



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

FACULTAD DE INGENIERÍA

**MERCADO ACTUAL DEL RECICLAJE
DEL PET EN LA ZONA
METROPOLITANA**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO MECÁNICO

P R E S E N T A:

Araam Martín Hernández Alvizo



DIRECTOR DE TESIS

M.I. ROGELIO DARÍO GUTIÉRREZ CARRILLO

CD. UNIVERSITARIA

2016

CDMX



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

CONTENIDO

INTRODUCCION.	4
OBJETIVO GENERAL.	4
OBJETIVO PARTICULARES.	5
JUSTIFICACIÓN.	5
METODOLOGIA.	5
CAPÍTULO 1. INTRODUCCION AL MERCADO DE PET EN MEXICO.	6
1.1 Aspectos generales del PET.	6
1.2 Detalles del Mercado del PET internacionales.	7
1.3 Consumo de PET en México.	8
CAPÍTULO 2. CADENA DE RECICLAJE DEL PET EN MEXICO.	10
2.1 Introducción al proceso de reciclaje del PET.	10
2.2 Niveles de reciclaje del PET.	11
2.2.1 Primer nivel de reciclaje del PET en México.	12
2.2.2 Segundo nivel de reciclaje del PET en México.	13
2.2.3 Tercer nivel de reciclaje del PET en México.	14
2.2.4 Cuarto nivel de reciclaje del PET en México.	15
2.2.5 Quinto nivel de reciclaje del PET en México.	16
CAPÍTULO 3. MAQUINARIA PROPUESTA A UTILIZAR EN CADA NIVEL DEL RECICLAJE DEL PET.	18
3.1 Maquinaria en el primer nivel.	18
3.2 Maquinaria en el segundo nivel.	18
3.3 Maquinaria en el tercer nivel.	18
3.3.1 Aspectos generales de la ponchadora de PET, banda transportadora y báscula.	19
3.4 Maquinaria en el cuarto nivel.	21
3.4.1 Cinta o banda transportadora.	22
3.4.2 Removedor de etiqueta.	22
3.4.3 Cinta de control.	23
3.4.4 Cinta transportadora conectada al molino.	23
3.4.5 Molino.	24
3.4.6 Primer tornillo transportador de alimentación.	24
3.4.7 Tina de lavado.	25
3.4.8 Segundo tornillo transportador de alimentación.	25

3.4.9 Lavadora Horizontal.	26
3.4.10 Simple tornillo sin fin flotante.	26
3.4.11 Centro de secado.	27
3.4.12 Tina de separación y tubo de secado.	27
3.4.13 Tabla con especificaciones de la maquinaria.	28
3.5 Maquinaria en el quinto nivel.	32
CAPÍTULO 4. TRANSPORTE.	33
CAPÍTULO 5. ESTRUCTURA ECONÓMICA DEL PET EN MÉXICO.	34
5.1 Datos estadísticos del PET en México.	34
5.2 Análisis económico.	35
5.2.1 Inversión de cada nivel.	35
5.2.2 Porcentaje de producción en cada nivel.	35
5.2.3 Intermediario.	36
5.2.4 Ubicación de nivel a invertir.	37
5.3 Identificación de la zona de recolección del PET.	37
5.4 Desigualdad económica en la cadena de suministro del PET.	40
CONCLUSIÓN.	41
REFERENCIAS.	42

INTRODUCCION

En la actualidad el consumo y la demanda del PET (tereftalato de polietileno) va en aumento, gracias al consumo de bebidas azucaradas y agua embotellada. Las grandes compañías y sus campañas masivas, hacen que el consumidor aumente el consumo de estos productos embotellados, y que la demanda del producto sea necesaria para el consumo habitual, implicando así el material utilizado en la fabricación de las botellas vaya en aumento, cubriendo la necesidad del mercado creciente.

En México como en otras partes del mundo el consumo del PET al ir en aumento, crea un panorama atractivo a la industria del reciclaje; observando que el nuevo producto se puede obtener un nuevo beneficio económico.

El documento MERCADO ACTUAL DEL RECICLAJE DEL PET EN LA ZONA METROPOLITANA tiene como propósito mostrar el mercado actual en los distintos niveles del reciclaje que se mencionan a lo largo de este mismo. Mostrando también el beneficio económico que se acompaña en cada uno de los niveles del reciclaje.

A lo largo del documento se pretende dar un panorama de los distintos niveles propuestos del reciclaje del PET y la inversión que se requiere en cada uno de ellos. Dando a conocer al público de una manera práctica y concisa en qué nivel del reciclaje se puede invertir si así lo desea.

Este documento ayuda de una manera real y específica en el proceso del reciclaje del PET, para no generar un déficit en la inversión que se pretende dar en el nivel que se quiere establecer. De tal manera es un punto de partida ya sea para emprender un negocio o profundizar en el proceso de reciclar el PET.

OBJETIVO GENERAL

Analizar el mercado para seleccionar el mejor nivel de reciclaje para invertir y obtener la máxima ganancia económica en el proceso del reciclaje del PET.

OBJETIVOS PARTICULARES

- 1.- Analizar el proceso completo de reciclado del PET.
- 2.- Hacer un estudio de los distintos niveles del reciclaje en la zona metropolitana y la maquinaria que requiere cada uno de ellos.
- 3.- Dar a conocer el porcentaje de ganancia en cada nivel.
- 4.- Mostrar el mercado mexicano en el reciclaje del PET.
- 5.- Divisar el mejor nivel de reciclaje del PET para obtener la máxima ganancia.

JUSTIFICACION

¿Qué se espera en este proyecto?

Exponer el mercado del reciclaje del PET mexicano, para poder invertir en el mejor nivel y obtener la máxima ganancia monetaria. Con esto se podrá asegurar un mercado balanceado y competitivo a lo largo de la cadena del mismo reciclaje.

METODOLOGIA

Se recabará información acerca del mercado actual a través de medios electrónicos para **dar a conocer** el mercado de PET en México junto con la aportación personal del conocimiento interno de este mercado. Para mostrar la manera real del reciclaje del PET.

CAPÍTULO 1

INTRODUCCION AL MERCADO DE PET EN MEXICO

En este primer capítulo se pretende mencionar los distintos usos del PET, de manera que se muestre la necesidad que se liga el uso del producto con el consumo en la sociedad.

1.1 Aspectos generales del PET

En la actualidad el **PET** se utiliza principalmente en tres líneas de producción:

1. PET textil: Utilizado para fabricar fibras sintéticas, principalmente poliéster. Se emplea para fabricar fibras de confección y para relleno de edredones o almohadas, además de usarse en tejidos industriales para fabricar otros productos como cauchos y lonas.

2. PET botella: Por su gran resistencia a agentes químicos, gran transparencia, ligereza y menores costos de fabricación es utilizado para la elaboración de las botellas.

3. PET film: Utilizado en gran cantidad para la fabricación de películas fotográficas, de rayos X y de audio.

El consumo más común y abundante del **PET** es, en las botellas, ya que en ellas se puede recuperar casi el 100% del producto, ya que más del 90% está fabricado con el material del PET, y el resto es de otros componentes plásticos, como la tapa y la etiqueta fabricada en **PP** (Polipropileno). Con lo que implica adicionar un proceso de separación y así reciclar el 100% del material.

La función principal de que los envases debían ante todo proteger el producto y facilitar su transporte ya no es aplicable sin reservas. Los envases tienen que reunir nuevos requisitos que exigen los consumidores, el comercio y la protección del medio ambiente. Aparte de ser aptos para su función elemental, los envases han de ofrecer la posibilidad de **fabricarlos económicamente**, de reutilizarlos razonablemente y de disponerlos con seguridad al final de su ciclo de vida. El tereftalato de polietileno (PET), reúne un alto porcentaje de dichos requisitos. El PET está reemplazando al vidrio, pero no sólo eso, sino también y en medida creciente al PVC y otros plásticos con los que todavía se fabrican botellas y envases similares de consistencia sintética. La multitud de evidentes virtudes del PET convencen cada día más a usuarios y consumidores. Ese es el motivo de que este plástico típico para envases, siga progresando. Probablemente la razón para que a nivel mundial aún no se haya impuesto al 100% este material sobre otros polímeros sea su alto costo comparativo.

El mercado mundial de PET es de alrededor 32 millones de toneladas al año. Más del 60 por ciento, o sea, la mayor parte llega al comercio en forma de fibras de poliéster, restando por lo tanto, cerca de 13 millones de toneladas de PET como materia prima para envases.

Actualmente la separación y reciclado de este material, se ha popularizado y se ha creado un mercado a nivel mundial muy lucrativo, lo que implica estar en un lugar adecuado del proceso del reciclaje del PET para obtener la máxima ganancia.

