

# **PROYECTO DE INVERSIÓN PARA LA INSTALACIÓN DE UNA PLANTA RECICLADORA DE ENVASES PET EN EL MUNICIPIO DE TEKAX, YUCATÁN, MÉXICO**

Víctor Samuel Jiménez López, Universidad Tecnológica Regional del Sur  
Manuel Puerto Salgado, Universidad Tecnológica Regional del Sur  
Mario Chan Magaña, Universidad Tecnológica Regional del Sur

## **RESUMEN**

*Las oportunidades de negocio están presentes en todas las etapas de los procesos productivos, aún después de que el producto se fabricó, envasó, vendió y consumió. Lo anterior a dado pie para la generación de nuevos negocios en el ramo de la recolección, acopio, reciclado y venta de los Residuos Sólidos Municipales (RSM). En lo que respecta a la ciudad de Mérida, según datos del Ayuntamiento, cada día se depositan alrededor de 600 toneladas de RSM en el relleno sanitario de la ciudad. Debido a esto resulta necesario, un manejo integral de RSM, aplicando, entre otras medidas, el concepto de las “3’Rs” (Reducir, Rehusar y Reciclar). La estrategia gira en torno a la desmaterialización y va dirigida al uso de recursos y disminución en la generación de RSM y por lo tanto, la disminución del impacto ambiental de estos. Por tal situación este proyecto se plantea investigar la viabilidad de la instalación de una planta para el reciclado del material polietilentereftalato conocido como PET desde el punto de vista del desarrollo sustentable. Esto se logrará mediante un análisis de la situación comercial post consumo en la región actualmente y el análisis técnico – financiero del mismo y así determinar la factibilidad del proyecto.*

**PALABRAS CLAVE:** Polietilenterftalato (PET), Reciclar, Disminución de Residuos Sólidos Municipales, Desarrollo Sustentable

## **INVESTMENT PROJECT FOR THE INSTALLATION OF A RECYCLING PLANT FOR PET CONTAINERS IN THE MUNICIPALITY OF TEKAX, YUCATÁN, MÉXICO**

### **ABSTRACT**

*Business opportunities are present in all steps of the productive process even if the product have been manufactured, bottled, seller and consumed. We examine a new business in the area of PET collection, gathering, recycling, and sale of Municipals Solids Waste (MSW). In Mérida city, each day around 600 ton of MSW are deposited in the city landfill. Integrated management of MSW involves applying the concept of the 3’Rs (Reduce, Reuse, Recycle). The strategy is one of dematerialization, directed to the use of resources and reduction MSW generation. This project investigates the viability of a plant to recycle the polietilentereftalato material known as PET. Our analysis involves a post consume commercial situation analysis.*

**JEL:** O14, L11, M13

**KEYWORDS:** Polietilentereftalato (PET), Recycling, Decrease Municipals Solids Waste, Sustainable Development

## INTRODUCCIÓN

Según el Instituto Nacional de Geografía y Estadística (INEGI), cada año se desechan más de 2,116 toneladas de residuos plásticos, por eso es necesario poner en marcha la industria del reciclado donde el primer paso siempre será la recuperación de los materiales. Como es sabido, México es el tercer país en el mundo consumidor de polietilentereftalato (PET), solo detrás de Estados Unidos y China, pero en consumo per cápita ocupa el segundo lugar mundial con un consumo entre 225 y 250 botellas por cada mexicano. De acuerdo con estos datos podemos calcular que en el estado de Yucatán, considerando un promedio de 235 botellas per cápita, se tiene un consumo anual de 459'560,595 botellas lo que equivale a 10,110.33 toneladas al año. Desde años anteriores este material se ha convertido en un contaminante que aparte de tener un impacto visual negativo ante la sociedad también contribuye a la contaminación de ríos y lagos así como los drenajes de las ciudades. Esto es debido a que las autoridades municipales y estatales le han dado poca importancia al problema de la contaminación y esto se ve seriamente apoyado por los productores de envases plásticos y de los envasadores de bebidas y productos varios destinados al consumo cuyo fin primordial es la reducción de costos sin considerar los residuos que se generan en la población.

Aunado a esta situación, se encuentra el poco o nulo interés de los ciudadanos al no tomar conciencia de que al consumir cualquier producto contenido en un envase PET es responsable tanto de su contenido como del envase. Lo cual aparte de contaminar el ambiente provoca el desperdicio de un material que puede ser reutilizado para la fabricación de diferentes productos derivados. Este proyecto plantea la necesidad de instalar una planta que se encargue del reciclaje de este material principalmente en la zona sur del estado de Yucatán dándole un enfoque estratégico que indudablemente tendría un impacto en la protección del medio ambiente, generar oportunidades de negocio en el acopio y distribución del producto terminado y riqueza en la sociedad de la región sur al abrir nuevas oportunidades de trabajo.

