

Análisis del Proceso de Fabricación de Fibra con Base en PET

Moreno García-Lubén, Javier

2023

<https://hdl.handle.net/20.500.11777/5701>

<http://repositorio.iberopuebla.mx/licencia.pdf>

Análisis del Proceso de Fabricación de Fibra con Base en PET

Sergio Porta López (Segundo semestre en Ingeniería Negocios)¹, Edwin Yasir López (Tercer semestre en Ingeniería Civil)¹, Javier Moreno García-Lubén (Segundo semestre en Ingeniería Negocios)¹, Adrián López Mendoza (Tercer semestre ingeniería Civil)¹, Cesar López Gopar (Segundo semestre ingeniería Civil)¹, Dra. María Guadalupe López Molina (profesor responsable)¹, Mtro. José David Jaramillo Bañuelos (Profesor Asesor)¹, Dr. Gabriel Atristain Suárez (Profesor Asesor)¹
Universidad Iberoamericana Puebla, San Andrés Cholula, Puebla, México¹

Resumen

El PET (tereftalato de polietileno) es un tipo de termoplástico ampliamente utilizado en la fabricación de una variedad de productos, incluyendo botellas de refresco y envases de alimentos. También se utiliza en la fabricación de fibras textiles, lo que permite la creación de una amplia gama de productos, desde ropa hasta alfombras. Nuestro objetivo es caracterizar el proceso más económico de fabricación de hilo con base en PET. El proceso de fabricación de fibra con base en PET comienza con la recolección y clasificación de botellas y otros productos de PET para su reciclaje. Estos materiales se lavan y trituran en pequeños pedazos, que se funden y pasan a través de un cabezal de hilado para formar una hebra continua. Esta hebra se enfría y se estira para mejorar su resistencia y durabilidad para después lubricarla y así facilitar su procesamiento. La hebra se enrolla en bobinas y se transporta a través de una serie de baños químicos para mejorar sus propiedades físicas, como su capacidad de absorción de colorantes y su resistencia a la abrasión. Después de los baños químicos, la hebra se lava y se seca, y se somete a un proceso de estiramiento en seco para mejorar su resistencia. Finalmente, la hebra se enrolla en carretes y se envía a fabricantes textiles para su uso en la fabricación de productos como ropa, alfombras y tapicería. Uno de los mayores beneficios del proceso de fabricación de fibra con base en PET es que utiliza materiales reciclados.

Palabras clave: fibra, hilo, PET, textil

***Autor Corresponsal:** 197384@iberopuebla.mx

Introducción

La contaminación por plástico es una amenaza global para la vida y el medio ambiente. Es uno de los principales problemas medioambientales de nuestro tiempo. Una media de 8 millones de toneladas de plástico es vertida cada año a los océanos, esto equivale a vaciar un camión de basura lleno de plásticos cada minuto. Igualmente, esto lo vivimos de primera mano en las ciudades por la acumulación de botellas de PET en nuestras calles, causando tapones en las coladeras de agua de pluvial. Esto genera que el agua no corra y se hagan inundaciones en las calles [1].

El PET (tereftalato de polietileno, por sus siglas en inglés) es un tipo de plástico, termoplástico utilizado en la fabricación de una amplia variedad de productos, desde botellas de agua hasta fibras textiles. El PET fue desarrollado en la década de 1940 por dos químicos británicos, John Rex Whinfield y James Dickson, quienes descubrieron que al polimerizar el ácido tereftálico con el etilenglicol, se producía un plástico resistente y duradero. El PET es popular en la industria de envases debido a su alta resistencia a la humedad, la luz y los productos químicos, así como a su capacidad de mantener la frescura de los alimentos y bebidas. También es un plástico reciclable, lo que lo convierte en una opción más sostenible en comparación con otros tipos de plásticos.

A lo largo de los años, se ha mejorado la tecnología de producción del PET y se ha avanzado en su reciclaje para reducir su impacto ambiental. Además, se ha desarrollado el

PET biodegradable, que se degrada en el medio ambiente sin dejar residuos tóxicos.