Simplemente uno puede darse cuenta como en las tiendas y centros comerciales los refrigeradores solo **muestran** productos **precederos**, en su mayoría líquidos y entre ellos se encuentran todas las botellas de Pet que contienen algún producto en específico.

El poder llegar y tomar una botella con agua, en cualquier parte de la República Mexicana y de hecho en cualquier otra parte del mundo, nos pone a pensar como este producto tan sencillo resulte tan lucrativo y genere ganancias monetarias millonarias.

Para poder entender cómo es que se gana dinero con este material hay que ver principalmente su cadena de reciclado y analizarla con cuidado ya que en cualquier punto del reciclado existen ganancias.

1.2 Detalles del Mercado del PET internacionales

De acuerdo con David Swift, Managing Director de PCI PET Packaging Resin & Recycling Ltda, en Asia la demanda sigue siendo bastante buena, aunque en China está bajando comparada con años anteriores. “La producción creció alrededor de dos millones de toneladas dicha región. En América no se esperan un gran crecimiento en el periodo 2013 a 2014, simplemente porque no hay nuevas plantas anunciadas en la región”, indicó Explicó que a nivel mundial el consumo creció 6.6 %. Añadió que en la parte de capacidad se esperan casi 23 mil toneladas de capacidad a nivel mundial. “Norteamérica aporta más de 4 mil 500 toneladas, y Sudamérica aporta 760 toneladas, siendo Asia el principal aportador con más de 12 mil toneladas”, señaló Swift. Detalló que el 2012 fue un año importante en términos de demanda y capacidad incremental. “En 2012 la competencia se ha vuelto complicada para Norteamérica, ya no es tan fácil exportar por la competencia que implica China. En el caso de América central y el Caribe tienen crecimiento en consumo de resinas, pero no necesariamente de Estados Unidos”.

En su oportunidad, Marisabel Dolan, Consultant Nexant presentó un panorama del monoelenglicol y el paracileno.

Indicó que en el caso del monoelenglicol, entre el 70 y 80% de la producción a nivel regional se utiliza para PET. México es el mayor consumidor en la región, pero la demanda en este país y en Argentina decrecerá debido a la disminución en la producción de fibra.

“Brasil tendrá mayor crecimiento debido a inversiones en sector PET. Y aunque México es el mayor productor en Latinoamérica, la capacidad de Brasil aumentará debido a la construcción del complejo Comperj”, señaló la especialista.

En cuanto al paracileno, toda la producción se utiliza para PET, indicó Dolan. Agregó que México es el mayor consumidor en la región; pero la demanda de Brasil va en aumento, mientras que en otros países latinoamericanos no se ve crecimiento [1].

1.3 Consumo de PET en México

En México el consumo de PET “Según datos del Instituto Nacional de Geografía y Estadística (INEGI), cada año se desechan más de 2 mil 116 toneladas de residuos plásticos, por ello, es necesario poner en marcha la industria del reciclado donde el primer paso siempre será la recuperación de los materiales” [2].

Esta demanda a nivel nacional del PET es de 630 Kilo toneladas es un estimado que se puede encontrar en la página de ECOCE que es uno de los principales recicladores de México de nivel nacional.

Con este volumen de consumo en la actualidad se tiene que tener el mismo o casi el mismo proceso de reciclaje, pero solo es reciclado un 60% a nivel nacional y con esto México se encuentra en uno de los primeros países latinoamericanos con mayor consumo y mayor reciclaje del PET. Esto nos indica que en los próximos años el mercado en México va a ir en aumento y cada vez más va a tener un mayor porcentaje del reciclaje de este producto.

¹ Redacción Énfasis Packaging (9 de noviembre del 2012). PET, el ciclo del crecimiento en la industria. Revista Énfasis. Recuperado de <http://www.packaging.enfasis.com>

² José Armando Aguilar (2006). ECOCONSUMO (58-62 organicos-OKMM) [ARCHIVO DE DATOS]. Recuperado de http://www.profeco.gob.mx/revista/publicaciones/adelantos_06/enva_pet_jun06.pdf

Creando una cadena de reciclaje exclusiva para el PET colocándose como uno de los productos más atractivos en el mercado. Esta cadena se explicara con mayor profundidad en el siguiente capítulo.

CAPÍTULO 2

CADENA DE RECICLAJE DEL PET EN MEXICO

Este capítulo muestra de una manera específica los niveles establecidos por la comunidad del reciclaje, como es que se lleva a cabo cada uno de ellos para comprender el proceso completo del reciclado del PET.

2.1 Introducción al proceso de reciclaje del PET

Antes de entrar al proceso de reciclaje del PET se hará mención a la fabricación del producto, para conocer un poco el comportamiento del material y su elección en la industria.

Ordinariamente el PET se conforma mediante procesos de inyección-estirado-soplado con el objeto de producir cuerpos huecos o bien mediante procesos de termo formado si lo que se trata de producir es lámina y a partir de estos envases termo formado como bandejas, y blíster.

En menor grado el PET también puede ser sometido a procesos de extrusión y de inyección pura requiriendo en estos casos generalmente variedades de PET modificado químicamente.

Durante el proceso las moléculas del polímero se biorientan en dos direcciones distintas. En el caso de los envases la orientación tiene lugar según una dirección longitudinal, paralela al eje del envase, y según una dirección transversal al mismo. Es precisamente esta propiedad, conocida como biorientación, y que puede ser aplicada a los polímeros, la que confiere al PET una elevada resistencia mecánica, lo que unido a su transparencia, hace que resulte en un material idóneo para el envasado de productos líquidos. En el caso de los envases obtenidos por termo formado la lámina presenta una estructura reticular casi perfecta que además de su resistencia y baja permeabilidad dota al envase de una gran transparencia.

Ya obtenido el producto final, es embalado y transportado a las fábricas, para que las botellas sean empleadas para el uso que se designó; el contenido líquido dentro de las botellas con el menor costo de producción y transporte de estas mismas, obteniendo una ganancia en cada uno de estos productos.

Después de dar el primer uso saliendo de las fábricas, este producto es colocado en el mercado para su venta y ser consumidas por el público en general. Posteriormente después del consumo, el producto restante es dispuesto en contenedores temporales, el cual crea otra necesidad de almacenamiento, y

genera otra problemática para saber que se va a realizar con el producto ya utilizado. Ya que llevándolo al relleno sanitario más cercano lo único que representa es espacio, alta contaminación al suelo y a mantos freáticos subterráneos.

Sabiendo que el PET tarda entre 100 a 1000 años en degradarse dependiendo a qué condiciones se someta, sumando a esto, el saber que el PET proveniente de uno de los derivados del petróleo y teniendo el conocimiento de las propiedades del material al ser fácil su manipulación, cabe la posibilidad en pensar que puede transformarse otro producto o en su defecto ser reciclado debido a sus propiedades.

Esto crea un mercado secundario y lucrativo para obtener una ganancia económica extra. Al ser uno de los productos con mayor consumo a nivel mundial se puede pensar al obtener un beneficio al reciclar el PET, si no se tomaran estas acciones se tendría un producto contaminante y excedente de material ya dispuesto sin ser **utilizado**.

A través de los años y conforme el producto es conocido, tratado y estudiado, se le han dado diferentes usos, pero el primordial será siempre llegar a su primera etapa del producto. El *pellet* (*porción pequeña del proceso de un material comprimido*) del cual se obtuvo del petróleo en una primera instancia a través de diferentes procesos químicos.

El pellet 100% puro del petróleo obtenerlo resulta costoso y dañino al medio ambiente; por se han empleado maneras alternativas para obtener el grado necesario para poder llegar al producto principal y sin dañar el medio ambiente con el proceso del reciclaje del PET.

Por lo cual en los siguientes niveles de reciclaje se va a dar una explicación de cómo es el reciclado del pet y su mercado actual en México, ya que gran parte de los países lo consideran como un negocio redondo como fue en su tiempo el papel, la chatarra y otros productos que se han reciclado a lo largo de la historia, que han sido negocios en mercados muy lucrativos y altas ganancias.

2.2 Niveles de reciclaje del PET

Para explicar este capítulo es necesario decir que existen cinco niveles de reciclaje, estos niveles que se proponen no son los típicos que uno puede encontrar en un libro o en un medio electrónico. Estos cinco niveles son propuestos por el comportamiento económico que sufre el PET con respecto al reciclaje de este mismo.

A continuación se mencionarán y se explicarán cada uno de los niveles que se proponen.