## REVISIÓN DE LITERATURA

### Marco Teórico

Los proyectos de inversión considerados por Cortázar (2001) como unidad económica de planeación deben ser capaces de arrojar rendimientos positivos que favorezcan la creación, desarrollo y fortalecimiento de las plantas productivas nacionales, con el fin de obtener el logro de diversos objetivos políticos, económicos o sociales. (Genera- Crea, Desarrolla, Fortalece). Según Baca (2013), un proyecto es la búsqueda de una solución inteligente al planteamiento de un problema, la cual tiende a resolver una necesidad humana. En este sentido puede haber diferentes ideas, inversiones de monto distinto, tecnología y metodologías con diverso enfoque, pero todas ellas destinadas a satisfacer las necesidades de ser humano en todas sus facetas, como pueden ser: educación, alimentación, salud, ambiente, cultura, etc.

La propuesta y puesta en marcha de nuevos negocios que respondan a las necesidades de una comunidad son factor clave para su desarrollo económico, tradicionalmente se consideraba emprendedor a todo aquel que tuviera una iniciativa de negocio, aun y cuando éste careciera de innovación o no tuviera potencial de escalamiento, si el negocio lograba vender y mantenerse en sus primeros años se consideraba como un emprendedor exitoso, sin embargo, hoy en día y frente a contextos económicos donde prevalece el libre mercado, con competencia local, nacional y en algunos casos internacional, el emprendimiento no puede seguir diseñándose bajo esquemas tradicionales, por lo que quien crea una idea, debe asegurarse de que ésta tiene alto contenido innovador, ya sea en el producto o servicio que ofrece, en la forma de llevarlo a cabo, en la forma de comercializarlo o en la forma en que logra su escalamiento. En lo mencionado anteriormente está inmerso el Modelo de Negocio de cada una de las organizaciones, que es lo que ha logrado

posicionarlas en sus mercados, de acuerdo a (Osterwalder & Pigneur, 2011)“un modelo de negocio describe las bases sobre las que la empresa crea, proporciona y capta valor”.

### Estudio de Mercado

En México el manejo de RSM no es integral, esto es debido principalmente a la falta de capacidad técnica y de recursos. Sin embargo el acopio de basura y su venta como medio de subsistencia, es una actividad relativamente común en algunos municipios, entre ellos Mérida. Esta actividad de acopio y comercialización de residuos ha propiciado el establecimiento de grupos con funciones específicas y relacionadas entre sí para el desarrollo de este flujo, lo que podría denominarse como un canal de distribución. El reciclado es el reproceso de los materiales, en este caso del PET, para acondicionarlos con el propósito de integrarlos de nueva cuenta a un ciclo productivo como materia prima. Inicialmente esta actividad prometía grandes resultados, dado que la materia prima es abundante y está disponible casi de forma gratuita, pero el negocio se complica por las siguientes razones:

En el acopio de los RSM no se selecciona los materiales  
Existen grandes grupos de poder que controlan el acopio de los RSM desde hace décadas.

Es bien sabido que la hojuela del PET reciclado es más barata que el PET virgen, sin embargo, hay temporadas donde esta diferencia es reducida, particularmente porque México produce resina virgen de buena calidad y a bajo costo. De hecho, en Altamira, Tamaulipas en el año 2003 comenzó a operar la unidad productora más grande del planeta. Perteneció a la italiana Mossi & Ghisolfi con ella, México, elevará su producción anual de 500,000 ton a más de 700,000 ton, con lo que se convertirá en el segundo productor mundial de resina PET (Quiñones,2003). A últimas fechas se instalaron nuevas empresas en el Valle de México (IMER y Pet Star), en Puebla (El Rey del PET) y Monterrey (Grupo Simplex). Además, está por iniciar operaciones Tecnología de Reciclaje, compañía que producirá hojuela limpia y geotextiles no tejidos, un producto nuevo para México que tiene aplicación en agricultura, construcción y obra civil, donde se utilizan como bases y membranas. La demanda en Yucatán se refleja básicamente, en la resina nueva ya que no existe en el estado una empresa que se dedique al reciclaje del PET.