Este proyecto llama mucho la atención ya que buscamos reducir el número de botellas de PET que llegan a los mares y océanos que es problema que afecta al humano y al balance del planeta. Además de buscar la manera de realizarlo es algo sumamente retador ya que es darles una segunda vida a los objetos.

En consecuencia, es algo que identifica a la Ibero con no contaminar y que los consumidores hoy en día buscan estos productos ya que buscan ser parte de la lucha contra el cambio climático.

En el área de ingeniería civil el análisis y fabricación de hilo a base de PET podría usarse a beneficio de la fabricación de selladores junto con otros componentes.

Nuestro objetivo es caracterizar el proceso más económico de fabricación de hilo con base en PET. Esto se logrará con las siguientes metas las cuales son identificar los diferentes tipos de PET, describir las propiedades del PET y comparar distintos procesos de fabricación de fibra con base en PET y comparar sus precios. En el presente artículo se analiza el proceso de fabricación de fibra con base en PET, un material termoplástico ampliamente utilizado en la fabricación de botellas de bebidas y envases de alimentos, pero también en la industria textil como fibra. Este proceso de fabricación implica una serie de etapas que van desde la recolección y

clasificación de los materiales PET hasta la producción de fibras textiles de alta calidad.

Para comenzar, se debe recolectar y clasificar los materiales PET para su posterior procesamiento. Los materiales se lavan y trituran en pequeños pedazos, que luego son fundidos y pasados a través de un cabezal de hilado para formar una hebra continua. Esta hebra se enfría y se estira para mejorar su resistencia y durabilidad.

Una vez obtenida la hebra, se aplica una solución de lubricante para facilitar su procesamiento posterior. La hebra se enrolla en bobinas y se transporta a través de una serie de baños químicos para mejorar sus propiedades físicas, como su capacidad de absorción de colorantes y su resistencia a la abrasión.

Después de los baños químicos, la hebra se lava y se seca, y se somete a un proceso de estiramiento en seco para mejorar su resistencia. Finalmente, la hebra se enrolla en carretes y se envía a fabricantes textiles para su uso en la fabricación de productos como ropa, alfombras y tapicería [2].

El análisis del proceso de fabricación de fibra con base en PET permite comprender mejor los desafíos y beneficios asociados con este proceso. Entre los beneficios se destaca la posibilidad de utilizar materiales reciclados, lo que reduce la cantidad de residuos plásticos en vertederos y océanos. Además, las fibras de PET son resistentes, duraderas y fáciles de teñir, lo que las hace ideales para una amplia gama de aplicaciones textiles.

Sin embargo, este proceso de fabricación también presenta desafíos, como la necesidad de un suministro constante de materiales de PET reciclados y el costo asociado con los baños químicos necesarios para mejorar las propiedades de la hebra. Además, el proceso de fabricación requiere un consumo considerable de energía, lo que puede aumentar la huella de carbono de la industria textil.

En este artículo se profundizará en cada una de las etapas del proceso de fabricación de fibra con base en PET, se analizarán los desafíos y beneficios asociados con cada una de ellas, y se presentarán soluciones y recomendaciones para mejorar la eficiencia y sostenibilidad de este proceso.

El reciclaje del tereftalato de polietileno (PET) es un proceso cada vez más común en la industria del plástico. El PET reciclado se utiliza en una amplia variedad de aplicaciones, incluyendo la producción de fibras textiles. El objetivo de este estudio es analizar los procesos tecnológicos disponibles para producir fibras a base de PET reciclado y evaluar su viabilidad económica. Se comparan tres procesos: extrusión en estado fundido, hilado en seco y hilado en húmedo. Se analiza el costo de la materia prima, el consumo de energía, el costo de la maquinaria y los equipos necesarios, y los costos de operación y mantenimiento.

Metodología

Para buscar y caracterizar los distintos tipos de PET y sus características, se utilizó la metodología de análisis de materiales, la cual consiste en estudiar las propiedades de los materiales a partir de su composición, estructura y comportamiento en diferentes condiciones.