2.2.1 Primer nivel de reciclaje del PET en México

El Primer nivel de reciclaje del PET, es la botella que es desechada a causa del consumo público, en un inicio se puede recolectar en el hogar, el camión contenedor de desechos (Fig. 1) o de la propia vía pública. En este primer nivel de recolección se determina calidad del producto, esto en función de no contener agua y productos ajenos en la botella. El costo del material es dependiendo el mercado actual; el producto recolectado es llevado a centros de reciclaje y así obtener el beneficio económico del 100% de su costo en el mercado actual, sin tener algún tipo de inversión, sin importar el color o tener algún intermediario; si se lleva separado por colores, se puede obtener un precio más alto.



Fig. 1 Camión Contenedor (foto inédita).

El PET transparente, es decir botellas sin color, el porcentaje a obtener ganancias es de un 133%, este porcentaje se debe que en mercado la paga es mayo debido a la alta calidad manejada. En cuanto el PET de color verde u otro color se obtiene un porcentaje del 83%, este último precio es menor porque en la industria se considera contaminado ya que lleva una pigmentación.

Únicamente existe una pequeña inversión en este nivel, por el hecho de requerir un disponible y una báscula (Fig.2), para compra y venta del producto, además de poder almacenar el producto.



Fig. 2 Compra de material en báscula (foto inédita).

2.2.2 Segundo nivel de reciclaje del PET en México

Con un espacio más amplio en el centro de reciclaje, en este segundo nivel se lleva a cabo una preselección, ya que esto mejora la calidad del producto al venderlo a granel (Fig.3 y Fig.4). Eso implica la necesidad de producir un determinado volumen de material a reciclar por semana para llegar a obtener un precio mayor en las fábricas, lo cual es necesario recolectar un promedio de 5 toneladas semanales con una calidad aceptable tal que el producto no lleve agua ni objetos ajenos dentro de la botella, el precio bajo dichas circunstancias es del 100% es decir que hay que invertir un 61.2% y nuestra ganancia sea del 38.8%, para que esto sea redituable hay que quitar los costos que representan el personal dedicado a seleccionar el material, lo cual representa aproximadamente el 3% e implica que la ganancia se limite al 35.8% total . En el caso que el material deba ser trasladado habrá que sumar los costos que esto represente.



Fig. 3 Centro de almacenamiento (foto inédita).

En este segundo nivel de reciclaje el producto también puede ser vendido directo a la fábrica con un precio mayor fijado por la empresa que se trabaje. Del 100% de la ganancia hay que quitar los costos de operación y de inversión, pero esto implica costos adicionales por el traslado, lo cual se traduce en que a una ganancia del 49.2% hay que restarle los costos de la selección y traslado, lo que se estiman del orden del 15.2%, así quedando un beneficio neto del 34%; de esta cantidad.



Fig.4 Preselección de material (foto inédita).

Estos costos de esta operación son muy simples de determinar ya que solo implican un transporte adecuado, es decir una camioneta con un remolque, ya que se puede ser intermediario y dedicarse al transporte de este producto, como lo muestra la figura 5.



Fig. 5 Transporte de material (foto inédita).

El espacio de almacenamiento es opcional, porque en esta etapa se puede llegar a un arreglo en el precio y la mano de obra con un dueño externo de un centro de acopio, y solo dedicarse a colocar el producto sin necesidad de separar el material.

2.2.3 Tercer nivel de reciclaje del PET en México

En el tercer nivel de reciclaje implica obtener maquinaria, es decir una pequeña ponchadora y una prensa. La ponchadora de pet es una máquina que se encarga de perforar y sacar tanto el aire como el líquido dentro de una botella. Posteriormente este producto ya ponchado pasa a una prensa (Fig. 6), la cual lo empaqueta para así poder mandarlo a fábrica para obtener mayor beneficio económico en el producto, obteniendo una ganancia neta del 10.11% teniendo en cuenta los gastos del transporte y la maquinaria. Es posible obtener una mayor ganancia por el volumen entregado en la fábrica.

En este nivel de reciclaje es industrializado por el producto que es embalado, es más fácil el acomodo y almacenamiento del producto en las fábricas el cual les ahorra mucho tiempo y espacio de mover un mayor tonelaje a un menor costo.



Fig. 6 Centro de banda con ponchadora integrada y empaquetadora (foto inédita).

2.2.4 Cuarto nivel de reciclaje del PET en México

El cuarto nivel es manejado en una línea de reciclaje que implica llegar desde la botella ya separada a la granulación del PET, con el cual implica tener una calidad específica, es decir separada por colores y tamaño de grano adecuado. Estas especificaciones dadas por la fábrica son indispensables para el proceso de separación en sus componentes de etiqueta, tapa y pet, el cual se logra con una procesadora de pet en línea que se tendrá que desglosar para su mayor entendimiento como se muestra en la figura 7.

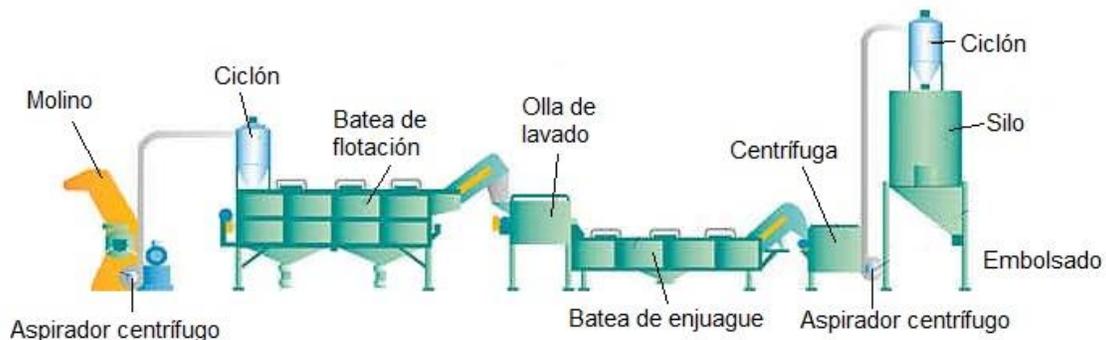


Fig. 7 Diagrama de proceso de reciclado del PET
(<http://tecnologiadelosplasticos.blogspot.mx>).

Para esta etapa, la línea del reciclado ocupa mayor maquinaria, ya que se adquiere el material tanto a granel como en pacas. La ventaja de este sistema es que se puede manejar en distintas etapas dependiendo las necesidades de cada fábrica recicladora de PET, y así poder interrumpir cualquier etapa sin la necesidad de arriesgar una producción completa. Esta es la versatilidad de esta maquinaria.

Al estar en un nivel de reciclaje más alto la ganancia es mayor, pero esto implica un aumento en la inversión de maquinaria, en el costo de producción, la mano de obra y de transporte. Aproximadamente para adquirir una tipo de esta maquinaria es alrededor de \$500,000 a \$1, 000,000 M.N., indicando una inversión fuerte para el inicio del proceso de obtener la hojuela de PET.

Los costos de esta operación en este nivel son variables dependiendo el volumen de producción y la capacidad de la maquinaria adquirida, actualmente uno puede comprar el pet con un 43.7% del costo a granel sin ser procesado; ya teniendo la hojuela limpia y separada es posible vender este producto al 100% quitando los gastos de inversión y costos del proceso, es bastante grande la diferencia en adquirir el producto y venderlo a este precio. Uno se imagina que la ganancia es del 56.3%, pero siempre tiene sus pormenores. Esta ganancia en el producto es muy engañosa para llegar a la hojuela limpia y lista para el peletizado.

En los costos de operación ocupa un 37.5%, y esto reduce considerablemente la ganancia del producto. Normalmente en los otros procesos se utiliza una menor inversión y a veces solo es el traslado del producto. En este caso se quedaría igual en una ganancia del 18.8%, pero se tendría que trabajar mucho más el producto deseado que es a hojuela.

Sabiendo que la hojuela es uno de los productos más caros del reciclaje, también implica la calidad del material y como es llevado desde la desempaquetadora mostrada en la figura 8 hasta el embolsado que se muestra en la figura 7.



Fig. 8 Desempaquetadora de pet (<http://www.maquinariadereciclaje.com>).

2.2.5 Quinto nivel de reciclaje del PET en México

El peletizado que es obtenido en el quinto nivel de reciclaje, se lleva a cabo a través de una inyectora (Fig.9) continua y el material en un estado de grano. Para obtener la calidad adecuada del *pellet* y óptima para empezar de nuevo el proceso que lo lleve a un producto de consumo humano; cada empresa tiene una mezcla de material virgen con material previamente reciclado en un estado de grano para su transformación.



Fig.9 Peletizadora (<http://www.pagani.com.mx>).

El mercado actual para el *pellet* de pet en México es muy reducido y solo unos cuantos compran pequeños volúmenes de hojuela para transformarlo en *pellet*, los grandes consumidores de hojuela para su peletizado suelen estar llenos, estos suelen comprar el producto desde que es botella hasta en su proceso final en *pellet*.