La empresa que realiza el acopio del RPET en el estado es ECOCE quien dispone de vehículos para transportar el material a su centro de acopio y distribución en la ciudad de Mérida, para posteriormente enviarlo al Estado de México a la planta PetStar para su reciclaje. México ocupa el segundo lugar mundial en consumo de refrescos después de los EUA, con un consumo promedio de 150 litros al año per cápita (INEGI 2005), y particularmente el estado de Yucatán se ubica como el segundo consumidor de este tipo de bebidas después del Distrito Federal, de tal suerte que el proyecto se centra en la región sur del estado donde consideramos los principales municipios como son Peto, Tsukakab, Tekax, Akil, Oxcutzkab, Tikul, Muna, Teabo, Tekit, Tecoh, Acanceh, Sacalum, Mayapan, Maní, Mama, Dzan, Chumayel y Abalá, que en conjunto tienen una población de 246,492 habitantes mayores de 5 años (INEGI 2010) y si consideramos un peso de 0.022 kg. por envase PET desechado y un consumo de al menos una bebida de 600 ml por habitante, tenemos que se generan 5.43 ton diarias de envases de los cuales solo se reciclan aproximadamente el 25% o sea 1.36 ton y el resto (4.07 ton) se encuentra en rellenos sanitarios y tirados en la vía pública o en el campo ocasionando el deterioro ecológico de la región y el país. Como se puede observar la oferta de envase RPET para reciclado es suficiente para una planta recicladora en el sur del estado con una capacidad mínima de 200 kg/hr

El acopio de PET en el estado ha sido incipiente debido a que el precio que se pagaba hace unos 6 o 7 años no rebasaba un peso por kilo, razón por la que este material se iba directamente a los rellenos sanitarios o se dispersaba por cualquier espacio público o privado como desperdicio. Sin embargo, y aún con una escasa promoción para concientizar a la población respecto al reciclaje del PET principalmente, a últimas fechas se ha visto un incremento en el acopio de este material debido a que el precio ha ido cambiando

paulatinamente y ha pasado de \$0.80 a entre \$4.00 y \$5.00 el pago al pepenador y el acopiador lo comercializa entre \$6.00 y \$8.00 por kg debido a la limpieza (separar etiqueta y tapa-rosca) y compactación del envase. (Aprepet 2006) Para alimentar una planta de reciclaje con la capacidad requerida para este proyecto (200 kg/hr) se requiere del acopio mínimo de 1600 kg diarios para trabajar un turno de 8 hrs, el cual se lograría mediante un plan de acopio donde intervendrían todas las instituciones educativas del sur del estado (primarias, secundarias, bachillerato y escuelas de nivel superior) las cuales separarían el material de PET, de los demás residuos sólidos, y por medio de transportes adecuados, se colectaría diariamente para ser trasladado a la planta recicladora; así también, se harán convenios con los ayuntamientos para el acopio a través de sus departamentos de limpia y adicionalmente en la planta recicladora se aceptará todo el PET que los pepenadores puedan llevar para su reciclaje. La Tabla 1 presenta los usos a los que se enfoca el PET reciclado para dar idea del tamaño de estos segmentos.

Tabla 1: Segmentos Para el RPET en México (INEGI 2006)

Usos	%	Ton
Fibra Poliéster	16.70%	11,500
Fleje	1.50%	1,000
Otros	0.70%	500
Exportación	81.10%	56,000
Total	100.00%	69,000

*La Tabla 1 permite percibir los principales usos a los que se enfoca el reciclado de PET. Su mayor mercado es el de la exportación, la cual tiene estímulos fiscales como la exención del impuesto al valor agregado. De igual manera su segundo mercado es el de la fibra textil seguido de los flejes. Fuente: Elaboración propia con base en datos de INEGI 2006 (2016).*

La demanda principal del RPET está dentro del mercado de las fibras textiles que cubre aproximadamente el 54.5% lo que ha provocado que más del 60% se exporte a China y los Estados Unidos (OMC, 2006). También hay demanda de este material reciclado para fabricar láminas (6.6%), fleje (13.20%), envases para alimentos (14.40%), para productos de limpieza y aseo personal (7.20%), hilo para pescar, fibra para escobas (1.40%) y prácticamente cualquier cosa de poliéster (2.70%) según NAPCOR, en su último informe (NAPCOR, 2004).

La planta recicladora que se propone también utilizará el método mecánico de reciclaje para obtener hojuela de PET limpia y seleccionada, y adicionalmente se obtendrá Pellet para venderse como materia prima ya que la bondad del material es que se puede comercializar en ambas presentaciones, ya sea para el mercado nacional o internacional. Según expertos, el plástico que se acopia mayormente es el PET y es el que cuenta con mayores posibilidades de comercialización, por ello se decidió acotar el estudio únicamente a este tipo de plástico. Este canal está formado por 5 niveles desde los generadores hasta las fábricas recicladoras.