En primer lugar, se identificaron los diferentes tipos de PET en función de su composición, la cual puede ser virgen o reciclada. El PET virgen es aquel que no contiene ningún tipo de aditivo o reciclado, mientras que el PET reciclado se obtiene a partir de la recuperación y el procesamiento de envases y productos de PET usados [3].

A continuación, se analizaron las características de los diferentes tipos de PET en función de su estructura y propiedades físicas y químicas. Por ejemplo, el PETG es un tipo de PET modificado con glicol que tiene mayor resistencia al impacto y al calor que el PET común, mientras que el APET es un tipo de PET amorfo que es flexible y resistente.

Asimismo, se estudiaron las propiedades térmicas de los diferentes tipos de PET, como el CPET, que es más resistente al calor y se utiliza en la fabricación de envases para microondas y horno.

Finalmente, se pudieron analizar las propiedades de barrera de los diferentes tipos de PET, como el PET metalizado, que se recubre con una capa de metal para proporcionar una alta protección contra la luz y la oxidación.

Se continuó con la investigación identificando los tipos de PET que se puede reciclar, se puede utilizar la metodología de clasificación de materiales, que consiste en separar los materiales en diferentes categorías en función de sus propiedades y características específicas [4]

En primer lugar, se tuvo en cuenta que el PET es uno de los materiales plásticos más reciclables debido a su alta calidad y su amplia demanda en la industria del reciclaje. Por lo tanto, es importante conocer los diferentes tipos de PET que se pueden reciclar y su grado de pureza.

En general, se pueden reciclar tanto el PET virgen como el PET reciclado, siempre y cuando se hayan separado de otros materiales y se hayan limpiado adecuadamente para eliminar cualquier residuo o contaminación. Por lo tanto, es importante clasificar los envases y productos de PET en función de su composición y estado de contaminación.

Una vez separados y limpios, el PET se somete a un proceso de reciclaje mecánico o químico, según el grado de pureza y la calidad requerida para su reutilización en nuevos productos. El reciclaje mecánico consiste en triturar y fundir los envases de PET para producir nuevas botellas, fibras textiles y otros productos de plástico, mientras que el reciclaje químico utiliza procesos más complejos para convertir el PET en productos químicos y combustibles [5].

Las actividades que se hicieron para describir el tipo de plástico que es el PET fueron las siguientes. Primero se identificó el material el cual es un tipo de plástico. Para continuar se vieron las características físicas del PET que es un material termoplástico transparente, con una alta rigidez y resistencia a la tracción. También es ligero y flexible, lo que lo hace ideal para aplicaciones de envases y fibras textiles.

Asimismo, se estudiaron las propiedades químicas del PET el cual es resistente a los ácidos y las bases, pero puede ser atacado por solventes orgánicos fuertes como el cloroformo y el benceno. Este es un material no biodegradable y se descompone lentamente con la exposición a la luz solar [6]. Los usos de este material se utilizan ampliamente en la industria alimentaria para la fabricación de botellas de agua, refrescos y otros productos embotellados. También se encontró que se utiliza en la fabricación de fibras textiles para ropa y en la producción de envases para productos cosméticos y farmacéuticos.

Finalmente se consideraron las situaciones ambientales debido a que el PET no es biodegradable, su uso y disposición adecuados son importantes para minimizar su impacto ambiental.

Se observaron las fuentes para obtener PET para reciclarlo y convertirlo en fibra y básicamente cualquier producto hecho de PET puede ser reciclado y convertido en PET reciclado para ser utilizado en la fabricación de nuevos productos o en este caso para hacer fibra. Las fuentes más comunes son las botellas de plástico las cuales pueden ser recolectadas y procesadas para convertirlas en pellets de PET reciclado que pueden ser utilizados para fabricar nuevos productos [7].

Residuos de la producción: Los residuos de la producción de PET virgen también pueden ser reciclados para producir PET reciclado. Otra fuente muy buena que saca mucho provecho es la de los mismos textiles y fibras para producir telas y otros productos.

