

Estudio técnico-económico para un plan de negocio en la producción de filamento tipo PET

María Isabel Arias Prieto¹, Federico López Saldaña²

Universidad Tecnológica del Centro de Veracruz

Cuerpo Académico: Gestión de Calidad y eficiencia energética

LIADT: Calidad, eficiencia y mantenimiento de los procesos industriales.

Estudio técnico-económico para planta piloto en la producción de filamento tipo PET

Por

María Isabel Arias Prieto¹, Federico López Saldaña²

Departamento de Ingeniería en Mantenimiento Industrial, Universidad Tecnológica del Centro de Veracruz, Av. Universidad No. 350, Carretera Federal Cuitláhuac la Tinaja, Loc. Dos Caminos, C.P 94910, Cuitláhuac, Veracruz.

¹maria.arias@utc.edu.mx, ²9519@utc.edu.mx

Resumen

Se realizó un estudio técnico-económico mediante el cálculo de la determinación de la inversión estimada para una planta piloto de producción de filamento tipo PET mediante la extrusión de plástico reciclado con botellas PET, ubicada en la ciudad de Yanga, Veracruz. Se generó una planeación estratégica

Palabras clave: filamento, PET, estudio técnico-económico, inversión.

Introducción

En la actualidad para el mundo entero la falta de reciclaje del PET (polietileno tereftalato) producto de consumo masivo el cual tarda más de 100 años en degradarse, es un grave problema por el impacto hacia la contaminación que tiene este tipo de plásticos, “El mundo compra un millón de botellas de plástico por minuto que acaban en vertederos o en el mar” (eldiario.es, 2017), de acuerdo con una investigación realizada por la Fundación Ellen MacArthur para el año 2050, el plástico en los océanos pesará más que los peces que hay en ellos. La fabricación de filamentos para impresoras 3D se ha convertido en otra opción para el reciclado, que aparte es una elección de mayor rentabilidad, “el boom de la impresión 3D le confiere valor agregado al PET recuperado, que ahora puede ser utilizado para fabricar los filamentos para impresión” (Plastic Technology, 2016), esto se considera ya que alrededor de 1 kg de filamento para impresoras 3D tiene un costo promedio de US\$30. Cabe resaltar que la gran mayoría de dicho filamento es importado de otros países.

Por tanto, el objetivo de este proyecto es realizar un estudio técnico-económico para determinar la cantidad de inversión necesaria para la producción de filamento tipo PET en una planta piloto, y la capacidad de producción que tendría dicha planta tomando en cuenta los equipos clave para la manufactura del producto.

Contenido

En primer lugar, se realizó la localización óptima de la planta. Se determinó el lugar más cercano a las instalaciones de la UTCV, principal proveedor de PET, dentro la Universidad Tecnológica

del Centro de Veracruz se generan desechos de PET entre 180 y de 200 kilos en promedio cada semana. Derivado de esto el lugar más cercano es un local ubicado en la ciudad de Cuitláhuac, Ver, la ciudad más cercana a las instalaciones.



Ilustración 1 Ubicación de la UTCV

Determinación de la capacidad instalada óptima de la planta

En los años recientes, la demanda de productos y también de servicios respectivos con la impresión 3D o también llamada a la manufactura aditiva en México va en crecimiento. Dos sectores se encuentran en auge en el país, el aeroespacial y automotriz, por otra parte, la industria electrónica está utilizando esta nueva tecnología para diversos usos.

“A nivel mundial se estima que el mercado de la impresión 3D tiene un valor de USD\$7.300 millones, con un mercado primario que incluye sistemas de impresión, materiales, suministros y servicios, y que ha tenido un crecimiento promedio anual de 30% entre 2012 y 2014. Un mercado secundario proviene de herramientas, moldes y castings, según un análisis de mercado de la empresa de paquetería UPS y The Consumer Technology Association (CTA)” (Carvajal, 2017)

Aunque en la zona y a lo largo del estado de Veracruz existen pocos registros de clientes, específicamente empresas dedicadas a la impresión en 3D, la demanda potencial se estimó a partir de los clientes potenciales dedicados a la impresión en 3D en estados vecinos. Hay que mencionar que el estado de Puebla cuenta con empresas del giro Automotriz las cuales requieren impresión de piezas en 3D. La demanda en toneladas se estableció derivadas de una encuesta que tuvo como resultado una demanda potencial de 12 Ton al año. A continuación, se presenta una tabla con la proyección de la demanda a 4 años, tomando como base solo el 50% de la demanda potencial.

