y refacciones)	\$ 285.71	1.711247782	\$ 3,422.50	\$ 13,689.98	\$ 164,279.79
1	Auxiliar para cubrir turnos	\$ 285.71	1.711247782	\$ 3,422.50	\$ 13,689.98	\$ 164,279.79
2	Sumas			\$ 10,267.49	\$ 41,069.95	\$ 492,839.36
Personal Administrativo						
1	Contador Privado	\$ 285.71	1.711247782	\$ 3,422.50	\$ 13,689.98	\$ 164,279.79
1	Auxiliar de Recursos Humanos y nomina	\$ 400.00	1.711247782	\$ 4,791.49	\$ 19,165.98	\$ 229,991.70
1	Encargado de Ventas	\$ 400.00	1.711247782	\$ 4,791.49	\$ 19,165.98	\$ 229,991.70
1	Encargado de Compras	\$ 357.14	1.711247782	\$ 4,278.12	\$ 17,112.48	\$ 205,349.73
1	Gerente General	\$ 500.00	1.711247782	\$ 5,989.37	\$ 23,957.47	\$ 287,489.63
1	Jefe de planta	\$ 400.00	1.711247782	\$ 4,791.49	\$ 19,165.98	\$ 229,991.70
1	Secretaria Auxiliar. del Gerente	\$ 171.43	1.711247782	\$ 2,053.50	\$ 8,213.99	\$ 98,567.87
1	Secretaria Auxiliar del Jefe de Planta	\$ 171.43	1.711247782	\$ 2,053.50	\$ 8,213.99	\$ 98,567.87
1	Secretaria Auxiliar de Comp. Y Ventas	\$ 171.43	1.711247782	\$ 2,053.50	\$ 8,213.99	\$ 98,567.87
9	Sumas			\$ 34,224.96	\$ 136,899.82	\$ 1,642,797.87
Gasto T. Salario de Pers de Producción				\$ 45,176.94	\$ 180,707.77	\$ 2,168,493.19
Gasto T. Salario de Pers de Administrativo				\$ 34,224.96	\$ 136,899.82	\$ 1,642,797.87
GASTO TOTAL				\$ 79,401.90	\$ 317,607.59	\$ 3,811,291.06

Anexo. 5 Listado de los puestos y salarios requeridos para la operación de la planta.

Anexo. 6 Costo total de la planta.

TARJETAS DE PRECIOS UNITARIOS				
CONCEPTO:	Maquinaria y equipo adicional para la planta			
UNIDAD	cotización			
UBICACIÓN	Cancún, Q. Roo			
FECHA	20 de marzo de 2013			
EQUIPOS				
CONCEPTO	U	CANT.	P.U.	IMPORTE
Transportador de cadena Mod. BFW1200	PZA	1	\$ 156,000.00	\$ 156,000.00
Desfibrador H.C. Mod. ZDS22	PZA	1	\$ 128,700.00	\$ 128,700.00
Separador de Impurezas Mod. ZDF21	PZA	1	\$ 143,000.00	\$ 143,000.00
Tambor de cribado Mod. ZST1	PZA	1	\$ 221,000.00	\$ 221,000.00
Depurador de alta consistencia Mod. ZSC13	PZA	1	\$ 104,000.00	\$ 104,000.00
Separador de fibra con pequeños orificios Mod. ZDF2	PZA	1	\$ 117,000.00	\$ 117,000.00
Depurador vibratorio Mod. ZSK11	PZA	1	\$ 65,000.00	\$ 65,000.00
Depurador de baja consistencia Mod. ZSC450	set	1	\$ 130,000.00	\$ 130,000.00
Primera criba con ranuras en las rejas Mod. ZSA05	PZA	1	\$ 117,000.00	\$ 117,000.00
Criba vibratoria Mod. ZSK11	PZA	1	\$ 91,000.00	\$ 91,000.00
Cilindro Espesante Final Mod. ZNW4	PZA	1	\$ 156,000.00	\$ 156,000.00
Refinador de doble disco Mod. ZDP11	PZA	1	\$ 286,000.00	\$ 286,000.00
Trituradora de polialuminio	PZA	1	\$ 115,700.00	\$ 115,700.00
Planta de tratamiento de aguas	PZA	1	\$ 3,250,000.00	\$ 3,250,000.00
Subestación eléctrica	PZA	1	\$ 221,000.00	\$ 221,000.00
Material adicional				
Montacargas	PZA	1	\$ 439,647.00	\$ 439,647.00
Bascula	PZA	2	\$ 10,000.00	\$ 20,000.00
Cisterna	PZA	1	\$ 910,000.00	\$ 910,000.00
Pozo de agua	PZA	1	\$ 32,500.00	\$ 32,500.00
Terreno	M2	1200	\$ 2,000.00	\$ 2,400,000.00
Gastos adicionales de instalación	PZA	1	\$ 1,066,000.00	\$ 1,066,000.00
Vehículos de carga camioneta	PZA	1	\$ 240,000.00	\$ 240,000.00
Vehículo pequeño de transporte	PZA	1	\$ 140,000.00	\$ 140,000.00
Construcción de instalaciones	M2	1028	\$ 10,832.00	\$ 11,135,296.00
Gastos de traslado China-México e impuestos			\$ 45,500.00	\$ 45,500.00
SUMA			\$ 8,197,879.00	\$ 21,730,343.00

Autor: Moisés Mezquita Reyes
APROVECHAMIENTO DE LOS RESIDUOS MULTICAPA

Anexo. 7 Presupuesto del equipo de protección y seguridad para el trabajador.