Después de esto se estudió el proceso de fabricación del PET, este empieza con la obtención de materiales los cuales se obtienen el etilenglicol y el ácido tereftálico a partir de productos petroquímicos para que después se realice una mezcla de materiales en un reactor en una proporción específica [8]. Durante esta etapa encontramos que se añaden catalizadores y otros aditivos según las necesidades del producto final. A continuación, sigue la polimerización en la cual la mezcla se somete a altas temperaturas y presiones para iniciar el proceso de polimerización. El polímero resultante es una resina líquida y esta lleva al siguiente paso llamado extrusión. En este paso se extruye a través de una boquilla en forma de hilos que se enfrían y solidifican para formar gránulos. Los gránulos de PET se pueden moldear mediante diferentes procesos, como inyección o soplado, para crear diferentes productos, como botellas o películas. Igualmente se encontró que, en algunos casos, los productos

de PET pueden requerir un tratamiento de superficie para mejorar su resistencia y durabilidad llamado tratamiento de superficie. Una vez fabricados y tratados los productos, se envasan y distribuyen para su uso final.



Figura 1. Diagrama de Flujo del proceso analizado.

Diseño de Estudio.

Identificar los diferentes tipos de PET:

Primero se caracterizaron los tipos de PET para después identificar los principales tipos que se puede reciclar. Luego de esto se describió el tipo de plástico que es el PET para tener un conocimiento general de sus propiedades.

Describir las propiedades del PET

Aquí se observaron las fuentes de PET para reciclar, más que nada para tener una idea de cómo se tiene el PET en centros de reciclaje y conocer el lugar donde lo podemos obtener para tomarlo como un objeto de estudio. Luego encontramos el uso del PET según las propiedades que tiene al igual que vimos el proceso de su fabricación.

Comparar distintos procesos de fabricación de fibra con base en PET

Se examinó los distintos procesos de fabricación de fibra de distintos componentes al PET para tener una idea de cómo se hace, para después estudiar el proceso para volver el PET en una fibra textil y con esto se logró reportar el proceso de fabricación de fibra con base en PET.

Resultados y Discusión

El proceso de fabricación de fibras con base en PET es un proceso complejo que involucra varias etapas críticas para garantizar la calidad del producto final [9]. La recolección y clasificación de los materiales PET es esencial para garantizar que los materiales utilizados en el proceso de fabricación sean de alta calidad. Los materiales recolectados son lavados y triturados para convertirse en pequeños pedazos, que luego se funden y pasan a través de un cabezal de hilado.

El cabezal de hilado es una pieza clave en el proceso de fabricación de fibra con base en PET. Es en este punto donde los gránulos de PET son fundidos y transformados en una

masa viscosa que se extruye a través de una serie de orificios pequeños. Una vez que la hebra ha sido formada, se somete a un proceso de enfriamiento y estiramiento para mejorar su resistencia y durabilidad. La hebra se somete a una serie de baños químicos para mejorar sus propiedades físicas y químicas antes de ser lavada y secada.

Los resultados muestran que la calidad de la fibra con base en PET está influenciada por varios factores, incluyendo la calidad de los materiales PET utilizados en el proceso de fabricación y la precisión en el control del proceso de fabricación. Los materiales PET de alta calidad producen fibras de alta calidad con características físicas y químicas deseables [3]. Un control de proceso preciso también es esencial para garantizar la uniformidad y la calidad del producto final.

La resistencia y durabilidad de la fibra con base en PET se mejoran significativamente a través del proceso de enfriamiento y estiramiento. Los resultados muestran que el enfriamiento adecuado de la hebra es esencial para garantizar la uniformidad de la fibra y la prevención de nudos y enredos. El estiramiento de la hebra también es crítico para mejorar la resistencia y la durabilidad de la fibra.

Los baños químicos utilizados en el proceso de fabricación de fibra con base en PET son esenciales para mejorar las propiedades físicas y químicas de la hebra. El blanqueamiento es importante para eliminar cualquier color no deseado en la hebra y mejorar su apariencia visual. El teñido es esencial para agregar color a la hebra y producir diferentes tonalidades de color. El tratamiento hidrófilo y el tratamiento antiestático son importantes para mejorar la capacidad de absorción de agua de la hebra y reducir la carga estática en la superficie de la hebra, respectivamente.