Proyección de la demanda				
Año	DPI Optimista (Ton)	Incremento anual	DPI Pesimista (Ton)	Incremento anual
1	6 Ton	20%	3 Ton	10%
2	7.5 Ton	25%	3.3 Ton	10%
3	9.4 Ton	25%	3.6 Ton	10%
4	11.7 Ton	25%	3.9 Ton	10%

Tabla 1 Demanda potencial insatisfecha.

Un objetivo propuesto para el primer año es cubrir 50 % de la demanda potencial anual en la zona cercana, de ahí ir incrementando la producción hasta llegar a la demanda total insatisfecha alrededor del 4 año.

Descripción del proceso productivo

A continuación, se describe el proceso para llevar a cabo la producción de filamento PET para impresión 3D.

1. Recepción de materia prima

Se recibe PET por parte del proveedor, así como materiales como bolsas de empaque y carretes para los rollos de filamento, etc.

2. Inspección

Se inspecciona el PET para verificar que llegue en buenas condiciones (sin manchas, contaminado, etc).

3. Clasificación

Se realiza la separación de la botella de otros desechos, como tapa, etiquetas, etc

4. Pesaje

Se realiza el pesaje del material que estará entrando al proceso de producción.

5. Lavado

Se realiza el lavado de la botella para cumplir con la calidad del producto final.

6. Secado

Se realiza el secado de la botella para quitar el agua del proceso de lavado.

7. Triturado

Se tritura el PET para posteriormente pasar a la tolva de la extrusora.

8. Extrusión

La extrusión consiste en el giro rotacional de un tornillo sinfín incrustado en un tubo, el cual es impulsado por medio de un motor eléctrico, el tornillo sinfín dispone de resistencias las cuales derriten el plástico y posteriormente se presiona el mismo a través del tubo hacia la boquilla y de esa manera se consigue el filamento.

9. Enfriado

El enfriamiento se realiza por medio de un ventilador

10. Enrollado

Se enrolla el filamento extruido en carretes de diferentes tamaños según las necesidades del cliente

11. Pruebas de calidad

Pruebas de calidad

Se debe realizar la medición del 100% de los carretes de filamento para verificar las siguientes características:

- **Diámetro:** si el diámetro del filamento fluctúa, entonces la cantidad que se extrude será inconsistente. Esto puede dar lugar a impresiones grumosas debido a la sobreextrusión o impresiones débiles debido a la subextrusión.
- **Ovalidad:** Si tiene demasiada ovalidad, puede causar que el filamento se tuerza, se extrude de forma desigual o se atasque en la impresora.

Empaquetado

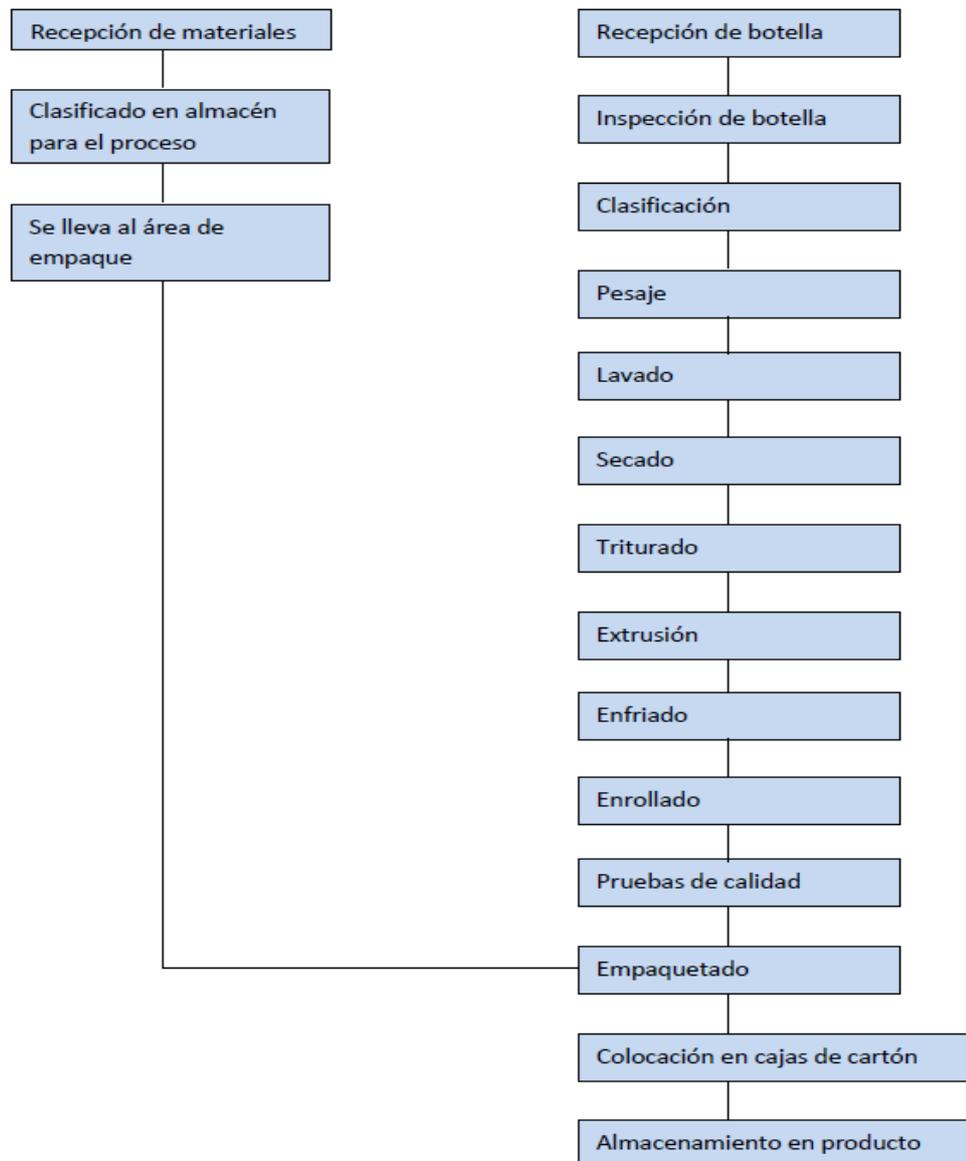
El proceso de empaquetado está compuesto por actividades inmediatas al proceso de calidad.