Estos productores teniendo ya el producto final no lo exportan, suelen tener otra maquinaria para obtener el producto seleccionado y así entregarlo a empresas en las cuales ya se tiene un convenio previo. Los productos que realizan pueden ser desde fibras hasta el producto que se le fue designado en un principio.

Cada maquinaria que se mostró en cada nivel tiene un específico trabajo, se dará una propuesta del tipo de máquina que requiere cada nivel para tener un óptimo desempeño y obtener la mayor ganancia.

CAPÍTULO 3

MAQUINARIA PROPUESTA A UTILIZAR EN CADA NIVEL DEL RECICLAJE DEL PET

En cada nivel de reciclaje uno puede disponer o no de maquinaria para obtener mejor precio, con lo que implica un gasto diferente dependiendo el nivel que uno quiera colocarse o en dado caso ver que maquinaria se requiere para obtener el mayor beneficio.

Se mostrará información a medida de comprender el grado de inversión que se requiere junto a las especificaciones de cada maquinaria.

3.1 Maquinaria en el primer nivel

Para nuestro primer nivel no es necesario obtener una maquinaria ya que solo se trata de obtener una recolección y llevar el producto al centro de reciclaje más cercano.

3.2 Maquinaria en el segundo nivel

El segundo nivel de reciclaje es similar al primer nivel, la diferencia en este nivel al otro es el espacio para almacenar el producto, y el volumen de venta que se maneje.

3.3 Maquinaria en el tercer nivel

En este tercer nivel de reciclaje se puede o no tener maquinas; lo más recomendable es adquirir maquinaria útil en este nivel.

Las maquinas son dos: una ponchadora para el PET y una prensa empaquetadora. Adicionalmente uno puede adquirir una báscula de mayor capacidad ya que se manejan alto tonelaje en este nivel.

3.3.1 Aspectos generales de la ponchadora de PET, banda transportadora y báscula

Ponchadora de PET



Fig. 10 Ponchadora de PET (<http://www.mercadolibre.com.mx>).

Esta máquina está compuesta por dos o más rodillos en su interior, alrededor de los rodillos se encuentran un arreglo de picos, con lo que realiza la acción de perforar la botella plástica, además de rasgarla para tener un mejor manejo de material (Fig.10). El objetivo de este paso es perforar uno o más orificios, para que pueda liberarse el líquido en su interior y el aire.

Esto es mediante la acción de hacer girar los rodillos en contrasentido uno del otro, para que el material pase a través de ellos y pueda ser perforado y aplastado, con el fin de reducir el volumen y retirar más eficiente y rápido el líquido de su interior.

Posteriormente ya preparado el material es pasado por una banda transportadora, que los lleva a una prensa hidráulica, para empaquetarlo y poder almacenar al material o en su defecto venderlo a un mayor precio a otro proveedor.

El adquirir una ponchadora de PET es muy fácil ya que su costo y su mantenimiento es mínimo, el costo de esta maquinaria es aproximadamente entre \$10,000 y \$50,000 pesos mexicanos dependiendo su capacidad.

Para la banda transportadora es un costo relacionado y muy parecido a la ponchadora de pet el cual oscila entre los \$15,000 y \$20,000 pesos dependiendo su capacidad de transportar y la longitud.

Además de tener un amplio espacio de almacenamiento, una zona de carga y descarga y una báscula para camión y así optimizar el peso del material. La báscula para camión es utilizada para pesar el material con todo y transporte.

Normalmente estas básculas están en el piso y el costo de una de estas básculas es aproximadamente entre \$100,000 y \$1,000,000 de pesos mexicanos dependiendo la cantidad o el transporte que se quiere pesar, es decir desde camioneta hasta tracto camión.

Prensa

La prensa es utilizada para compactar el material con ciertas especificaciones, que se le conoce como paca (Fig.11). A esta paca ya que tiene cierto peso y medida, se le puede manejar más fácil y con respecto al transporte, uno puede llevar mayores kilogramos en una sola vuelta, tanto para un proveedor pequeño, como para una fábrica recicladora.

En cuanto a su costo todo es dependiendo de su capacidad, y va desde los \$50,000 hasta los \$10, 000,000 de pesos mexicanos, ya que adquirir una prensa de alto costo solo nos dice que compacta mayor volumen y nos da más peso en paca.



Fig. 11 Prensa compactadora (www.mercadolibre.com.mx).

Las especificaciones de la maquinaria del segundo y tercer nivel se encuentran en la tabla 1 y se anexa el costo de cada una.

Tabla 1. Maquinaria para el tercer nivel.

	maquina	Especificaciones	Costo aproximado
 <p>Fig.11(http://www.mercadolibre.com.mx)</p>	<p>Prensa compactadora.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Presión de operación 150 Kgf/cm² • Motor 5Hp • Presión del pistón 5000 Kgf • Peso paca entre 100Kg y 150Kg 	<p>\$85,000 M.N.</p>
 <p>Fig.10(http://www.mercadolibre.com.mx).</p>	<p>Ponchadora de PET.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Potencia motor 10Hp. • Capacidad de alimentación 1000 kgm/horas. 	<p>\$40,000 M.N.</p>

3.4 Maquinaria en el cuarto nivel

Para nuestro cuarto nivel se tendrá que ver una inversión mayor a la anterior con lo cual es necesario tomar en cuenta que ocupa un mayor espacio y consumo de energía, que a continuación se describe su funcionamiento y en la tabla 2 se indican las cantidades de cada uno junto con sus especificaciones.

3.4.1 Cinta o banda transportadora

Después de poner la paca en la parte inferior es activada la banda transportadora magnética, con esto se impedirá contaminar el material o dañar la maquinaria con algún objeto de metal (Fig.12).



Fig.12 Cinta transportadora con molino (<http://www.maquinariadereciclaje.com>).

3.4.2 Removedor de etiqueta

Aquí empieza nuestro primer proceso de lavado con lo cual es pasar la botella con la removedora de etiquetas. En este se hace girar a través de un tornillo sin fin, que hace girar y frotar las botellas contra la pared de la máquina y poder retirar la etiqueta de la botella (Fig.13).



Fig. 13 Removedora de etiqueta (<http://www.maquinariadereciclaje.com>).

Con la misma vibración de la máquina se retira la etiqueta por la parte inferior, y hace que la botella salga sin la etiqueta por el otro extremo del removedor de etiquetas.

3.4.3 Cinta de control

Esta es una cinta transportadora horizontal que mueve el material, con el propósito de ver el material e identificar algún otro material, o en su defecto retirar un color no deseado del pet a seleccionar (Fig.14).



Fig. 14 cinta transportadora (<http://www.maquinariadereciclaje.com>).

3.4.4 Cinta transportadora conectada al molino

En esta etapa es utilizada otra cinta transportadora como la que aparece al principio de nuestra etapa, para llevar el material hacia la boca del molino, y obtener la hojuela de PET con las especificación dadas por la fábrica recicladora (Fig.15).

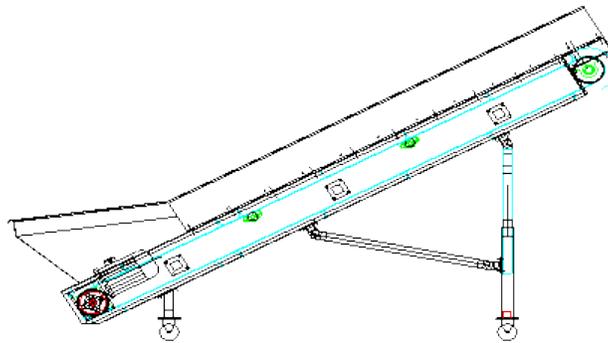


Fig. 15 Diagrama de cinta transportadora (<http://www.maquinariadereciclaje.com>).

3.4.5 Molino

En la etapa del molino es introducido el material y se muele para obtener el tamaño de hojuela correspondiente, además de dar la separación de otros componentes ajenos al pet, como la tapa y el anillo de la tapa u objetos diversos dentro de la botella que no hayan podido ser desprendidos en las etapas anteriores (Fig.16).



Fig. 16 Molino (<http://www.maquinariadereciclaje.com>).

3.4.6 Primer tornillo transportador de alimentación del producto

Es un tornillo sin fin con el propósito de mover el material a una parte superior, ya que en esta etapa está en forma de hojuela. Este transportador utiliza el agua para transportar la hojuela con el menor esfuerzo, ya que en el interior de un cilindro sellado se encuentra un tornillo sin fin para poder desplazar el material con el menor esfuerzo (Fig. 17).