### Industrial

Se tomó como punto de inicio para la descripción del mercado de plástico post-consumidor, las industrias fabricantes de envases plásticos de PET, que se han denominado generadores. Su importancia radica en que son las que determinan el flujo de material que se inserta al mercado en estudio (ver Tabla 2).

Tabla 2: Segmentos de Resina PET en el Año 2000 a Escala Nacional (APREPET, 2001)

% de Mercado	Segmento
52,8	Refrescos
14,9	Agua purificada
14,5	Aceite
7,0	Alimentos
2,2	Cuidado personal
1,4	Agroquímicos
0,3	Licores
1,5	Otros envases
2,4	Otras aplicaciones
5,0	Preforma exportada
100,0	Total

La Tabla 2 refleja los diferentes segmentos de mercado para la obtención de resina PET. Se puede observar que el de mayor porcentaje es el de los refrescos. En publicación del diario Universal en 2015, México es el 4to. Consumidor más grande del mundo en materia de bebidas carbonatadas por debajo de Argentina, Estados Unidos y Chile. Otro porcentaje relevante es por agua purificada, su consumo se ha incrementado debido al cambio climático. Fuente: Elaboración propia con base en APREPET, 2001 (2016).

En este rubro y ubicadas en la ciudad de Mérida tenemos 7 compañías, las cuales abastecen, principalmente, el rubro de envases para refrescos y agua (ver Tabla 3)

Tabla 3: Compañías generadoras de envases PET en Mérida, Yucatán

Nombre	Producto
Comercializadora “Los Reyes”	Botellas para agua (no fabrica)
Envases Químicos del Sureste, S.A.	Botellas múltiples usos
Mega Empack, S.A. de C.V.	Botellas para refrescos
Kemix, S.A. de C.V.	Envases para la industria alimenticia
Recipientes y Envases de México, S.A. de C.V.	Botellas para agua, miel, jarabes, salsas, esencias, etc.
JR Envases y Plásticos del Sureste, S.A. de C.V.	Botellas para agua y refrescos
Multi Empac, S.A.	Botellas para agua y refrescos

La Tabla 03 permite percibir a las principales compañías generadoras de envases PEP en el estado de Yucatán. El principal proveedor es la empresa “Los Reyes” y Mega Empack. Aparte de los envases por agua y bebidas carbonatadas, se observa envases para miel, jarabes, salsas y esencias lo cual son productos cultivados en la región y son objeto de exportación a distintos mercados del mundo. Fuente: Elaboración propia (2016).

El principal segmento de mercado, para la resina virgen de P.E.T., son las industrias de refrescos y agua purificada, que juntas representan un 67.7% de las ventas de ese sector (APREPET, 2001). La producción de estas industrias generadoras de envases está directamente relacionada con el consumo de refrescos y agua purificada que es muy abundante en la ciudad de Mérida.

*Consumidores:* Las condiciones climáticas de Yucatán hacen que el mercado de bebidas refrescantes sea significativamente mayor que otras entidades de la República Mexicana. Los sindicatos de las firmas refresqueras con presencia en Yucatán, aseguran que, si todos los refrescos tuvieran una sola presentación el consumo diario en la entidad equivaldría a un promedio de 120,000 cajas de 26 botellas de 600 mililitros cada una (Diario de Yucatán, 2003). Según investigadores del Centro de Investigaciones Avanzadas de Yucatán (CINVESTAV) estiman que, producto de este consumo, en Yucatán se desecha diariamente más de un millón de envases de P.E.T.

*Acopiadores Ambulantes:* Generalmente, estos acopiadores pasan casa por casa pidiendo el material y además van recogiendo de las calles lo que tenga valor comercial y lo venden en \$ 3.00 kilo. Su medio de transporte son triciclos. Según un acopiador grande, cada acopiador pequeño (pepenador) le vende en

promedio, diariamente, entre 25 y 30 kg, entonces tenemos que cada acopiador ambulante colecta entre \$ 75.00 y \$ 90.00 por día. Considerando un promedio de 200 acopiadores ambulantes (en Mérida, Yuc.), se estima que 2 toneladas pasan diariamente por este canal.

*Recolectores:* No se sabe la cantidad de plástico que logran separar para su posterior venta, pero a partir de los datos de los acopiadores fijos se puede estimar entre 100 y 150 toneladas. Los acopiadores fijos los refieren como sus principales proveedores, por lo que su papel dentro del canal es muy importante, el precio al que venden el PET es equivalente al que ofrecen los acopiadores ambulantes de \$ 3.50 a \$ 4.00 por kilogramo.