CONCEPTO :	<u>Cotización de Equipo de Protección personal</u>				
CONCEPTO	U	CANT.	P.U	IMPORTANTE	
Uniforme	Pza.	20	\$ 300.00	\$	6,000.00
Botas	Pza.	50	\$ 200.00	\$	10,000.00
Cascos	Pza.	20	\$ 80.00	\$	1,600.00
Fajas	Pza.	20	\$ 130.00	\$	2,600.00
Chalecos de seguridad reflejantes	Pza.	20	\$ 150.00	\$	3,000.00
Extintores	Pza.	10	\$ 800.00	\$	8,000.00
suma				\$	31,200.00

Anexo. 8 Listado y presupuesto requerido por concepto de equipo de oficina.

CONCEPTO :	<u>Cotización mobiliario y equipo de oficina</u>				
CONCEPTO	U	CANT.	P.U	IMPORTANTE	
Escritorio Ejecutivos	Pza.	2	\$ 6,000.00	\$	12,000.00
Sillas ejecutivas	Pza.	2	\$ 700.00	\$	1,400.00
Archiveros	Pza.	5	\$ 8,500.00	\$	42,500.00
Computadoras portátil	Pza.	3	\$ 9,000.00	\$	27,000.00
Computadoras de escritorio	Equipo	9	\$ 8,000.00	\$	72,000.00
Impresora multifuncional	Pza.	1	\$ 5,000.00	\$	5,000.00
Librero	Pza.	3	\$ 2,000.00	\$	6,000.00
Enfriador	Pza.	1	\$ 3,000.00	\$	3,000.00
Escritorio Secretarial	Pza.	3	\$ 1,500.00	\$	4,500.00
Sillas secretarial	Pza.	3	\$ 700.00	\$	2,100.00
Sillas auxiliares ejecutivas	Pza.	4	\$ 400.00	\$	1,600.00
suma				\$	177,100.00

Autor: Moisés Mezquita Reyes
APROVECHAMIENTO DE LOS RESIDUOS MULTICAPA

Anexo. 9 Dimensionamiento de la planta de reciclaje.

SUPERFICIE DE LA PLANTA	
ÁREA DESTINADA PARA	M2
Oficinas y área del comedor	100
Planta de aguas residuales	80
Maquinarias y producción	428
Almacén de materia prima	300
Almacén de productos terminados	200
Estacionamiento y áreas verdes	92
Total	1200

Anexo. 10 Montos y elementos de la inversión requerida para la planta de aprovechamiento.

COSTO DE LA INVERSIÓN INICIAL	
CONCEPTO :	INVERSIÓN INICIAL REQUERIDA
CONCEPTO	IMPORTANTE
Maquinaria y Equipo adicional	\$ 21,730,343.00
Equipo de protección personal	\$ 31,200.00
Mobiliario de oficina	\$ 177,100.00
Costos indirectos	\$ 3,187,628.43
Total de inversión	\$ 25,126,271.43

Autor: Moisés Mezquita Reyes
APROVECHAMIENTO DE LOS RESIDUOS MULTICAPA

Anexo. 11 Costo de adquisición de una tonelada de materia prima para formar una tonelada de celulosa.

TARJETA DE PRECIOS UNITARIOS					
CLAVE	CONCEPTO:	Adquisición de pacas de envases (materia prima).			
	UNIDAD	Tonelada			
	UBICACIÓN	Cancún, Q. Roo			
	FECHA	16 de diciembre del 2014			
MATERIALES					
CLAVE	CONCEPTO	U	CANTIDAD	P.U.	IMPORTE
	Envases multicapa de 739kg	Paca	2	\$ 1,500.00	\$ 3,000.00
SUMAS					\$ 3,000.00
MANO DE OBRA					
CLAVE	CONCEPTO	U	CANTIDAD	P.U.	IMPORTE
	Encargado de bodega	JOR	0.025	\$ 244.46	\$ 6.11
SUMAS					\$ 6.11
HERRAMIENTA					
CLAVE	CONCEPTO	U	CANTIDAD	P.U.	IMPORTE
	Herramienta menor	%	3	\$ 6.11	\$ 0.18
SUMAS					\$ 0.18
EQUIPO					
CLAVE	CONCEPTO	U	CANTIDAD	P.U.	IMPORTE
	Montacargas	Hrs	0.015	\$ 281.68	\$ 4.23
	Bascula	Hrs	0.1	\$ 2.04	\$ 0.20
SUMAS					\$ 4.43
COSTOS DIRECTOS					\$ 3,010.72

Autor: Moisés Mezquita Reyes
APROVECHAMIENTO DE LOS RESIDUOS MULTICAPA

Anexo. 12 Análisis preliminar de los procesos para la formación de Celulosa y Polialuminio.