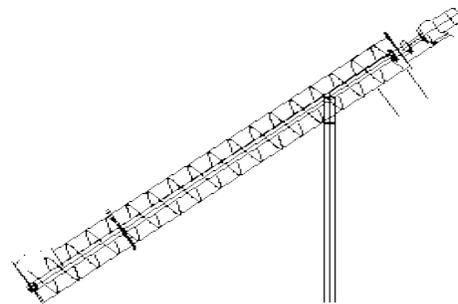


Fig. 17 diagrama de tornillo transportador de producto (<http://www.maquinariadereciclaje.com>).

3.4.7 Tina de lavado

Este es primer proceso de lavado se utiliza una tina de lavado para retirar el PP (la tapa ya molida de la botella) con respecto al PET (Fig. 18).

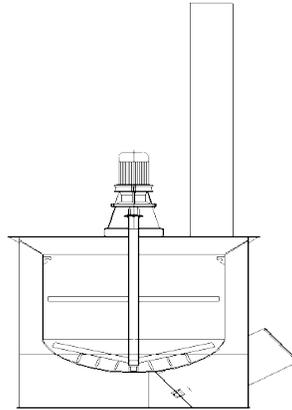


Fig. 18 Diagrama de Tina de lavado (<http://www.maquinariadereciclaje.com>).

Con este lavado las hojuelas entran en contacto con el agua y hace que los materiales pesados se depositen en el fondo y el material en hojuela permite que flote para después pasarlo al segundo proceso de lavado.

3.4.8 Segundo tornillo transportador de alimentación del producto

Al igual que el anterior; es utilizado el mismo ya que en este proceso es continuo y solo hay que mover el material para el segundo lavado del material (Fig.19).

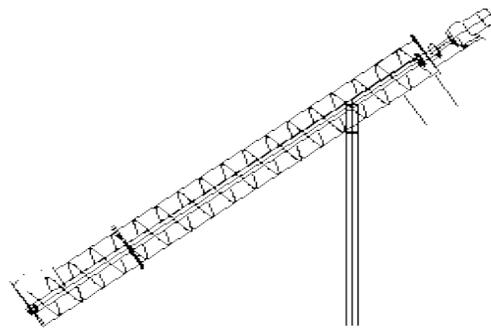


Fig. 19 diagrama de tornillo transportador de producto (<http://www.maquinariadereciclaje.com>).

3.4.9 Lavadora Horizontal

Esta lavadora horizontal es el segundo proceso lavado de la hojuela, ya limpia es lavada para ser retirada de toda impureza microscópica y tener un producto de muy alta calidad. Con esto se logra retirar los materiales como metales que pueden que se hayan incrustado en el material.



Fig. 20 Diagrama de lavadora horizontal (<http://www.maquinariadereciclaje.com>).

Para este lavado se usa una lavadora horizontal para que las hojuelas floten y se vaya revisando el material conforme va pasando y obtener la mejor calidad del material (Fig.20).

3.4.10 Simple tornillo sin fin flotante

Después de ser lavado el material aun contiene agua así que para hacer que se mueva sin el menor esfuerzo es utilizado un tornillo sin fin abierto para verificar una vez más el material y moverlo a la etapa de secado (Fig. 21).

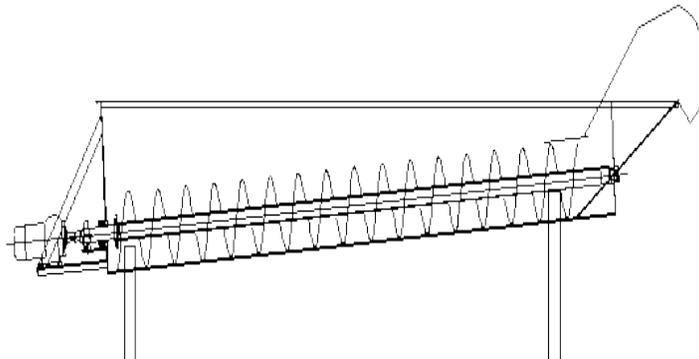


Fig. 21 Diagrama de simple tornillo sin fin flotante (<http://www.maquinariadereciclaje.com>).

3.4.11 Centro de secado

En esta etapa hay que utilizar un desagüe para separar el líquido del material, el cual consta de verterlo dentro de una tina con orificios, el cual permite que el agua salga a través de ellos y obtener el material. Dentro de esta tina se encuentra otro tornillo sin fin el cual empuja el material hacia arriba, y pueda ser llevado hacia el tubo de secado, el cual mediante una ráfaga de aire seco va secando el material y llevarlo hacia la tolva de almacenamiento y embalaje (Fig.22).



Fig. 22 Centro de secado (<http://www.maquinariadereciclaje.com>).

3.4.12 Tina de separación y tubo de secado

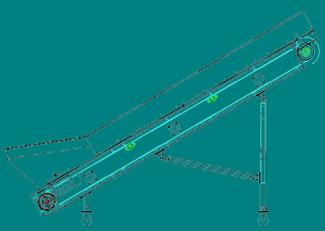
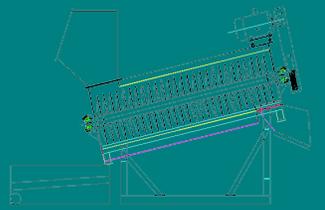
En esta tina solo se separa la hojuela de algún material remanente y es pasada a tubo de secado para quitar el excedente de agua y que el peso sea el material neto (Fig. 23).

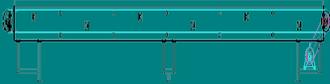
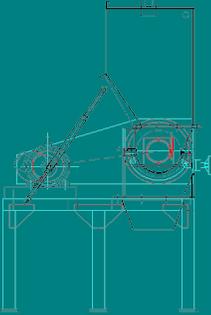


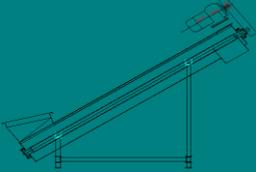
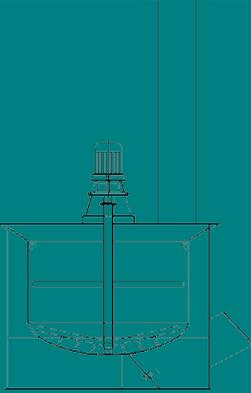
Fig. 23 Tina de secado y tubo de secado (<http://www.maquinariadereciclaje.com>).

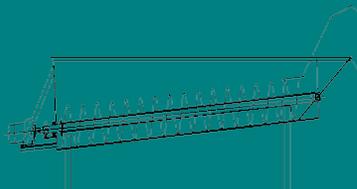
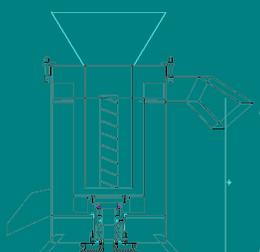
3.4.13 Tabla con especificaciones de la maquinaria

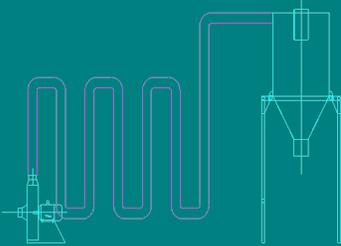
Tabla 2. Maquinaria para el cuarto nivel tomada de la fuente (<http://www.maquinariadereciclaje.com>).

	Máquina	Especificaciones	N° de piezas
 <p data-bbox="365 850 479 892">Fig. 24.</p>	Banda transportadora	<ul style="list-style-type: none"> • Longitud de transporte: 5000mm • Potencia de motor: 1.5kW • Ancho de la cinta: 600 mm • Gama de ajuste de Velocidad: 0-3m / s • Material de la correa: correa de PVC • Capacidad de transporte: 0-1000kg / h • Tamaño: 5000mm × 850mm × 3500mm (largo × ancho × alto) • Peso: 550kgf 	2
 <p data-bbox="365 1470 479 1512">Fig. 25.</p>	Removedor de etiquetas.	<ul style="list-style-type: none"> • Potencia del motor: 18.5kW+5.5kW(bomba de agua) • Velocidad rotacional: ≥450rpm • Porcentaje para remover etiqueta: ≥95% • Uso del agua: agua reciclada. • Capacidad: 600kg/h • Material de construcción: acero • Tamaño: 5000mm×1800mm ×3400mm(largo × ancho × alto) • Peso: 3000kg 	1