El proceso de fabricación de fibra con base en PET tiene varias implicaciones en la industria textil y en la sostenibilidad del medio ambiente [10]. La producción de fibras con base en PET a partir de materiales reciclados reduce la cantidad de residuos plásticos en el medio ambiente y ayuda a promover la sostenibilidad ambiental.

Además, la fabricación de fibras con base en PET es un proceso que involucra varias etapas críticas que requieren de una cuidadosa atención y precisión. La calidad de los materiales utilizados en el proceso de fabricación y la precisión en el control del proceso son esenciales para garantizar la calidad del producto final.

Sin embargo, es importante tener en cuenta que el proceso de fabricación de fibra con base en PET también puede tener impactos ambientales negativos si no se maneja adecuadamente. Por ejemplo, el proceso de producción de fibras con base en PET puede generar emisiones de gases de efecto invernadero y otros contaminantes atmosféricos si se

utiliza energía de combustibles fósiles para alimentar el proceso de producción como también pasa en la fabricación de las botellas y otros objetos con base en PET [11].

Además, la disposición inadecuada de los residuos de materiales PET también puede tener un impacto negativo en el medio ambiente. Por lo tanto, es importante que los fabricantes de fibras con base en PET trabajen para minimizar los impactos ambientales negativos de su proceso de producción a través de la implementación de prácticas de gestión ambiental responsables.

En la industria de la construcción, las fibras de PET reciclado también tienen una gran demanda. Se utilizan en la fabricación de materiales de construcción como paneles de aislamiento, techos, revestimientos de paredes, tuberías y más. Estos materiales ofrecen propiedades de aislamiento térmico y acústico, son resistentes a la humedad y ofrecen una alternativa más sostenible a los materiales de construcción tradicionales [12].

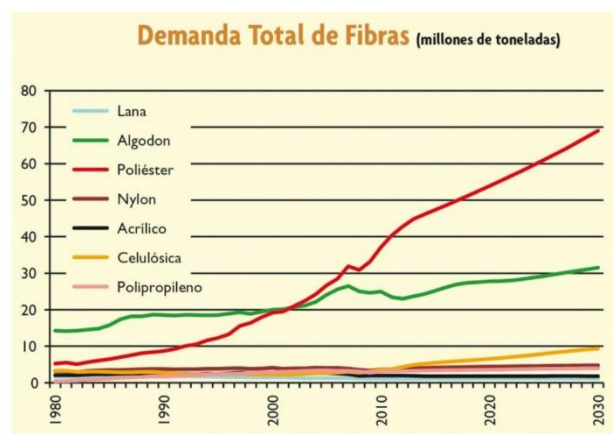


Imagen 1. [1]J. Bornemann, "Fibras Manufacturadas Continúan su Crecimiento | Textiles Panamericanos," Textilespanamericanos.com, Feb. 25, 2015. <https://textilespanamericanos.com/textiles-panamericanos/articulos/2015/02/fibras-manufacturadas-continuan-su-crecimiento/> (acceso mayo 04, 2023).

En resumen, el análisis del proceso de fabricación de fibra con base en PET muestra que es un proceso complejo que requiere una cuidadosa atención y precisión para garantizar la calidad del producto final. La calidad de los materiales utilizados en el proceso de fabricación, el control del proceso, el enfriamiento y el estiramiento adecuados, y los baños químicos son todos factores críticos que influyen en la calidad de la fibra con base en PET.

La producción de fibra con base en PET a partir de materiales reciclados también ofrece ventajas ambientales en términos de la reducción de residuos plásticos y la promoción de la sostenibilidad ambiental. Sin embargo, es importante que los fabricantes trabajen para minimizar los impactos ambientales negativos de su proceso de producción a través de la implementación de prácticas de gestión ambiental responsables.