TARJETA DE PRECIOS UNITARIOS POR ETAPA DEL PROCESO DE LA PLANTA					
CLAVE	CONCEPTO:	Recibo, desempaque y limpieza.			
	UNIDAD	Tonelada			
	UBICACIÓN	Cancún, Q. Roo			
	FECHA	16 de diciembre del 2014			
MATERIALES					
CLAVE	CONCEPTO	U	CANTIDAD	P.U.	IMPORTE
				SUMAS	\$ -
MANO DE OBRA					
CLAVE	CONCEPTO	U	CANTIDAD	P.U.	IMPORTE
	Operador de montacargas	JOR	0.16666667	\$ 366.70	\$ 61.12
	Ayudante y encargado de bodega	JOR	0.16666667	\$ 244.46	\$ 40.74
				SUMAS	\$ 101.86
HERRAMIENTA					
CLAVE	CONCEPTO	U	CANTIDAD	P.U.	IMPORTE
	Herramienta menor	%	3	\$ 101.86	\$ 3.06
				SUMAS	\$ 3.06
EQUIPO					
CLAVE	CONCEPTO	U	CANTIDAD	P.U.	IMPORTE
	Montacargas	Hrs	0.1	\$ 281.68	\$ 28.17
				SUMAS	\$ 28.17
COSTOS DIRECTOS					\$ 133.08

Autor: Moisés Mezquita Reyes
APROVECHAMIENTO DE LOS RESIDUOS MULTICAPA

Anexo. 13 Análisis preliminar de los procesos para la formación de Celulosa y Polialuminio.

TARJETA DE PRECIOS UNITARIOS POR ETAPA DEL PROCESO DE LA PLANTA						
CLAVE	CONCEPTO:	Desfibrado				
	UNIDAD	Tonelada				
	UBICACIÓN	Cancún, Q. Roo				
	FECHA	16 de diciembre del 2014				
MATERIALES						
CLAVE	CONCEPTO	U	CANTIDAD	P.U.	IMPORTE	
	Agua	m3	5	\$ 5.58	\$	27.90
SUMAS					\$	27.90
MANO DE OBRA						
CLAVE	CONCEPTO	U	CANTIDAD	P.U.	IMPORTE	
	Operador de maquinaria	JOR	0.16666667	\$ 366.70	\$	61.12
	ayudante	JOR	0.16666667	\$ 244.46	\$	40.74
SUMAS					\$	101.86
HERRAMIENTA						
CLAVE	CONCEPTO	U	CANTIDAD	P.U.	IMPORTE	
	Herramienta menor	%	3	\$ 101.86	\$	3.06
SUMAS					\$	3.06
EQUIPO						
CLAVE	CONCEPTO	U	CANTIDAD	P.U.	IMPORTE	
	Transportador de cadena	Hrs	0.1	\$ 28.32	\$	2.83
	Desfibrador H.C. ZDS22	Hrs	0.1	\$ 92.43	\$	9.24
	Separador de impurezas	Hrs	0.1	\$ 38.14	\$	3.81
SUMAS					\$	15.89
COSTOS DIRECTOS					\$	148.70

Autor: Moisés Mezquita Reyes
APROVECHAMIENTO DE LOS RESIDUOS MULTICAPA

Anexo. 14 Análisis preliminar de los procesos para la formación de Celulosa y Polialuminio.

TARJETA DE PRECIOS UNITARIOS POR ETAPA DEL PROCESO DE LA PLANTA					
CLAVE	CONCEPTO:	Depurado			
	UNIDAD	Tonelada			
	UBICACIÓN	Cancún, Q. Roo			
	FECHA	16 de diciembre del 2014			
MATERIALES					
CLAVE	CONCEPTO	U	CANTIDAD	P.U.	IMPORTE
				SUMAS	\$ -
MANO DE OBRA					
CLAVE	CONCEPTO	U	CANTIDAD	P.U.	IMPORTE
	Instrumentista	JOR	0.16666667	\$ 415.59	\$ 69.27
	Ayudante instrumentista	JOR	0.16666667	\$ 293.36	\$ 48.89
	Técnico en calidad	JOR	0.16666667	\$ 415.59	\$ 69.27
				SUMAS	\$ 187.42
HERRAMIENTA					
CLAVE	CONCEPTO	U	CANTIDAD	P.U.	IMPORTE
	Herramienta menor	%	3	\$ 187.42	\$ 562.27
				SUMAS	\$ 562.27
EQUIPO					
CLAVE	CONCEPTO	U	CANTIDAD	P.U.	IMPORTE
	Tambor de cribado mod. ZST1	Hrs	0.1	\$ 29.29	\$ 2.93
	Depurador de alta consistencia mod. ZSC13	Hrs	0.1	\$ 12.46	\$ 1.25
	Separador de fibra con pequeños orificios mod. ZDF2	Hrs	0.1	\$ 45.53	\$ 4.55
	Criba vibratoria mod. ZSK11.	Hrs	0.1	\$ 9.33	\$ 0.93
				SUMAS	\$ 9.66
				COSTOS DIRECTOS	\$ 759.35

Autor: Moisés Mezquita Reyes
APROVECHAMIENTO DE LOS RESIDUOS MULTICAPA

Anexo. 15 Análisis preliminar generado por la formación de Celulosa.