	Máquina	Especificaciones	N° de piezas
 <p data-bbox="370 520 480 554">Fig. 26.</p>	Cinta de control.	<ul style="list-style-type: none"> • Longitud de transporte: 8000mm • Potencia de motor: 2.2kW • Ancho de la cinta: 800mm • Material de la correa: correa de PVC • Capacidad de transporte: 0-1000kg / h • Tamaño: 8300mm× 900mm ×1000mm(largo × ancho × alto) • Peso: 1000kg 	1
 <p data-bbox="375 1352 477 1386">Fig. 27</p>	Molino Triturador.	<ul style="list-style-type: none"> • Potencia motor: 30kW • Bomba de alimentación de agua: 1.5kW • Capacidad: 600kg/h • Cuchillas fijas: 4 • Cuchillas rotatorias: 6 • Diámetro de rotación de la cuchilla:400mm • Longitud de la cuchilla: 800mm • Diámetro de rejilla :10mm o 16mm o 18mm • Material de la cuchilla: W18 • Método de trituración: triturar con agua • Tamaño: 2000mm× 1800mm× 2800mm (largo × ancho × alto) • Peso: 1800kgf 	1

	Máquina	Especificaciones	N° de piezas
 <p data-bbox="375 604 475 638">Fig. 28</p>	<p data-bbox="654 285 846 422">Tornillo transportador de alimentación.</p>	<ul data-bbox="906 321 1300 877" style="list-style-type: none"> • Longitud de transporte: 5000mm • Potencia de motor: 3kW • Diámetro del tornillo: 300 mm • Gama de ajuste de Velocidad: 0-3m / s • Material de la correa: correa de PVC • Capacidad de transporte: 0-1000kg / h • Tamaño: 5000mm × 550mm × 3500mm (largo × ancho × alto) • Peso: 800kgf 	<p data-bbox="1414 516 1433 550">2</p>
 <p data-bbox="375 1335 475 1369">Fig. 29</p>	<p data-bbox="654 932 873 1003">Lavadora de vapor.</p>	<ul data-bbox="906 993 1300 1444" style="list-style-type: none"> • Diámetro de la tina: 1800mm • Motor de la tina: 7.5kW • Capacidad: 500kg/h-600kg/h • Modo de uso: vapor • Tamaño: 2000mm × 1800mm × 2000mm (largo × ancho × alto) • Peso: 2000kg 	<p data-bbox="1414 1167 1433 1201">1</p>
 <p data-bbox="375 1797 475 1831">Fig. 30</p>	<p data-bbox="654 1514 797 1585">Lavadora horizontal</p>	<ul data-bbox="906 1549 1300 1885" style="list-style-type: none"> • Longitud de transporte: 3600mm • Potencia de motor: 7.5kW • Velocidad rotacional del tornillo: 450 rpm • Tamaño: 4100mm × 1200mm × 2200mm (largo × ancho × alto) • Peso: 950kg 	<p data-bbox="1414 1696 1433 1730">1</p>

	Máquina	Especificaciones	N° de piezas
 <p data-bbox="373 672 470 714">Fig. 31</p>	<p data-bbox="649 283 876 388">Arandela simple de tornillo flotante</p>	<ul data-bbox="901 315 1282 766" style="list-style-type: none"> • Longitud de transporte: 4500mm • Diámetro del tornillo: 400mm • Cantidad de tornillo: 1 • Velocidad rotacional del tornillo: 25rpm • Potencia de motor: 3kW • Tamaño: 5200mm × 1100mm × 1700mm (largo × ancho × alto) • Peso: 1500kg 	<p data-bbox="1404 556 1437 598">2</p>
 <p data-bbox="373 1302 470 1344">Fig. 32</p>	<p data-bbox="649 903 876 976">Máquina de desagüe.</p>	<ul data-bbox="901 955 1291 1470" style="list-style-type: none"> • Potencia motor: 7.5kW • Capacidad: 600kg/h • Motor centrifugo: 1000 rpm • Porcentaje de obtención de hojuelas: >97% • Botón de drenado • Tamaño: 1500mm × 1500mm × 1600mm (largo × ancho × alto) • Peso: 600kgf 	<p data-bbox="1404 1081 1437 1123">1</p>

	Máquina	Especificaciones	N° de piezas
 <p>Fig. 33</p>	Calentador cuadro	<ul style="list-style-type: none"> • Potencia del calentador: 24kW • Contenido de agua en la hojuela: >1% 	1
	Ventilador máquina.	<ul style="list-style-type: none"> • Potencia del ventilador: 7.5kW 	1
	Tubo de sistema de transporte	<ul style="list-style-type: none"> • Diámetro del tubo: 159mm • Longitude del tubo: 18m 	1
	Tolva de almacenamiento.	<ul style="list-style-type: none"> • Diámetro del deposito: 800mm • Peso: 3000kgf • Almacenamiento: 1.5 m3 	1
	Caja eléctrica (controlador).	<ul style="list-style-type: none"> • Controlador de frecuencia. • Elementos eléctricos: DELIXI 	1

3.5 Maquinaria en el quinto nivel

El quinto nivel solo requiere una peletizadora, ya que es el final de la línea de producción del material. La inversión y la maquinaria será dependiendo de la producción deseada.

CAPÍTULO 4

TRANSPORTE

En cuestión del transporte se va a elegir con respecto al volumen que se compre y como se encuentre en la forma física, ya sea a granel o embalado.

Para los dos primeros niveles el transporte más adecuado sería uno ligero y que pueda mover el volumen requerido, en esta cuestión sería una camioneta con remolque, ya que el volumen y el peso que se mueve van más allá de los 2000Kg así que no requerirá un transporte para cargas pesada (Fig. 34).



Fig. 34 Transporte con carga completa (foto inédita).

Para el caso del nivel tercero y cuarto, se requerirá un transporte de mayor capacidad ya que el material que esté embalado ocupa menos espacio, pero excede el peso de los anteriores niveles, ya que suelen estar entre las 5 y 10 toneladas (Fig. 35).



Fig. 35 Camión de carga para pacas (<http://vehiculo.mercadolibre.com.mx/>).

CAPÍTULO 5

ESTRUCTURA ECONÓMICA DEL PET EN MÉXICO

Se mencionara en esta estructura económica datos importantes respecto a las estadísticas manejadas por parte del gobierno y análisis económico en los diferentes niveles del reciclaje. Esto nos permitirá identificar el sector encontrando de tal manera comprender el manejo del PET en la zona metropolitana.

5.1 Datos estadísticos del PET en México

En México es muy difícil que una empresa dé los datos exactos de su producción que maneja, ya que hay muchos rubros que no pueden controlar y hacen un estimado para que aparezca el dato a conocer, suelen dar solo estadísticas y porcentajes.

Los precios de los artículos de compra y venta de algún producto, suelen darse en trato directo con el comerciante, estos le proveen la materia prima o en su defecto un material que se requiera para su utilización.

Para darse una idea en México es el país líder en América en la recuperación de residuos de envases de PET con un 60% del consumo nacional, por encima de países como Brasil, 42%; Canadá, 40%; Estados Unidos, 31% y la Unión Europea, 25% en promedio.

Las cifras de acopio de envases de PET post-consumo para reciclaje ascienden a más de 2 millones de toneladas, acumulado en 12 años. En 2013 se acopiaron 428 mil toneladas, 3.3% más que en 2012 (414 mil toneladas).

Para esto uno de los principales indicadores que México es el líder mundial en reciclaje de PET, botella a botella, grado alimenticio es ECOCE.

El 38% de lo acopiado se queda en México para consumo de las 12 nuevas plantas de reciclado de PET (envases grado alimenticio y no alimenticio, fibra textil, poliéster, láminas de termo formado, flejes y filamentos). Esto equivale a una capacidad instalada de consumo de 208 mil toneladas por año y una inversión de más de 272 millones de dólares.

Según datos del Instituto Nacional de Geografía y Estadística (INEGI), cada año se desechan más de 2 mil 116 toneladas de residuos plásticos, por ello, “es

necesario poner en marcha la industria del reciclado donde el primer paso siempre será la recuperación de los materiales”, puntualiza el director general de ECOCE El Ingeniero Jorge Treviño, director general de ECOCE [3].

5.2 Análisis económico

En este análisis económico se muestra y se recalcan los aspectos de cada nivel de reciclaje del PET, para obtener la inversión en cada nivel obteniendo así la mayor ganancia en el mercado como se muestra en la tabla 3.

5.2.1 Inversión de cada nivel

Para un primer análisis se tendrá que ver la inversión en cada nivel.

Tabla 3. Inversión en los niveles.

Niveles	Tipo de maquinaria	Costo maquinaria
Primero	<ul style="list-style-type: none"> • La que requiera el usuario 	<ul style="list-style-type: none"> • El gasto que el usuario elija
Segundo	<ul style="list-style-type: none"> • Camioneta • Remolque 	<ul style="list-style-type: none"> • \$100,000 M.N. • \$50,000 M.N.
Tercero	<ul style="list-style-type: none"> • Ponchadora • Prensa • Transporte 	<ul style="list-style-type: none"> • \$15,000 M.N. • \$200,000 M.N. • \$150,000 M.N.
Cuarto	<ul style="list-style-type: none"> • Línea de reciclaje • Transporte 	<ul style="list-style-type: none"> • \$700,000 M.N. • \$500,000 M.N.
Quinto	Solo es mencionada en este caso.	