*Acopiadores fijos:* Se estima que el número de acopiadores fijos en la ciudad de Mérida es al menos de 50 y un máximo de 150; derivado de pláticas con un par de acopiadores y recicladores se estima que pasan por este canal de 150 a 200 toneladas de PET mensualmente.

Según la estimación hecha de generación de PET reciclable en el sur del estado de Yucatán, se generan alrededor de 5.43 toneladas diariamente de las cuales son acopiadas alrededor de 1.3 toneladas para su posterior reciclado, es decir el 25% aproximadamente. Mediante la aplicación de programas de acopio (como el propuesto en párrafos anteriores) resultaría factible duplicar la cantidad de PET acopiado, es decir, lograr acopiar y vender un total de 80 toneladas mensuales. Es decir que se podría cubrir, con facilidad, la demanda de 50 toneladas PET que requeriría la planta recicladora, objeto de este estudio. En el aspecto ambiental, el reciclado del PET representa en sí un menor consumo de petróleo, recurso no renovable y la disminución de la contaminación por concepto de su refinación y transformación hasta convertirse en plástico.

## METODOLOGIA

El diseño de este estudio tiene alcance descriptivo transversal, ya que abarca un período de tiempo, con enfoque cualitativo, en la que se aplica la metodología de Estudio de caso instrumental, que consiste en explorar a profundidad un programa, un evento, una actividad, un proceso, o uno, o más individuos. Este caso está limitado por el tiempo y la actividad, y el investigador recoge información detallada utilizando una variedad de procedimientos de obtención de datos en un período de tiempo con el objetivo de recoger significados de los participantes, enfocarse en un fenómeno en particular, incorporar valores personales dentro del estudio, estudiar el contexto o escenario de los participantes, validar la precisión de los hallazgos, hacer interpretaciones de los datos, crear una agenda para cambios o reformas y colaborar con los participantes. El horizonte de estudio de la empresa comprende la revisión de dos periodos (24 meses) para determinar en su caso la factibilidad del proyecto, así como la obtención del mayor rendimiento sobre la inversión, con base en los estudios realizados dentro del proceso de evaluación del mismo.

En el flujo de efectivo determinado se aplican herramientas de valuación financiera, teniendo como base los análisis de rentabilidad económica basados principalmente en el VAN, TIR, Periodo de recuperación (PAYBACK) y relación de costo beneficio. Se toma en cuenta, para el escenario probable, un tipo de cambio de 17.25 del 4 de enero de 2016, de las pantallas del Sistema de Administración Tributaria (SAT), una tasa impositiva (Impuesto sobre la Renta) del 30%, y una tasa de depreciación de los equipos de 10%, se realiza el cálculo de ingresos, costos y gastos proyectados de los primeros dos años, se considera una inflación del 5% para cada año a diferencia del incremento de precios el cual es del 15%. El costo de capital está considerado a una tasa atractiva para futuros inversionistas, de obtener un 10% de tasa sobre el proyecto. La vida útil de los equipos es de 20 años. En la determinación del escenario pesimista se consideró un incremento en el precio de la recolección de un 10% y en el escenario optimista se tomó en cuenta la apreciación del peso a un tipo de cambio de 16.50. En los tres escenarios el proyecto reflejó resultados positivos. Cabe mencionar que el proyecto requiere de financiamiento por parte inversionistas del sector

privado, a los cuales se les expondrá la opción adicional de optar por apoyo gubernamental a través de convocatorias públicas dada la sustentabilidad del proyecto.

## RESULTADOS

### Estudio Técnico

Existen diversos métodos en el tratamiento del reciclado de los plásticos; los cuales son denominados: Primario, que consiste en operaciones mecánicas para obtener un producto de similares características que el producto original. El secundario que consiste en la fusión para obtener productos de diferentes formas. El terciario o también conocido como “reciclado químico” y el reciclado cuaternario que consiste en la incineración, el cual no produce contaminantes ya que solo se desprende bióxido de carbono y vapor de agua. De acuerdo con los objetivos del proyecto de construcción de una planta recicladora de envases PET en el municipio de Tekax, en el sur del estado de Yucatán, el método de reciclaje a utilizar es el Mecánico. Este reciclado es la mejor alternativa para este propósito, si se pone en consideración que la mayoría de los plásticos viene del petróleo, un recurso claramente no renovable y el cual es cada día más costoso, y por otro lado, el reciclado químico es muy costoso y no está a nuestro alcance, debido a la alta inversión económica que se requiere. Por lo tanto, el proceso para el reciclado mecánico del PET se describe de la siguiente manera:

Acopio

Compactación o Pacado

Limpieza y Selección

Molido (Reducción a hojuela)

Separación

Limpieza

Secado

Peletizado

Extrusión

El Análisis de viabilidad se estima a partir de los datos proporcionados por un fabricante de equipo, para las especificaciones de una maquinaria con capacidad de 300 kg/h. donde se presentan datos como la energía que se requiere para la maquinaria, insumos, operadores necesarios para la producción, calidad del producto y dimensiones principales.