TARJETA DE PRECIOS UNITARIOS POR ETAPA DEL PROCESO DE LA PLANTA						
CLAVE	CONCEPTO:	SECADO				
	UNIDAD	Tonelada				
	UBICACIÓN	Cancún, Q. Roo				
	FECHA	16 de diciembre del 2014				
MATERIALES						
CLAVE	CONCEPTO	U	CANTIDAD	P.U.	IMPORTE	
				SUMAS	\$	-
MANO DE OBRA						
CLAVE	CONCEPTO	U	CANTIDAD	P.U.	IMPORTE	
				SUMAS		
HERRAMIENTA						
CLAVE	CONCEPTO	U	CANTIDAD	P.U.	IMPORTE	
				SUMAS		
EQUIPO						
CLAVE	CONCEPTO	U	CANTIDAD	P.U.	IMPORTE	
	Depurador de material de baja consistencia ZSC450	Hrs	0.1	\$ 15.58	\$	1.56
	Primera criba con ranuras en las rejillas mod. ZSA05	Hrs	0.1	\$ 14.02	\$	1.40
	Criba vibratoria mod. ZSK11	Hrs	0.1	\$ 21.41	\$	2.14
	Cilindro espesante final mod. ZNW4	Hrs	0.1	\$ 23.95	\$	2.40
	Refinador de doble disco mod. ZDP11	Hrs	0.1	\$ 111.26	\$	11.13
				SUMAS	\$	18.62
				COSTOS DIRECTOS	\$	18.62

Autor: Moisés Mezquita Reyes
APROVECHAMIENTO DE LOS RESIDUOS MULTICAPA

Anexo. 16 Análisis preliminar de los costos generado por el proceso de formación de Celulosa.

TARJETA DE PRECIOS UNITARIOS POR ETAPA DEL PROCESO DE LA PLANTA					
CLAVE	CONCEPTO:	Molienda			
	UNIDAD	Tonelada			
	UBICACIÓN	Cancún, Q. Roo			
	FECHA	16 de diciembre del 2014			
MATERIALES					
CLAVE	CONCEPTO	U	CANTIDAD	P.U.	IMPORTE
				SUMAS	\$ -
MANO DE OBRA					
CLAVE	CONCEPTO	U	CANTIDAD	P.U.	IMPORTE
				SUMAS	\$ 101.87
HERRAMIENTA					
CLAVE	CONCEPTO	U	CANTIDAD	P.U.	IMPORTE
				SUMAS	
EQUIPO					
CLAVE	CONCEPTO	U	CANTIDAD	P.U.	IMPORTE
	Trituradora	Hrs	0.1	\$ 138.26	\$ 13.83
				SUMAS	\$ 13.83
				COSTOS DIRECTOS	\$ 115.70

Autor: Moisés Mezquita Reyes
APROVECHAMIENTO DE LOS RESIDUOS MULTICAPA

Anexo. 17 Análisis preliminar generado por los costos del proceso de formación de Celulosa y Polialuminio.

TARJETA DE PRECIOS UNITARIOS POR ETAPA DEL PROCESO DE LA PLANTA					
CLAVE	CONCEPTO:	Productos finales o terminados			
	UNIDAD	Tonelada			
	UBICACIÓN	Cancún, Q. Roo			
	FECHA	16 de diciembre del 2014			
MATERIALES					
CLAVE	CONCEPTO	U	CANTIDAD	P.U.	IMPORTE
				SUMAS	\$ -
MANO DE OBRA					
CLAVE	CONCEPTO	U	CANTIDAD	P.U.	IMPORTE
	Operador molienda y refinador	Jor	0.16666667	\$ 366.76	\$ 61.13
	Ayudante molienda y refinador	Jor	0.16666667	\$ 244.46	\$ 40.74
				SUMAS	\$ 101.87
HERRAMIENTA					
CLAVE	CONCEPTO	U	CANTIDAD	P.U.	IMPORTE
	Herramienta menor	%	3	\$ 101.87	\$ 3.06
				SUMAS	\$ 3.06
EQUIPO					
CLAVE	CONCEPTO	U	CANTIDAD	P.U.	IMPORTE
	Bascula	Hrs	0.1	\$ 2.04	\$ 0.20
	Montacargas	Hrs	0.1	\$ 281.68	\$ 28.17
				SUMAS	\$ 28.37
COSTOS DIRECTOS					\$ 133.30

Autor: Moisés Mezquita Reyes
APROVECHAMIENTO DE LOS RESIDUOS MULTICAPA

Anexo. 18 Análisis para establecer el precio de venta de la tonelada de Celulosa.

TARJETA DE PRECIOS UNITARIOS POR ETAPA DEL PROCESO DE LA PLANTA					
CLAVE	CONCEPTO:	Análisis de costo de producción de la Ton fibra			
	UNIDAD	Tonelada			
	UBICACIÓN	Cancún, Q. Roo			
	FECHA	16 de diciembre del 2014			
MATERÍA PRIMA					
CLAVE	CONCEPTO	U	CANTIDAD	P.U.	IMPORTE
	Fibra	TON	1	\$ 3,010.72	\$ 3,010.72
	Tarimas de madera	Pza.	1	\$ 140.00	\$ 140.00
	Playo	KG	1	\$ 35.00	\$ 35.00
SUMAS					\$ 3,150.72
PROCESOS					
CLAVE	CONCEPTO	U	CANTIDAD	P.U.	IMPORTE
	Recibo de materia prima	TON	1	\$ 133.08	\$ 133.08
	Desfibrado	TON	1	\$ 148.70	\$ 148.70
	Depurado	TON	1	\$ 759.35	\$ 759.35
	Secado	TON	1	\$ 18.62	\$ 18.62
	Producto final	TON	1	\$ 133.30	\$ 133.30
SUMAS					\$ 1,193.06
HERRAMIENTA					
CLAVE	CONCEPTO	U	CANTIDAD	P.U.	IMPORTE
SUMAS					
EQUIPO					
CLAVE	CONCEPTO	U	CANTIDAD	P.U.	IMPORTE
SUMAS					
COSTOS DIRECTOS					\$ 4,343.79
INDIRECTOS (%)					25% \$ 1,085.95
COSTOS TOTALES					\$ 5,429.73
UTILIDAD (%)					125% \$ 6,787.17
PRECIO UNITARIO					\$ 12,216.90

Autor: Moisés Mezquita Reyes
APROVECHAMIENTO DE LOS RESIDUOS MULTICAPA

Anexo. 19 Análisis para establecer el precio de venta de la tonelada de Polialuminio.

