

FLEJE POLIÉSTER (PET)

El fleje de poliéster PET, tiene características de elevada resistencia, porcentajes reducidos de elongación y es una válida alternativa al fleje de acero. Inalterable en condiciones extremas de temperatura e insensible a los rayos ultravioletas. El fleje PET garantiza una tensión constante durante cada fase de gestión del paquete aportando condiciones de absoluta seguridad durante el transporte. El fleje PET no enmohece y es de fácil manejo garantizando al operador la máxima funcionalidad de aplicación. Utilizable también con instalaciones de flejado automático está disponible en una amplia gama de medidas, que va de 9 mm a 32 mm de ancho, y de 0,50 mm a 1,27 mm de espesor. Nuestra consolidada experiencia nos permite aconsejar al cliente la elección técnicamente más indicada a sus exigencias de embalaje.

Nuestro fleje es idóneo para todas las máquinas: CMR, Columbia, Cyklop, Delonca, Endra, Fromm, Itatools, Itipack, Mosca, OMS, Orgapack, Reisopack, Sander, Signode, SMB, SOB, Strapack, Strapex, Titan, Transpak e tanti altri produttori.

POLIÉSTER (PET)

Características: Elevada resistencia, inalterable en condiciones extremas de temperatura e insensible a los rayos ultravioletas, tensionamiento constante, absoluta seguridad durante el transporte.

Valor añadido: no enmohece, es fácil de manejar y disponible en una amplia gama de medidas.

El fleje de poliéster M.J Maillis es ideal para cualquier tipo de aplicación ligera, media o pesada, para paletización y agrupación de embalajes, así como también para embalajes de esquinas afiladas.

Ideal para el flejado de embalajes, tanto en aplicaciones manuales como en máquinas flejadoras automáticas de altas prestaciones.



Tels. 5025 1075 · 4780 8518
4173 8389 · 8851 2656

ventas@grupofleecipol.com

Norte 80 #4227, Col. Malinche
Del. Gustavo A. Madero
C.P. 07899, México, D.F.

grupofleecipol.com

La gama de fleje de poliéster M.J. Maillis ofrece una mayor resistencia a roturas y a la tracción que los flejes de polipropileno (PP).

M.J. Maillis fabrica y distribuye dos tipos de fleje de poliéster (PET):

- Fleje PET de calidad estándar
- Fleje PET de alta resistencia
 - El **tereftalato de polietileno, politereftalato de etileno, polietilentereftalato** o **polietileno tereftalato** (más conocido por sus siglas en inglés PET, *polyethylene terephthalate*) es un tipo de [plástico](#) muy usado en envases de [bebidas](#) y [textiles](#). Algunas compañías manufacturan el PET y otros poliésteres bajo diferentes marcas comerciales, por ejemplo, en los Estados Unidos y el Reino Unido usan los nombres de **Mylar** y **Melinex**.
 - Químicamente el PET es un [polímero](#) que se obtiene mediante una [reacción de policondensación](#) entre el [ácido tereftálico](#) y el [etilenglicol](#). Pertenece al grupo de materiales [sintéticos](#) denominados [poliésteres](#).
 - Es un polímero [termoplástico](#) lineal, con un alto grado de [cristalinidad](#). Como todos los termoplásticos puede ser procesado mediante [extrusión](#), [inyección](#), [inyección y soplado](#), [soplado de preforma](#) y [termoconformado](#). Para evitar el crecimiento excesivo de las esferulitas y lamelas de cristales, este material debe ser rápidamente enfriado, con esto se logra una mayor [transparencia](#), la razón de su transparencia al enfriarse rápido consiste en que los cristales no alcanzan a desarrollarse completamente y su tamaño no interfiere («scattering» en inglés) con la trayectoria de la [longitud de onda](#) de la [luz visible](#), de acuerdo con la [teoría cuántica](#).

Presenta como características más relevantes:

- Alta transparencia (en estado amorfo), aunque admite cargas de colorantes.
- Alta resistencia al desgaste y corrosión.
- Muy buen coeficiente de deslizamiento.
- Buena resistencia química y térmica.
- Muy buena barrera a CO₂, aceptable barrera a O₂ y humedad.
- Compatible con otros materiales barrera que mejoran en su conjunto la calidad barrera de los envases y por lo tanto permiten su uso en mercados específicos.



Tels. 5025 1075 · 4780 8518
4173 8389 · 8851 2656

ventas@grupoflecipol.com

Norte 80 #4227, Col. Malinche
Del. Gustavo A. Madero
C.P. 07899, México, D.F.

grupoflecipol.com

- Reciclable, aunque tiende a disminuir su viscosidad con la [historia térmica](#).
- Aprobado para su uso en productos que deban estar en contacto con productos alimentarios.

Las propiedades físicas del PET y su capacidad para cumplir diversas especificaciones técnicas han sido las razones por las que el material haya alcanzado un desarrollo relevante en la producción de fibras textiles y en la producción de una gran diversidad de envases, especialmente en la producción de [botellas](#), [bandejas](#), [flejes](#) y [láminas](#).

Fue producido por primera vez en 1941 por los científicos británicos Whinfield y Dickson, quienes lo patentaron como polímero para la fabricación de [fibras](#). Se debe recordar que su país estaba en plena [guerra](#) y existía una apremiante necesidad de buscar sustitutos para el [algodón](#) proveniente de [Egipto](#).