- Se realiza el empaquetado en bolsas individuales con su etiqueta correspondiente.

- Colocación en cajas de cartón. Se colocan en cajas de cartón para ser enviadas al cliente final con etiquetas que identifiquen el número de piezas, códigos y fechas de producción.
- Almacenamiento en producto terminado. Se almacenan las cajas por método PEPS (primeras entradas primeras salidas) y de acuerdo al cliente final.

Diagrama de bloques

En el diagrama de bloques se puede apreciar el funcionamiento interno del proceso que se lleva a cabo en la producción de filamento PET para impresión de 3D.



Gráfica 1 Diagrama de bloques para la producción de filamento

En el diagrama se puede apreciar las actividades derivadas del proceso de producción desde la recepción de la botella sucia hasta el almacenamiento del producto depositado en el almacén.

Diagrama de proceso

La siguiente tabla muestra el recorrido que se realiza a través de actividades de operación, transporte, inspección almacenamiento y demoras.

	Descripción Actividades	Op.	Trp.	Ctr.	Esp.	Alm.
1	Recepción de materia prima	○	→	□	○	▽
2	Inspección	○	→	□	○	▽
3	Clasificación	○	→	□	○	▽
4	Pesaje	○	→	□	○	▽
5	Lavado	○	→	□	○	▽
6	Secado	○	→	□	○	▽
7	Triturado	○	→	□	○	▽
8	Extrusión	○	→	□	○	▽
9	Enfriado	○	→	□	○	▽
10	Enrollado	○	→	□	○	▽
11	Pruebas de calidad	○	→	□	○	▽
12	Empaquetado	○	→	□	○	▽
13	Colocación en cajas de cartón	○	→	□	○	▽
14	Llevado al almacen	○	→	□	○	▽
15	Almacenamiento en producto terminado	○	→	□	○	▽

Tabla 2 Diagrama de proceso para la producción de filamento

El diagrama muestra un proceso continuo optimo, ya que no se tienen esperas o demoras durante el recorrido.

Capacidad de producción

En la tabla que a continuación se muestra las maquinas que se necesitan para el proceso, las cuales determinan la capacidad de producción diseñada de acuerdo

Capacidad de producción	
Equipos	Capacidad aproximada
Lavadora	2000 botellas/h = 30 kg/h
Bacula	1 Ton
Secadora	4000 b/h = 60 kg/h
Trituradora	40 kg/h
Extrusora	1200 g/min=72 kg/h

*1 botella = 15 g +/-

Capacidad mínima de producción =30 kg/h = 240 kg/día en un turno de 8 horas

Cálculo de la mano de obra necesaria

La determinación de la mano de obra se determinó de acuerdo al manejo y operación de las diferentes máquinas para el desarrollo del proceso.