TARJETA DE PRECIOS UNITARIOS POR ETAPA DEL PROCESO DE LA PLANTA					
CLAVE	CONCEPTO:	Análisis del costo de producción de la Ton Polialuminio			
	UNIDAD	Tonelada			
	UBICACIÓN	Cancún, Q. Roo			
	FECHA	16 de diciembre del 2014			
Materia prima					
CLAVE	CONCEPTO	U	CANTIDAD	P.U.	IMPORTE
	Tarimas de madera	Pz	1	\$ 140.00	\$ 140.00
	Playo	Kg	1	\$ 35.00	\$ 35.00
SUMAS					\$ 140.00
PROCESOS					
CLAVE	CONCEPTO	U	CANTIDAD	P.U.	IMPORTE
	Recibo de materia prima	TON	1	\$ 133.08	\$ 133.08
	Desfibrado	TON	1	\$ 148.70	\$ 148.70
	Molienda	TON	1	\$ 115.70	\$ 115.70
	Producto final	TON	1	\$ 133.30	\$ 133.30
SUMAS					\$ 530.78
HERRAMIENTA					
CLAVE	CONCEPTO	U	CANTIDAD	P.U.	IMPORTE
SUMAS					
EQUIPO					
CLAVE	CONCEPTO	U	CANTIDAD	P.U.	IMPORTE
SUMAS					
COSTOS DIRECTOS					\$ 670.78
INDIRECTOS (%)					30% \$ 201.23
COSTOS TOTALES					\$ 872.02
UTILIDAD (%)					120% \$ 1,046.42
PRECIO UNITARIO					\$ 1,918.44

Autor: Moisés Mezquita Reyes
APROVECHAMIENTO DE LOS RESIDUOS MULTICAPA

Anexo. 20 Muestra el valor de costo indirecto para el funcionamiento de la planta.

COSTOS INDIRECTOS					
CONCEPTO	SALARIO BASE	F.S.R	SALARIO REAL	EGRESO MENSUAL	EGRESO ANUAL
PERSONAL DIRECTIVO					
Gerente General	\$ 500.00	1.71124778	\$ 855.62	\$ 25,668.72	\$ 308,024.60
Jefe de planta	\$ 400.00	1.71124778	\$ 684.50	\$ 20,534.97	\$ 246,419.68
Secretaria Axu del Gerente	\$ 171.43	1.71124778	\$ 293.36	\$ 8,800.78	\$ 105,609.31
Secretaria Axu del jefe de planta	\$ 171.43	1.71124778	\$ 293.36	\$ 8,800.78	\$ 105,609.31
sumas					\$ 765,662.91
PERSONAL ADMINISTRATIVO					
Encargado de ventas	\$ 400.00	1.71124778	\$ 684.50	\$ 20,534.97	\$ 246,419.68
Encargado de compras	\$ 357.14	1.71124778	\$ 611.16	\$ 18,334.65	\$ 220,015.81
Auxiliar de recursos humanos y nomina	\$ 400.00	1.71124778	\$ 684.50	\$ 20,534.97	\$ 246,419.68
Secretaria de compras y ventas	\$ 171.43	1.71124778	\$ 293.36	\$ 8,800.78	\$ 105,609.31
Contador	\$ 285.71	1.71124778	\$ 488.92	\$ 14,667.62	\$ 176,011.42
Sumas					\$ 994,475.91
Personal especializado					
Responsable de producción (rendimiento y calidad de productos)	\$ 285.71	1.71124778	\$ 488.92	\$ 14,667.62	\$ 176,011.42
Mantenimiento (control de mantenimiento y refacciones)	\$ 285.71	1.71124778	\$ 488.92	\$ 14,667.62	\$ 176,011.42
Aux. suplente mantenimiento y producción	\$ 285.71	1.71124778	\$ 488.92	\$ 14,667.62	\$ 176,011.42
Sumas					\$ 528,034.25
Personal técnico y ayudantes					
Electricista	\$ 242.86	1.71124778	\$ 415.59	\$ 12,467.81	\$ 149,613.71
Mecánico	\$ 242.86	1.71124778	\$ 415.59	\$ 12,467.81	\$ 149,613.71
Ayudante electricista	\$ 171.43	1.71124778	\$ 293.36	\$ 8,800.78	\$ 105,609.31
Ayudante mecánico	\$ 171.43	1.71124778	\$ 293.36	\$ 8,800.78	\$ 105,609.31
Ayudante instrumentista	\$ 171.43	1.71124778	\$ 293.36	\$ 8,800.78	\$ 105,609.31
Sumas					\$ 616,055.36
Gastos de oficina					
Impuesto predial				\$ 5,000.00	\$ 5,000.00
servicio de comunicación				\$ 2,000.00	\$ 24,000.00
Luz				\$ 4,500.00	\$ 54,000.00
Papelería				\$ 1,000.00	\$ 12,000.00
Vehículo				\$ 4,800.00	\$ 57,600.00
servicio de vigilancia				\$ 8,000.00	\$ 96,000.00
Sumas					\$ 248,600.00
Otros gastos					
Asesoría legal				\$ 400.00	\$ 4,800.00
Asesoría técnica y mantenimiento				\$ 2,500.00	\$ 30,000.00
publicidad				\$ 10,000.00	\$ 120,000.00
sumas					\$ 34,800.00
				TOTAL	\$ 3,187,628.43

Autor: Moisés Mezquita Reyes
APROVECHAMIENTO DE LOS RESIDUOS MULTICAPA

Anexo. 21 Valor de las ventas de acuerdo al porcentaje de costos indirectos que corresponde.