Capacidad continua: 300 kg/h

Requerimiento total de energía: 78 kw

Consumo de energía práctico: 60% (47 kw)

Tratamiento de reciclado de agua: 60 – 70% de la producción de agua puede ser reciclado.

Operadores por turno: 5 operadores mínimo son necesarios para la línea completa. 2 en la línea de triturado, 2 en la línea de lavado y uno para el embalaje.

Condiciones de trabajo: la línea completa puede trabajar hasta tres turnos por día.

Requerimiento de espacio para trabajo: 40 x 6 x 5 (L x W x H)

Espacio para la materia prima: 100 a 150 metros cuadrados

La hojuela limpia terminada puede ser empacada en dos tipos de bolsas: bolsa pequeña para 20 kg y bolsa grande de 1000 kg el tamaño es de 1.200 x 1.200 x 1.200 mm

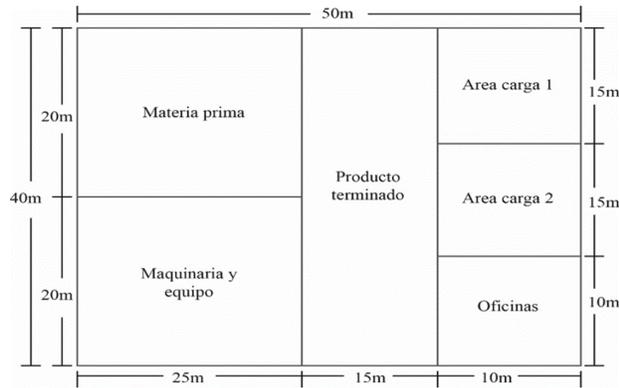
Consumo de materia prima: 1.1 a 1.2 toneladas de botellas recicladas pueden ser usadas para producir 1 (una) tonelada de hojuela limpia y seca (90% rendimiento).

Selección de la botella: 3 operadores en un día de trabajo pueden seleccionar una tonelada de botella de PET. Las botellas deben ir ordenadas por colores antes de ser procesadas

Calidad del producto terminado: limpio, un solo color hojuela pura de PET, contenido de agua menor a 1%.

La planta objeto de este proyecto tendrá una capacidad de producción inicial de 200 kg/h, y el equipo que se propone para la producción tiene una capacidad de 300 kg/h lo que nos permite planear un crecimiento futuro, el cual será considerado para la selección de áreas de la planta procesadora. Se considera una construcción de 2,000 m<sup>2</sup> con un terreno de 40 x 50 m donde se distribuyen las siguientes áreas:

Figura 1: Plano de la Planta



En la Figura 1 se observa el plano de la planta propuesta para el proyecto. Esta consta de área de materia prima y producto terminado. La maquinaria y equipo tendrán acceso para su resguardo físico. De igual manera se contará con 3 áreas de maniobras para carga y descarga para una mayor eficiencia y eficacia en la recepción y distribución del producto. Fuente: Elaboración propia (2016).

### Estudio Financiero

La inversión inicial en equipo de transporte, maquinaria y equipo, mobiliario y equipo de oficina, edificios y terreno, determinarán el tiempo de vida del proyecto. Para efectos del proyecto, el equipo de transporte se depreciará a un horizonte de 5 años. La maquinaria y equipo para el reciclado mecánico, se deprecia totalmente a 10 años. El equipo de oficina también se deprecia en 5 años y el equipo de cómputo se deprecia en 3 años aproximadamente el 30% anual. El edificio se deprecia a razón del 5% anual por lo que para depreciarlo totalmente se toman 20 años. El terreno genera plusvalía en vez de depreciarse además que para este proyecto se ha considerado el terreno como una donación por parte de del H. Ayuntamiento de Tekax y en su caso por la Universidad Tecnológica Regional del Sur para la instalación de la planta de reciclaje. Por lo tanto, el tiempo de vida del proyecto estará determinado por la maquinaria y equipo, el cual será de 10 años. Se iniciará detallando la inversión inicial (II) que se requiere para la adquisición de la maquinaria y equipo así como el edificio, mobiliario, equipo para transporte y otros, necesarios para el arranque de operaciones de la planta de reciclaje. Se percibe la Tasa de depreciación (dt) y depreciación anual (Dt).