Actividad	No de personas
Recepción de materia prima e Inspección	1
Clasificación y pesaje	2
Lavado y secado	1
Triturado, Extrusión, Enfriado y enrollado	1
Pruebas de calidad	1
Empaquetado, Colocación en cajas de cartón y Llevado al almacén	1
Administración y venta	3
Total	10

Tabla 3 Número de operarios para el desarrollo de actividades

El total de mano de obra necesaria propuesta es de 10 personas, incluidos personal de producción y administrativo.

Distribución de planta

Para la distribución de planta se realizó un dibujo en AutoCAD, en el cual se propone una distribución de las áreas de acuerdo al diagrama de bloques descrito anteriormente (ver grafica 1) de acuerdo a dicha gráfica y sus actividades da como resultado el diseño de una planta piloto.

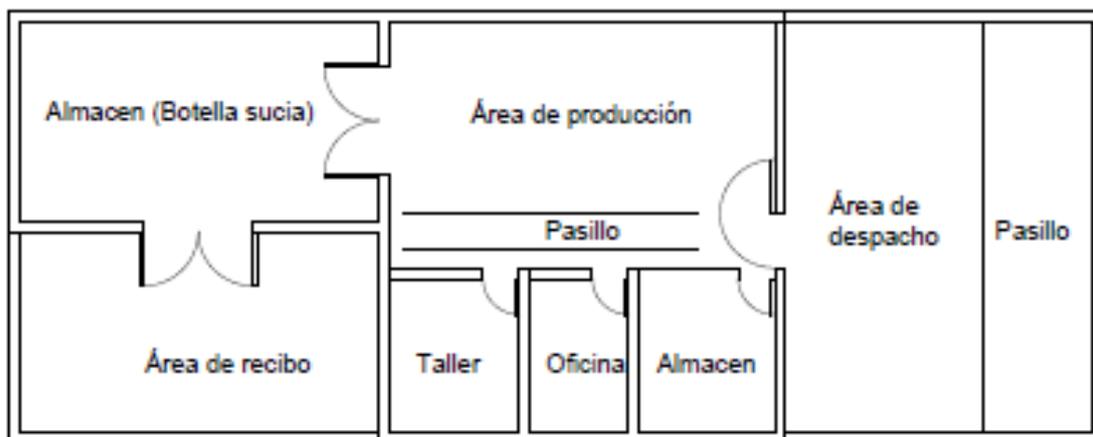


Ilustración 2 Distribución de áreas para el proceso de producción.

Costo total de operación

En la siguiente tabla se determinó en costo el costo unitario del filamento derivado del cálculo del costo total de operación de la planta y la producción total anual.

Concepto	Costo total anual
Costos de producción	771904
Gastos de administración	158000
Gastos de ventas	140000
Total	1,069,904
Costo unitario (72000 kg x año)	\$14.86

Tabla 4 Costos de operación

Inversión total

Para definir el total de la inversión se realizó el cálculo del activo diferido y el diseño de la planta con la construcción de la obra civil de la planta propuesta, también se realizó una cotización de las maquinas necesarias para la producción, el resultado es la inversión total para el proyecto.

Concepto	Costo total anual
Equipo de producción	194 500
Obra civil (204 m ²)	1 056 072
Terreno (300 m ²)	330 000
Activo diferido	85844
Subtotal	1666416
+5% imprevistos	83321
	1 749 737