PORCENTAJE DE COSTOS INDIRECTOS	MONTO TOTAL DE VENTAS ANUALES (MVA)	
10	\$	31,876,284.30
15	\$	21,250,856.20
20	\$	15,938,142.15
25	\$	12,750,513.72
30	\$	10,625,428.10
35	\$	9,107,509.80
50	\$	6,375,256.86
60	\$	5,312,714.05
65	\$	4,904,043.74

Anexo. 22 Porcentajes de costos indirectos, valor de las ventas totales anuales y mensuales.

PORCENTAJE DE COSTOS INDIRECTOS	CANTIDAD DE VENTAS ANUALES EN TONELADAS (CVA)	(MENSUAL)
10	3321	277
15	2214	184
20	1660	138
25	1328	111
30	1107	92
35	949	79
50	664	55
60	553	46
65	511	43

Autor: Moisés Mezquita Reyes
APROVECHAMIENTO DE LOS RESIDUOS MULTICAPA

Anexo. 23 Análisis de la venta neta anual Polialuminio y la Celulosa.

FLUJO DE EFECTIVO NETO (FEN)						
PROYECTO:	APROVECHAMIENTO DE ENVASES TETRA PAK					
CONCEPTO	U	CANTIDAD	P.U		INGRESOS	EGRESOS
CELULOSA	TON	1328	\$	12,216.90	\$	16,226,615.31
POLIALUMINIO	TON	332	\$	1,918.44	\$	637,022.50
TOTAL DE VENTAS					\$	16,863,637.81
COSTO/AÑO						
CELULOSA	TON	1328	\$	4,343.79		\$ 5,769,463.22
POLIALUMINIO	TON	332	\$	670.78		\$ 222,735.14
TOTAL COSTOS					\$	5,992,198.36
IMPUESTOS						
ISR		34%				\$ 5793124.045
TOTAL DE IMPUESTOS					\$	5793124.045
FLUJO NETO DE EFECTIVO ANUAL					\$	5,078,315.41

Autor: Moisés Mezquita Reyes
APROVECHAMIENTO DE LOS RESIDUOS MULTICAPA

Anexo. 24 Análisis financiero, método del Valor Presente Neto

VALOR PRESENTE NETO			
FLUJO DE EFECTIVO			
INVERSIÓN TOTALES	\$ 25,126,271.43		
TREMA			
Tasa libre de riesgo (ib) = 3.2975 %	3.3%	TIIIE28	
Prima de riesgo = 4(10)	4%		
TREMA	7.3%		
VPN 5 AÑOS			
AÑOS	FNE	VPN	POTENCIA
0	-\$ 25,126,271.43	-\$ 25,126,271.43	
1	\$ 5,078,315.41	\$ 4,732,929.85	1.07
2	\$ 5,078,315.41	\$ 5,846,539.35	1.15
3	\$ 5,078,315.41	\$ 6,273,190.56	1.24
4	\$ 5,078,315.41	\$ 6,730,976.64	1.33
5	\$ 5,078,315.41	\$ 7,222,169.66	1.42
		Total	\$ 5,679,534.63

Anexo. 25 Análisis financiero por medio de la TIR

Tasa Interna de Retorno		
Tasa de descuento	7.3%	
Inversión Inicial.	\$ 25,126,271.43	
AÑO	VALOR FNE	TIR
	-\$ 25,126,271.43	
1	\$ 4,732,929.85	
2	\$ 5,846,539.35	-41%
3	\$ 6,273,190.56	-17%
4	\$ 6,730,976.64	-2%
5	\$ 7,222,169.66	7%
TOTAL	\$ 30,805,806.06	

Bibliografía

Agrotop, (2014). Índice de precios, *Celulosa NBSK*. Recuperado el día 20 de noviembre del 2014 de: <http://empresasagrotop.cl/es/unidad/agrotopsf/precio/14>

Alcázar, P. (2013). Realmente es necesario un estudio de mercado. Recuperado de fuente electrónica el día 27 de agosto del 2014 de:

<http://www.emprendedores.es/crear-una-empresa/como-hacer-un-estudio-de-mercado>

Aguilar R. N. (2004). *El reciclado del papel y cartón*; Facultad de ciencias biológicas y agropecuarias, Universidad de Veracruz.

Becerra A. B., Ramírez C, R., Rentería U, M & Barrientos R, L., (2008). Procesos para la elaboración de papel Tussue. Mexico: Amate editorial.

Becerra, M, A. & Villabona, C. A, (2009). “*Diseño conceptual de una planta para el aprovechamiento de residuos de envases asépticos (envases de tetra pak) en Bogotá D.C.*” Universidad de la Salle facultad de ingeniería, programa de ingeniería ambiental y sanitaria Bogotá.