Tabla 4: Inversiones (Miles de Pesos)

	II	dt (%)	Dt
Terreno			
Construcción	3.000	5	150
Maquinaria	1.680	10	168
Contenedores	100	10	10
Capital de trabajo	332,00		
Equipo de oficina	92,5	20	18,5
Vehículo	450,0	20	90,0
Total	5.654,5		

En la Tabla 4 se observa las principales inversiones a realizar para empezar a operar el proyecto. El capital de trabajo es el más oneroso para iniciar la gestión económica y financiera del negocio. En segundo lugar se encuentra la construcción de la planta donde se realizaría todo el proceso de reciclado. Fuente: Elaboración propia (2016).

Considerando estos valores se tendría un valor de rescate al cabo de 10 años de \$1.660.000,00

Respecto al capital de trabajo se calculó de acuerdo con el método de Déficit Máximo Acumulado. Se ha considerado que en cada mes se vende el total producido por lo que los inventarios estarán en cero, al final de cada periodo. El monto de las ventas no se recupera de forma inmediata por lo que se dan 30 días como plazo de pago, para empezar a tener un flujo de efectivo. Por lo que respecta al costo de producción, en la tabla 5 se presentan los conceptos considerados para su cálculo y el monto correspondiente.

Tabla 5: Costos de Producción

Costo de Producción	Monto
Costos variables	
Materia prima/ton	4.000,00
Energía eléctrica/ton	250,00
Gas/ton	150,00
Agua/ton	20,00
Total de costos variables	4.420,00
Por ton. Mensual	212.160,00
Costos fijos	
Mano de obra directa	40.490,39

*En la Tabla 5 se puede percibir los principales costos de producción del proyecto. La materia prima obtenida en los diferentes centros de acopio es la de mayor representatividad seguida de la mano de obra relacionada directamente con la producción. Finalmente se menciona el importe de costos por servicios públicos como lo son la energía, gasolina y el agua.*

Los gastos administrativos mensuales, principalmente salarios y prestaciones, gasolina y servicios públicos ascendieron a 64,530. En lo que respecta a sueldos, están incluidos el gerente general, el administrador, la asistente, el encargado del mantenimiento y al chófer de la camioneta para la recolección del PET. Los empleos requeridos para la operación de la planta y los salarios mensuales asignados se consideraron de acuerdo a la zona de influencia del proyecto. El punto de equilibrio se calculó de acuerdo a un software de análisis financiero, del cual se desprende que en promedio debemos vender 8,768 toneladas por mes de PET recuperado para que no tengamos ni pérdida ni ganancia, lo cual es un buen indicador del potencial del proyecto. ya que la capacidad de producción de la planta propuesta es de 32,5 ton por mes con un turno de trabajo. La valuación del proyecto, mediante el criterio del Valor Actual Neto (VAN), nos determina que este proyecto es rentable ya que nos arroja un resultado positivo de 31.682,71; el cual representa el margen de aceptación del proyecto, ya que esta cantidad representa la ganancia adicional con respecto a la mejor alternativa de inversión, o sea  $VAN > 0$  el proyecto se acepta. Este criterio evalúa el proyecto en función de una tasa única de rendimiento, con la totalidad de los rendimientos actualizados. La TIR calculada para el proyecto es de 18,5% para el primer año y de 20,1% para el segundo año. El otro indicador que influye en la decisión de realizar el proyecto, es el cálculo que determina el periodo de recuperación de la inversión, esta herramienta lo determina mediante la suma acumulada de los flujos generados por el proyecto actualizado. Por lo que, con una VAN de 31.682,71 y una TIR del 18,5% nos arroja un periodo de recuperación de la inversión de 15.5 meses.

## CONCLUSIONES

Como se puede observar, el proyecto de reciclado de envases PET, es atractivo y viable en varios aspectos, destacando el económico ya que se trata de crear una empresa que genere utilidades, pero también es importante en el aspecto ecológico ya que propone beneficios al medio ambiente. La inversión presentada es relativamente baja en comparación con otras empresas de este tipo, gracias a algunos factores que se tienen en favor del proyecto como es lo referente al terreno, el cual se obtendrá por donación del Ayuntamiento de Tekax o en su defecto, la Universidad Tecnológica Regional del Sur estaría dispuesta a ceder terreno propio de sus instalaciones para la construcción de la planta recicladora, ya que de esta, emana