5.2.2 Porcentaje de producción en cada nivel

A continuación se verá el porcentaje del producto en la compra y venta.

El porcentaje es con respecto al mercado actual mexicano mostrando sus diferentes niveles de reciclaje en la tabla 4.

³ ECOCE (2014). DOCE ANIVERSARIO [Archivo de datos e informe]. Recuperado de <http://www.ecoce.mx/files/>

Tabla 4. Porcentaje de ganancias

Nivel	Inversión inicial	Venta producto	Ganancia	Costo operaciones	de Ganancia total
Primero	0%	100%	100%	0	100%
Segundo	61.2%	100%	38.8%	3%	35.8%
Tercero	58.3%	100%	46.2%	15.4%	30.8%
Cuarto	Granel 43.7%	100%	56.3%	37.5%	18.8%
	Paca 81.2%	100%	18.75%	8.3%	10.4%
Quinto	Solo es mencionada				

5.2.3 Intermediario

Otro aspecto económico que existe en este mercado es el intermediario, el cual se encarga de traspasar o acomodar el tonelaje del material específicos que cubran las necesidades de cada empresa. Estos intermediarios normalmente se dedican a obtener un mayor precio por el volumen manejado para las empresas. Estos proveedores están para que todo el año se tenga un margen de entrega estable del producto en las empresas, se dedican a buscar el material en los diferentes centros de acopio para obtener el volumen indicado. Pueden tener un precio mayor, ya que la misma empresa se los da por mantener el volumen de entrega todo el año.

Tabla 5. Inversión de intermediario.

Nivel	inversión	Compra producto	del Venta producto	del Ganancia
Primero	0	0	0	0
Segundo	Transporte \$500,000M.N	100%	120.4%	20.4%
Tercero	Transporte \$500,000M.N	100%	110.16%	10.16%
Cuarto	Transporte \$500,000M.N	100%	114.28%	14.28%
Quinto				

5.2.4 Ubicación de nivel a invertir

El mercado mexicano que actualmente se encuentra es muy variable, lo cual lo más recomendable es ubicarse en uno de los extremos de la cadena, ya que suelen resultar con la mayor ganancia del producto que se hace referencia en la tabla 5.

En el primer extremo se encuentra el primer nivel de recolección y venta del producto ya que la ganancia es del 100% sin tener que invertir en gastos económicos de un tercero (tabla 5). El otro extremo es el cuarto nivel (tabla 5), que en este caso se puede comprar el producto desde el primer nivel y transformarlo a la hojuela y obteniendo una ganancia sustanciosa, aunque se haya tenido que invertir en maquinaria y mano de obra.

En el caso del segundo y tercer nivel se tiene una ganancia menor pero con un flujo de dinero constante, ya que consta del manejo del volumen del producto.

Uno puede obtener la máxima ganancia sin invertir tanto, conociendo el capital que tiene cada uno y así minimizar las pérdidas obteniendo un periodo de recuperación a corto plazo sin tener que generar gastos extras, se encuentra en el intermediario, ya que se dedican a buscar y colocar el producto en las empresas dedicadas al reciclaje del PET. Solo implica que llamen a los gerentes de dichas empresas y coloquen dentro el material.

Para el producto mexicano el colocar material en el extranjero suele tener una serie de implicaciones o problemas, en primer lugar porque se eleva el costo con cada mano de obra y con cada nivel que pasa, con lo que se encarece el producto, otro aspecto importante es la calidad de cada producto que se maneja y por último la invasión del producto extranjero en el mercado mexicano, que suele estar por debajo del precio dado por empresas mexicanas.

5.3 Identificación de la zona de recolección del PET

Para entender más sobre el reciclado del pet y como se mueve en la zona metropolitana, hay que ubicar los principales captadores de este material los cuales se encuentran cerca de las transferencias de captación de residuos, actualmente se dibuja un cuadrante, en el cual incluye la zona metropolitana y sus cercanías con el Edo. de México, en el cual se incluyen las trece transferencias del D.F.

Cerca de la zona metropolitana se encuentran los lugares asignados para la disposición final de los residuos sólidos urbanos, el cual dan el apoyo para el D.F. con la finalidad de depositar los residuos ahí. En el Edo. de México se encuentran 4 sitios asignados para la captación de los residuos y otro en el Edo. de Morelos (Fig. 34), los cuales dan apoyo al D.F. en la captación de estos residuos.



Fig. 34 Centros de tiraderos cercanos al D.F.
 (<http://www.sedema.df.gob.mx/sedema>).

Obteniendo la información de los sitios cercanos y sabiendo que en el D.F. se encuentran las estaciones de transferencia; se da una idea más clara el cuadrante que se está manejando para el ciclo del reciclaje del PET. Para ello se sabe que cerca de las estaciones de transferencia y a sus alrededores es donde se encuentran estas micro empresas, en la actualidad no todas las delegaciones en el D.F. cuentan con este servicio, así que hay delegaciones que comparten estos centros con los más cercanos.



Fig.36 Estaciones de transferencia (<http://www.sedema.df.gob.mx/sedema>).

En estas 13 delegaciones se ubican las estaciones de transferencia (Fig.36), con esto se visualiza que a sus alrededores se establecen los centros de acopio o centros de reciclaje para obtener la mayor captación del producto y así poderlo llevar a la siguiente etapa.

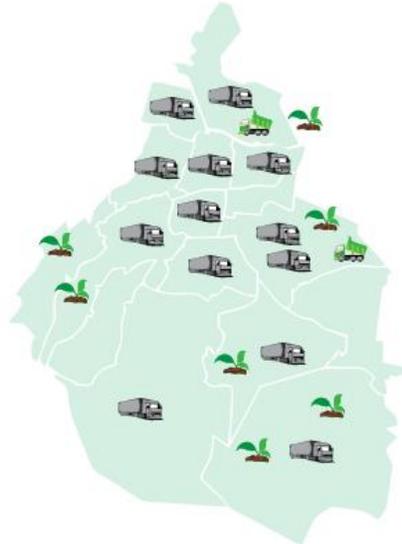


Fig. 37 diagrama de centros de transferencia
(<http://www.sedema.df.gob.mx/sedema>).

Este cuadrante es primordial ya que las empresas en las cuales ocupan el producto del PET en forma de botella. Se basan en el cuadrante para ver los principales puntos de recolección e inspeccionar si hay micro empresas que capten el material que se necesite (Fig. 37).

En la actualidad se cuentan con pocas empresas que reciclan el material y se lleve a un producto terminado. Se puede pensar que hay otras empresas que solo se ubican en un nivel del reciclaje específico, lo cual liberan la carga del reciclaje del PET de las otras empresas sin tener que llegar a transformarlo.

En algunos casos o para unas empresas es viable quedarse en un proceso específico ya que es más redituable que llegar al proceso final de reciclaje, en este caso el pellet o el producto terminado.

Teniendo esta base se podrá decidir en qué nivel de reciclaje nos queremos ubicar con respecto al capital que uno tiene, esto nos ayudara a amortizar perdidas sin necesidad de aventurarnos en el mercado sin una referencia.

5.4 Desigualdad económica en la cadena de suministro del PET

Lamentablemente como en todos los mercados existe siempre la desigualdad de competencia, esto se debe al gran interés económico que se maneja. En este caso las personas que tienen mayor recursos económicos, quieren privatizar o en su defecto controlar el mercado del PET para tener la máxima ganancia en la cadena de suministro del reciclaje.

En este mercado del PET es volvió competitivo por el alto interés que genero internacionalmente, esto hace que el poder y el dinero de quienes lo poseen volteen a ver este sector del reciclaje y tengan un interés particular en las ganancias generadas; el cual llegue a ser más atractivo porque se considera un producto de segundo uso, ya que este en automático se ha pagado en su totalidad hasta la fase del terminado, es considerado desecho por la razón de que ya tuvo un primer uso. Esta razón es una de las principales por el cual el PET y otros elementos a reciclar generen tanto interés en las altas esferas del poder.

CONCLUSIÓN

La mayor parte de este trabajo es conocer los diferentes niveles del reciclaje del PET de una manera real en un mercado existente, para darse una clara idea de los porcentajes de ganancia y de la inversión requerida sin tener que aventurarse al conocer este mercado.