Baca U. G. (2001).Evaluación de proyectos. “*Estudio de mercado*”. 4ta Edición, Editorial McGraw-Hill. Recuperado el día 27 de agosto de 2014 de <http://es.slideshare.net/MONIKKK/evaluacion-de-proyectos-estudio-de-mercado-gabriel-baca-urbina>

Bolaños G, I. et al. (2005). *Estudio de generación y caracterización de los residuos sólidos domiciliarios (RSD) en la localización de Puerto angel, Oaxaca, México.*

Bando de Gobierno y Policía del municipio de Benito Juárez, Quintana Roo última reforma 18 de octubre del 2012 en el publicado en el Periódico Oficial del Estado.

Bando de Policía y Gobierno del Municipio de Mérida, Publicado en el diario oficial del Gobierno del Estado el 9 de noviembre del 2006. Ayuntamiento de Mérida, Estado de Yucatán.

Cámara Nacional de la industrial de la celulosa y el papel, (2012). Plan de manejo de residuos de papel y cartón en México. Recuperado el día 12 de octubre del 2014 de:

<http://www.canipeec.org.mx/woo/xtras/EVENTOS/Residuos%2014mar13/CAMARA%20DE%20PAPEL.pdf>

Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, 06/2013, última reforma 11 de junio. *De los Derechos Humanos y sus Garantías*. Diario Oficial de la Federación

Cases R, J. (1999). Solicitud de patente. Procedimiento para la recuperación de aluminio y energía a partir de envases usados tipo tetra brick y horno para realizarlo. Valencia España, Oficina Española de patentes y marcas. Inventor; Cases, J.

De la Madrid C, E. (2010). La situación de la industria de la celulosa y el papel en el mundo. *Francia*. Financiera rural: Recuperado el día 03 de noviembre del 2014 del sitio web;

<http://www.financierarural.gob.mx/informacionsectorrural/Documents/Articulos%20FR/Microsoft%20Word%20art%C3%ADculo%20Celulosa%20y%20Papel.pdf>

Escamirosa, M. (2001). *Manejo de los residuos sólidos domiciliarios: Tuxtla Gutiérrez, Chiapas*. Tesis de licenciatura). Universidad Autónoma de Chiapas, México.

Economía y Negocios, (2014). Precio de mercancía, recuperado el día 17 de noviembre del sitio web: <http://www.economiaynegocios.cl/mercados/mercancias.asp>

Franco T, V., Eastmond S A. & Viga del A, M. D. Educación y cultura ambiental (2010). *Educación ambiental para la sustentabilidad*. Recuperado el día 25 de agosto del 2014 de:

<http://www.cicy.mx/Documentos/CICY/Sitios/Biodiversidad/pdfs/Cap8/13%20Educacion%20ambiental.pdf>

García M, A. (1998). *Evaluación de proyectos de inversión*. México: McGraw-Hill.

Grau, A. & Farré, O. 2011. “*Situación y potencial de valoración energética directa de residuos, Estudio Técnico PER 2011-2020*”. Instituto para la diversificación y ahorro de Energía, Madrid.

García M, A. (2008). *Evaluación de proyectos de inversión*. Monterrey, México; Instituto de tecnológico y de estudios superiores de monterrey campus monterrey.

Glynn J. H & Heinke G.W, 1999. *Ingeniería ambiental (2a ed.)*. México: Pearson Educación

Gobierno del estado de México, (2015). “Plan nacional de desarrollo”, Secretaria de Finanzas: Comité de planeación para el estado de México. Recuperado el día 07 de febrero de:

http://portal2.edomex.gob.mx/copladem/planes_desarrollo/plan_nacional/index.htm

Gobierno del Estado de Quintana Roo, 2013. Modelo de ordenamiento ecológico local del municipio de Benito Juárez, Quintana Roo. México. Extraído el día 23 de septiembre del sitio web: <http://cancun.gob.mx/ecologia/reporte-del-poel/>

HCWH, (2002). Health care without harm, “Pirólisis, una técnica de tratamiento no tradicional” consulta electrónica el día 08 de enero 2014:

<http://noalaincineracion.org/wp-content/uploads/hojainformativapirolisiscastellano.pdf>

Hinojosa, J.A., & Alfaro, H. (2000). *Evaluación económica – financiera de proyectos de inversión*. México: Trillas

Islas O, E. 2014. Ficha técnica COINCON, *Sistema de despulpe de tetra pak menor a 20 toneladas*

INE & SEMARNAT, (2002). Análisis de los mercados de diversos materiales vírgenes y reciclados para la producción de envases. México: Thesis consultores.

INEGI, (2010). Datos de población y vivienda 2010, Censos y conteos de población y vivienda. Instituto nacional de estadística y geografía.

Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. Diario Oficial de la Federación, México, 8 de octubre. 2003.

Ley Del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, Compendio de leyes del Estado de Campeche, H. congreso del Estado de Campeche, México. última reforma 30 de agosto del 2012.

Ley de Protección al Medio Ambiente del Estado de Yucatán Diario Oficial del Estado de Mérida Yucatán, Consejería Jurídica del Poder Ejecutivo. Mérida Yucatán. Publicada el Miércoles 8 de septiembre del 2010.

Ley para la gestión integral de los residuos en el estado de Yucatán. Diario Oficial del Estado de Mérida Yucatán, Secretaria General del Poder Legislativo, H. congreso del Estado de Yucatán. Última reforma 25 de abril del 2014.