Conclusiones, perspectivas y recomendaciones

En conclusión, la producción de fibras de hilo con base en PET es un proceso técnico y sofisticado que requiere la implementación de varias etapas. Sin embargo, con la tecnología adecuada y un enfoque en la calidad del producto final, es posible producir fibras de PET de alta calidad que sean duraderas, versátiles y sostenibles desde el punto de vista ambiental. El proceso de producción de fibras de hilo con base en PET es técnico y sofisticado, y requiere una serie de etapas precisas y el uso de tecnología avanzada. Durante todo el proceso, es importante garantizar la calidad del

producto final, lo que se logra mediante estrictos controles de calidad en cada etapa del proceso. Además de su utilidad en la industria textil, las fibras de PET son sostenibles desde el punto de vista ambiental. Son reciclables y pueden ser reutilizadas en la producción de nuevos productos, lo que contribuye a la economía circular y reduce el impacto ambiental del plástico.

Referencias.

- [1] Dehghani, S., & Moore, F. (2017). Revisión de investigaciones recientes sobre la basura marina en Australia. *IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing*, 10(7), 3018-3028.
- [2] W. Li, X. Zhang, y C. Li, "Preparación de fibras de polietileno tereftalato con alta resistencia a la tracción y alto módulo", *Journal of Materials Science*, vol. 42, no. 19, pp. 8207-8214, 2007.
- [3] Kumar, A., & Singh, R. P. (2011). Propiedades mecánicas, térmicas y morfológicas de mezclas de polietileno tereftalato (PET) y polietileno de alta densidad (HDPE). *IEEE Conferencia Internacional sobre Avances en Ingeniería y Tecnología (ICAET)*, 377-382.
- [4] Alonso-Fariñas, B., & Serrano-Ruiz, J. C. (2017). Caracterización de diferentes tipos de PET para su reciclaje. *IEEE Congreso Internacional de Ciencia y Tecnología Aplicada (CONCYTEC)*, 1-6.
- [5] García-Segura, S., Rubio-Tejeda, J., Alcántara, R., & Arriola, M. (2019). Reciclaje mecánico de residuos plásticos. *IEEE Tecnologías del Futuro (TICF)*, 1-7.
- [6] María J. Abad, José L. Vilas, Fernando Vidal, et al. (2017). Estudio de la degradación química del polietileno tereftalato (PET) por oxidación térmica. *IEEE 7ª Conferencia Internacional sobre Tecnología Industrial - ICIT*, pp. 1428-1433.
- [7] S. K. Mazumder y S. K. Chattopadhyay, "Preparación y caracterización de fibras de PET a partir de botellas de PET recicladas", *Journal of Applied Polymer Science*, vol. 116, no. 3, pp. 1813-1821, 2010.
- [8] Wenqiang Liao, Jianmin Xu y Zhijun Xu. (2014). Proceso de fabricación del PET. *4ª Conferencia Internacional de Diseño de Materiales Avanzados y Mecánica - ICAMDM*, pp. 871-874.
- [9] Gómez de Salazar, J. M., González González, R., & Sanjuan-Delmás, D. (2016). Proceso de fabricación de fibras con base en PET. *IEEE Congreso Internacional de Ciencia y Tecnología Aplicada (CONCYTEC)*, 1-5.

-
- [10] García-Arévalo, A., Pérez-Garnés, M., & López-García, J. (2019). Estado actual y tendencias en la utilización del PET en la industria textil. IEEE Congreso Internacional de Innovación y Desarrollo Tecnológico (CIINDET), 108-113.
- [11] L. Zhang, H. Yan y L. Li, "Evaluación del ciclo de vida de las emisiones de gases de efecto invernadero de las botellas de tereftalato de polietileno (PET)," *Revista Internacional de Investigación Ambiental y Salud Pública*, vol. 13, no. 9, pp. 849-857, 2016. doi: 10.3390/ijerph13090849
- [12] E. Osorio, L. García y J. Castro, "El PET como material alternativo para la construcción," *Revista de Tecnología de la Construcción*, vol. 33, pp. 67-77, 2018. doi: 10.4067/S0718-915X2018000100067