el proyecto presentado. Así también, como se trata de un proyecto propuesto por una institución educativa de nivel universitario, se tiene la certeza de contar con el apoyo de las demás universidades y tecnológicos así como las instituciones de nivel primario, secundario y nivel medio superior; para realizar una campaña de acopio de PET en toda la zona sur del estado, que genere suficiente materia prima, para mantener en constante operación la planta recicladora. El futuro de la empresa se presenta con altas posibilidades de expansión debido a las diversas aplicaciones que tiene el RPET en nuestra vida cotidiana. Lo cual permite planear un crecimiento en capacidad o la apertura de nuevas plantas en otros puntos del estado, con la finalidad de cubrir la demanda de este producto en el país o al mercado exterior, que es quien tiene la mayor demanda del producto. Las áreas de oportunidad de este producto se ven también en la transformación de la materia prima para aplicaciones de embalaje como fleje y correas, los cuales son productos muy demandados, por otro lado se encuentra la industria textil en la cual se puede incursionar gracias a los bajos costos con los que se pueden obtener las fibras hechas de RPET mexicano con lo que es posible competir con los costos de la industria textilera China.

## REFERENCIAS

- Baca, G. (2013). Evaluación de proyectos. México: McGraw Hill.
- Cortázar, A. (2001). Introducción al análisis de proyectos de inversión. México: Editorial Trillas
- Cos Bu, R (2005) “Análisis y Evaluación de Proyectos”, Limusa, México
- APREPET (2006). Asociación Civil dedicada al fomento de la cultura del reciclaje de PET en México. Recuperado en: <http://www.aprepet.org.mx>
- Asociación Nacional de Industrias del Plástico (ANIPAC, AC). <http://www.anipac.com.mx>
- ECOCE (2010) Economía y Compromiso Empresarial (ECOCE, AC). Recuperado en: <http://www.ecoce.org.mx>
- FEMSA (2010) Coca – Cola FEMSA, <http://coca-colafemsa.com/kof/>
- IMER (2010) Industria Mexicana de Reciclaje, S.A. de C.V. Recuperado en: <http://femsa.com/es/assets/003/15669.pdf>
- INEGI (2010) Instituto Nacional de Geografía e Informática. Recuperado en: <http://www.inegi.gob.mx>
- NAPCOR The National Association for PET Container Resources. Recuperado en: <http://www.napcor.com/index.html>
- Osterwalder, A., y Pigneur, Y. (2011). Generación de Modelos de Negocio. España: Deusto.
- Quiñones S. (2003) Larga vida al PET. Revista Expansión, Ed. 874. Recuperado en: <http://www.expansión.com.mx/default.asp>
- SMA (2002) Secretaría del Medio Ambiente. El PET y su situación actual en el Distrito Federal, recuperado en: <http://www.sma.df.gob.mx/rsolidos/04/01clave.pdf>

## BIOGRAFIA

El profesor Víctor Samuel Jiménez López es profesor investigador de tiempo completo de la carrera de Mecatrónica área automatización y presidente del cuerpo académico de investigación de mecatrónica

aplicada a los procesos industriales de la Universidad Tecnológica Regional del Sur (UTRSUR). Es Doctorante en administración y desarrollo empresarial por parte del Colegio de Estudios de Iberoamérica. Al profesor se le puede contactar en tablaje catastral No. 792 vía del ferrocarril Mérida – Peto en Tekax de Álvaro Obregón, teléfono 019979740947 al 50; correo: risavi\_2807@hotmail.com.

El profesor Manuel Antonio Puerto Salgado es profesor investigador de tiempo completo de la carrera de desarrollo de negocios y miembro del cuerpo académico de ciencias económico administrativas de la Universidad Tecnológica Regional del Sur (UTRSUR). Es maestro en mercadotecnia por parte del Instituto Universitario Patria. Al profesor se le puede contactar en tablaje catastral No. 792 vía del ferrocarril Mérida – Peto en Tekax de Álvaro Obregón, teléfono 019979740947 al 50; correo: manpuerto5@hotmail.com.

El profesor Mario René Chan Magaña es profesor investigador de tiempo completo de la carrera de contaduría y miembro del cuerpo académico de ciencias económico administrativas de la Universidad Tecnológica Regional del Sur (UTRSUR). Es Doctor en Ciencias de la Administración por parte de la Universidad Nacional Autónoma de México. Al profesor se le puede contactar en tablaje catastral No. 792 vía del ferrocarril Mérida – Peto en Tekax de Álvaro Obregón, teléfono 019979740947 al 50; correo: mchanmagana@gmail.com.