Ley para la gestión integral de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial y peligroso del estado de Campeche, Poder Legislativo del Estado de Campeche; Compendio de leyes del Estado de Campeche Última reforma 4 de marzo del 2008.

Lund F. H, 1996. *Manual McGraw-Hill de Reciclaje*, Madrid: Vol. I

Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, capítulo Diario Oficial de la Federación. Publicada 8 de octubre 2003.

Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, Diario Oficial de la Federación, *Distribución de competencias y coordinación*. Reforma publicada el 07 de junio del 2013.

Ley del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente del Estado de Quintana Roo, Diario Oficial del Estado. De Quintana Roo, publicada el 29 de junio del 2001 en el en el

Ley para la prevención y la gestión integral de los residuos del estado de Quintana Roo. Diario Oficial del Estado. De Quintana Roo, Última reforma publicada el 30 de abril del 2012.

Montiel H, Y.A. & Pacheco P, H. (2005). *Diagnóstico de los residuos sólidos en la comunidad de Bacalar, Quintana Roo*. (Tesis de licenciatura). Universidad de Quintana Roo. Chetumal, Quintana Roo, México

Negrete P, J.N. (2009). *Aprovechamiento de los residuos sólidos municipales mediante composteo*. (Tesis de licenciatura). Universidad de Quintana Roo. Chetumal, Quintana Roo, México.

Plan Nacional de Desarrollo, (2013-2015). Diario oficial de la federación 20 de mayo del 2013.

Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Municipio de Mérida, Yucatán (2006). *Fase IV. Modelo de Desarrollo Territorial del Municipio de Mérida*. Ayuntamiento de Mérida 2004-2007.

Plan Estatal de Desarrollo Campeche, (2009-2015). Gobierno del Estado de Campeche, Primera edición 2010.

Plan Quintana Roo 2011-2016, 4 de agosto del 2011. (Borge, R. Plan Quintana Roo 2011-2016, Gobierno del Estado de Quintana Roo

Plan Estatal de Desarrollo de Yucatán (2013-2018). Gobierno del Estado de Yucatán, Consejo Estatal de planeación de Yucatán: Mérida, Yucatán, México.

Reglamento del equilibrio ecológico y la protección al ambiente para el municipio de Othon P. Blanco. Periódico Oficial del Estado, publicada el 19 de marzo del 2008.

Rivera S, G. (2005). "Diagnóstico de la problemática de los residuos sólidos urbanos en el municipio de ciudad Ixtepec, Oaxaca. (Tesis de licenciatura). Recuperado el día 14 de febrero de:

http://www.umar.mx/tesis_PA/tesis_digitales/RIVERA-SANCHEZ-AMB.pdf

Román, A. (2011). *Experiencias en el reciclado*. XIX Congreso Internacional Ambiental CONIECO, México; Tetra Pak.

Reglamento de ecología y gestión ambiental del municipio de Benito Juárez, publicada 14 de marzo de 2008 en el Periódico Oficial del Estado

Secretaría de economía, (2011). Guías empresariales, *Estudio de mercado – objetivos del estudio de mercado*. Recuperado el día 27 de agosto del 2014 de <http://www.contactopyme.gob.mx/guiasempresariales/guias.asp?s=10&g=2&sg=10>

Sarmiento M, M.C. (2002). Composteo y reciclamiento: una propuesta para el manejo de los residuos sólidos en la comunidad rural Laguna Guerrero, Quintana Roo. (Tesis de licenciatura). Chetumal, Quintana roo, México.

Secretaría de medio ambiente y desarrollo sustentable, (2009). Educación ambiental. *Aportes políticos y políticos y pedagógicos en la construcción del campo y la educación ambiental*. Recuperado el día 25 de agosto del 2014 de: <http://www.ambiente.gov.ar/archivos/web/UCEA/file/Aportes%20Pol%C3%ADticos%20y%20Peda%C3%B3gicos.pdf>

Sanchez S, J. A. (2007). Generación per cápita de residuos sólidos municipales, caso de estudio: fraccionamiento Bugambillas, Chetumal, Q. Roo. (Tesis de licenciatura). Chetumal, Quintana Roo, México.

SEDUMA, Gobierno del estado de Yucatán & Yucatán limpio, (2009-2012). Programa estatal para la prevención y gestión integral de los residuos. Recuperado el día 14 de febrero de:

http://www.semarnat.gob.mx/sites/default/files/documentos/gestionresiduos/pepgir_yucatan.pdf

SEMARNAT, (2001). *Guía para la gestión integral de los residuos sólidos municipales*, México. DF.

SEMARNAT-INE (2001-2004). Capítulo 8, “Residuos”. Recuperado el día 05 de febrero del 2015 de: http://app1.semarnat.gob.mx/dgeia/informe_04/pdf/cap8.pdf

SEMARNAT, (2012). *Residuos*, México. Recuperado el día 30 de enero del 2015 de: http://app1.semarnat.gob.mx/dgeia/informe_12/pdf/Cap7_residuos.pdf

Tetra pak (2003). ¿Qué sucede con los cartones para bebidas usados? Extraído el día 23 de noviembre del 2013 del sitio web:
http://www.medioambientecantabria.es/documentos_contenidos/14785_1.6.pdf

Tetra pak, (2014). Relaciones con la industria del papel. Recuperado el día 11 de diciembre del sitio web: <http://www.tetrapak.com/mx/environment/relaciones-industria-papel>