Tabla 5 Inversión total para puesta en marcha del proyecto

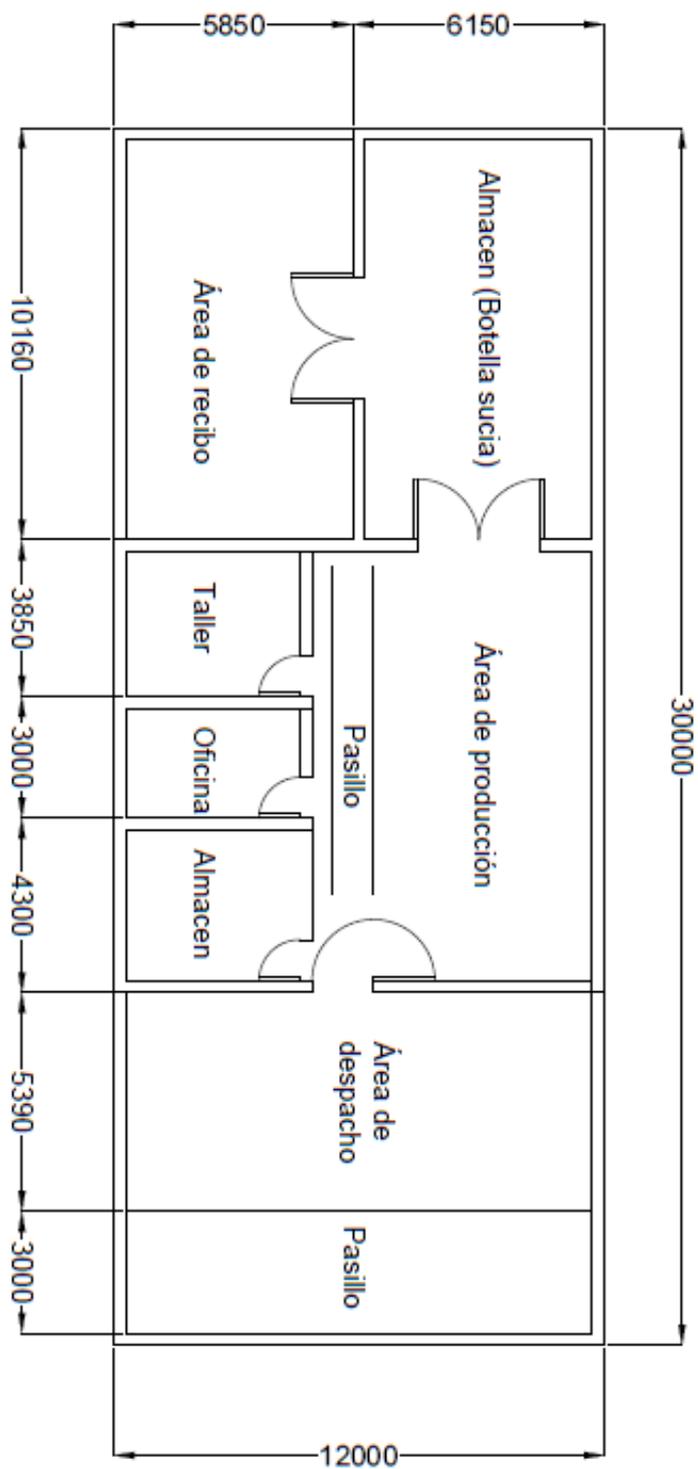
Conclusiones del estudio técnico-económico.

Se llegó a la conclusión de que, tomando como referencia los equipos clave es posible elaborar 240 kg de filamento en un día en un solo turno de 8 hrs, produciendo hasta 72 toneladas de filamento al año, suficientes para ampliar el negocio a otras zonas de la república, como ejemplo la Ciudad de México, el cual tiene cientos de empresas dedicadas a la impresión en 3D. En cuanto al capital humano, se calculó que, con un total de 10 personas a cargo de máquinas y procesos administrativos para la puesta en marcha de la planta piloto, es suficiente cubrir la demanda potencial. Durante el desarrollo de este estudio se descubrió que un elevado crecimiento en esta industria, ya que ha sido un boom el uso de la tecnología 3D en los últimos años. Por lo que se estima crecimiento de la demanda potencial en los próximos años, además existe poca competencia ya que son muy pocos los productores de filamento para impresión 3D en México, y casi nulo en el estado de Veracruz.

Este estudio se podrá utilizar en un plan de negocio, el cual es una gran herramienta para la planeación del proyecto productivo y de esta manera asegurar el éxito de un negocio de innovación con miras a un gran crecimiento económico en zona donde se desarrolle.

Apéndice

Lay-out derivado de la distribución de planta necesaria para el desarrollo del proceso de producción.



Referencias

- NTR*. (14 de Enero de 2015). Recuperado el 7 de Enero de 2018, de NTR:
<http://ntrzacatecas.com/2015/01/14/en-mexico-se-recicla-15-anual-de-800-mil-toneladas-de-pet/>
- Plastic Technology*. (19 de 07 de 2016). Recuperado el 7 de 1 de 2018, de <https://www.pt-mexico.com/noticias/post/plstico-reciclado-convertido-en-filamento-para-impresin-3d->
- eldiario.es*. (30 de 6 de 2017). Recuperado el 7 de 01 de 2018, de eldiario.es:
http://www.eldiario.es/theguardian/compra-botellas-plastico-mayoria-vertederos_0_659684375.html
- Baca Urbina, G. (2013). *Evaluación de proyectos*. Mexico D.F.: Mc GrawHill.
- B2B, C. M. (23 de Julio de 2018). Tecnología del plástico. Obtenido de <http://www.plastico.com/temas/La-impresion-3D-se-abre-paso-en-la-industria-mexicana+118590>