El análisis económico y el estudio es necesario para identificar el mejor nivel de reciclaje para obtener la mayor ganancia económica. Nos ayuda en optimizar el tiempo y la ganancia del producto.

Para cada nivel de reciclaje tiene sus pro y contras, esto dependerá de que tan bien se conozca el mercado y los contactos que se tengan para la mejor ubicación del producto en la oferta y demanda de este mismo.

Se puede decir que el segundo nivel de reciclaje nos resulta ser el mejor, observando que se ocupa la menor cantidad de energía al recolectar, el menor riesgo financiero y estando en este sector no se ocupa un gran capital para poder empezar.

Al parecer este nivel caso contrario del primer nivel, el número de volumen que se maneja es mayor, no se ocupa la maquinaria y resulta un estado de transición del producto, nos referimos que solo es el almacenaje, sabiendo que hay otras personas que se dedican al transporte y colocación del producto.

Entonces se puede decir que el segundo nivel es el sector a explotar si no se tiene el gran capital a invertir.

En otros niveles de recolección la ganancia es mucho mayor, sabiendo que los riesgos son mayores, implicando maquinaria y servicios para poderlos utilizar, junto con el transporte y un mayor número de personal. Esto nos puede ir afectando si no se tiene controlado el personal y todo lo que implica referente a los adicionales de transporte, maquinaria con el servicio de mantenimiento y pólizas de seguro, así asegurando que cualquier incidente relacionado con los elementos se tenga una protección.

REFERENCIAS

Webgrafía maquinaria.

Paginas revisadas en febrero, marzo, abril, octubre y noviembre del 2015.

- <http://www.plasticsnews.com/article/20121017/NEWS/310179976/equipment-from-closed-conair-appliance-plant-to-be-auctioned>
- <http://www.dycomet-pagani.com.mx/>
- http://www.erema.at/en/double_disc_tveplus/
- <http://jpel.in/recycling.htm>
- <http://spanish.alibaba.com/product-gs/pet-plastic-bottle-recycling-machine-374417081.html?s=p>
- <http://spanish.alibaba.com/p-detail/m%C3%A1quina-de-reciclaje-de-botellas-de-pet-30000221059.html>
- <http://spanish.alibaba.com/p-detail/M%C3%A1quina-De-Reciclaje-Para-Botellas-De-Deshechos-Pl%C3%A1stico-300001438882.html>
- <http://www.sorema.it/en/products.html>
- <http://www.maquinariaparaplasticos.com/>
- <http://www.maquinariadereciclaje.com/catalogo-de-maquinas/3-reciclar-pet>
- <http://spanish.alibaba.com/goods/pet-bottle-machines-recycling.html>
- <http://articulo.mercadolibre.com.mx/MLM-515791337-compactadora-carton-pet-molino-banda-seleccion-ponchadora-tr- JM>
- http://distritofederal.quebarato.com.mx/coyoacan/ponchadora-de-botellas-pet_68F58C.html
- <http://vehiculo.mercadolibre.com.mx/MLM-538427655-camion-con-plataforma-deslizable-al-piso-con-winch-grua-10t- JM>
- <http://tecnologiadelosplasticos.blogspot.mx/2012/09/reciclado-mecanico-de-poli-etileno.html>

Webgrafía información.

Paginas revisadas en febrero, marzo, abril, octubre y noviembre del 2015.

- <http://www.envapack.com/216/>
- <http://www.packaging.enfasis.com/articulos/65519-pet-el-ciclo-crecimiento-la-industria>
- <http://www.expoknews.com/mexico-lider-en-acopio-y-reciclado-de-pet/>
- <http://www.maquinariadereciclaje.com/catalogo-de-maquinas/3-reciclar-pet>
- <http://www.recimex.com.mx/plan-de-negocios>
- <http://www.recycleinme.com/rim-mbrooking/home.aspx>
- <http://www.eis.uva.es/~macromol/curso04-05/pet/obtencionpet.html>
- <http://tecnologiadelosplasticos.blogspot.mx/2011/05/proceso-de-reciclaje-del-pet.html>
- <http://www.recimex.com.mx/blog/?p=153>
- <http://www.cresca.upc.edu/sites/default/files/docs/1.%20Grup%20BIOSEDA.pdf>
- <http://www.sma.df.gob.mx/rsolidos/04/01clave.pdf>
- <http://www.eumed.net/libros-gratis/2013a/1302/mercado-pet.html>
- http://www.elecolegista.com.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=108&Itemid=65
- <http://www.elreydelpet.com.mx/>
- <http://www.buenastareas.com/ensayos/Proceso-De-Fabricaci%C3%B3n-Del-Pet/1617945.html>
- http://www.profeco.gob.mx/revista/publicaciones/adelantos_06/empaquetacion06.pdf
- <http://ecoce.mx/informacion/datos-estadisticos/>
- <http://www.ecoce.mx/files/Informe-Ecoce-DoceAniversario.pdf>
- <http://www.ecoce.mx/>
- <http://www.sedema.df.gob.mx/sedema/index.php/temas-ambientales/programas-generales/residuos-solidos>
- <http://www.sedema.df.gob.mx/sedema/images/archivos/temas-ambientales/programas-generales/residuos-solidos/inventario-residuos-solidos-2013/introduccion.pdf>
- <http://www.sedema.df.gob.mx/sedema/images/archivos/temas-ambientales/programas-generales/residuos-solidos/inventario-residuos-solidos-2013/capitulo-1.pdf>
- <http://www.sedema.df.gob.mx/sedema/images/archivos/temas-ambientales/programas-generales/residuos-solidos/inventario-residuos-solidos-2013/capitulo-2.pdf>

Lista de las figuras.

- Fig. 1 Camión recolector.
- Fig. 2 Compra de material en báscula.
- Fig. 3 Centro de almacenamiento.
- Fig. 4 Preselección de material.
- Fig. 5 Transporte de material.
- Fig. 6 Centro de banda con ponchadora integrada y empaquetadora.
- Fig. 7 Diagrama de proceso de reciclado del pet.
- Fig. 8 Desempaquetadora de pet (<http://www.maquinariadereciclaje.com>).
- Fig. 9 Peletizadora (<http://www.pagani.com.mx>).
- Fig. 10 Ponchadora de Pet (<http://www.mercadolibre.com.mx>).
- Fig. 11 Prensa compactadora (www.mercadolibre.com.mx).
- Fig. 12 Cinta transportadora con molino (<http://www.maquinariadereciclaje.com>).
- Fig. 13 Removedora de etiqueta (<http://www.maquinariadereciclaje.com>).
- Fig. 14 cinta transportadora (<http://www.maquinariadereciclaje.com>).
- Fig. 15 Diagrama de cinta transportadora (<http://www.maquinariadereciclaje.com>).
- Fig. 16 Molino (<http://www.maquinariadereciclaje.com>).
- Fig. 17 diagrama de tornillo transportador de alimento (<http://www.maquinariadereciclaje.com>).
- Fig. 18 Diagrama de Tina de lavado (<http://www.maquinariadereciclaje.com>).
- Fig. 19 diagrama de tornillo transportador de alimento (<http://www.maquinariadereciclaje.com>).
- Fig. 20 Diagrama de lavadora horizontal (<http://www.maquinariadereciclaje.com>).
- Fig. 21 Diagrama de simple tornillo sinfín flotante (<http://www.maquinariadereciclaje.com>).
- Fig. 22 Centro de secado (<http://www.maquinariadereciclaje.com>).
- Fig. 23 Tina de secado y tubo de secado (<http://www.maquinariadereciclaje.com>).
- Fig. 24. Banda transportadora
- Fig. 25. Removedor de etiquetas.
- Fig. 26. Cinta de control.
- Fig. 27 Molino o Triturador.
- Fig. 28 Tornillo transportador de alimentación.

- Fig. 29 Lavadora de vapor.
- Fig. 30 Lavadora horizontal
- Fig. 31 Arandela simple de tornillo flotante
- Fig. 32 Máquina de desagüe.
- Fig. 33 Calentador cuadro, Ventilador máquina, Tubo de sistema de transporte, Tolva de almacenamiento, Caja eléctrica (controlador).
- Fig. 34 Transporte con carga completa.
- Fig. 35 Camión de carga para pacas ().
- Fig. 34 Centros de tiraderos cercanos al D.F.
(<http://www.sedema.df.gob.mx/sedema/index.php/temas-ambientales/programas-generales/residuos-solidos>).
- Fig. 36 Estaciones de transferencia
(<http://www.sedema.df.gob.mx/sedema/index.php/temas-ambientales/programas-generales/residuos-solidos>).
- Fig. 37 diagrama de centros de transferencia
(<http://www.sedema.df.gob.mx/sedema/index.php/temas-ambientales/programas-generales/residuos-solidos>).