A partir de 1946 se empezó a utilizar industrialmente como fibra y su uso textil ha proseguido hasta el presente. En 1952 se comenzó a emplear en forma de filme para envasar alimentos. Pero la aplicación que le significó su principal mercado fue en envases rígidos, a partir de 1976. Pudo abrirse camino gracias a su particular aptitud para la fabricación de botellas para bebidas poco sensibles al [oxígeno](#) como por ejemplo el [agua mineral](#) y los refrescos carbonatados. Desde principios de los años 2000 se utiliza también para el envasado de [cerveza](#).

Aspectos del uso de tereftalato de polietileno[[editar](#)]

características:

- Actúa como barrera para los gases, como el CO₂, humedad y el O₂.
- Es transparente y cristalino, aunque admite algunos colorantes.
- Liviano, permite que una botella pese 20 veces menos que su contenido.
- Impermeable.
- Levemente tóxico, recientemente se ha descubierto que las botellas que se usan para embotellar zumos de frutas ácidos liberan algo de antimonio(Sb), aunque por debajo de los límites que admite la [OMS](#) (20µg/L)[[cita requerida](#)].



Tels. 5025 1075 · 4780 8518
4173 8389 · 8851 2656

ventas@grupoflecipol.com

Norte 80 #4227, Col. Malinche
Del. Gustavo A. Madero
C.P. 07899, México, D.F.

grupoflecipol.com

- Inerte (al contenido).
- Resistente a esfuerzos permanentes y al desgaste, ya que presenta alta rigidez y dureza.
- Alta resistencia química y buenas propiedades térmicas, posee una gran indeformabilidad al calor.
- Totalmente reciclable. [\[cita requerida\]](#)
- Superficie barnizable.
- Estabilidad a la intemperie.
- Alta resistencia al plegado y baja absorción de humedad que lo hacen muy adecuado para la fabricación de fibras.
- No es biodegradable.

Degradación [\[editar\]](#)

El PET es un material particularmente resistente a la biodegradación debido a su alta cristalinidad y a la naturaleza aromática de sus moléculas, por lo cual se le considera no biodegradable.¹

El PET sí puede ser degradado mediante un proceso químico por el cual se modifica su estructura molecular para reutilizar el material para un nuevo producto u obtención de combustibles.²

Para realizar la degradación química del PET se deben tomar en cuenta primeramente las propiedades físicas y mecánicas del desecho de PET.³

Degradación mediante proceso químico [\[editar\]](#)

- Degradación por medio de [fluido supercrítico](#): Este tipo de degradación se hace mediante el uso de disolventes en condiciones supercríticas. Los disolventes más comunes para la degradación del material son [tolueno](#), [acetona](#), [benceno](#), [xileno](#) y [etilbenceno](#), usados a temperaturas entre 583-643 K y presiones de 4 – 6 MPa.



Tels. 5025 1075 · 4780 8518
4173 8389 · 8851 2656

ventas@grupoflecipol.com

Norte 80 #4227, Col. Malinche
Del. Gustavo A. Madero
C.P. 07899, México, D.F.

grupoflecipol.com

Mediante este proceso se obtienen [estireno](#) y otros hidrocarburos aromáticos con tiempos de reacción muy cortos, gracias a las buenas transferencias de masa y calor que se consiguen. La gran desventaja de esta opción de degradación se encuentra en los costes del proceso y en que los productos obtenidos son básicamente los mismos que en [craqueo](#) térmico y catalítico.

- Poliestireno disuelto en corrientes petroquímicas: el polímero es disuelto en una corriente de aceite de ciclo ligero. Se realiza el craqueo térmico en reactor de contacto corto a una temperatura de 723-823 K. Al realizarse este proceso se observa que existe una sinergia en el rendimiento de proceso al realizar la mezcla, pero se forma un alto contenido de aromáticos que son aportados a la degradación del poliestireno restringe el uso del producto como combustible.
- Hidrocraqueo: se procesa aceite proveniente de [pirólisis](#) de plásticos, con el fin de obtener un producto que cumpla con las propiedades de un combustible. Este proceso se lleva a cabo en un reactor tubular continuo, usando como [catalizador](#) óxido de aluminio a temperaturas de 623-723 K. Mediante este proceso se obtienen conversiones de [poliestireno](#) hasta el 98% mediante un proceso térmico y el 88% sobre Pt/Al₂O₃, durante un tiempo de reacción de 240 minutos a 685 K y 6 MPa de H₂. La disminución en la conversión del proceso catalítico frente al térmico se encuentra relacionada con que el Pt/Al₂O₃ promueve reacciones de terminación, posiblemente por hidrogenación de radicales.

⁴ La ventaja al hacer uso de catalizadores en el proceso radica en la selectividad, ya que al hacer uso de estos se reduce significativamente la producción de oligómeros [Oligómero](#). Mientras que el Pt/Al₂O₃ realiza simultáneamente la degradación del poliestireno y la hidrogenación de productos con el objetivo de reducir el contenido de aromáticos en el producto final; pero cabe destacar que inhibe parcialmente la degradación del polímero al compararla con el proceso térmico.⁵



Tels. 5025 1075 · 4780 8518
4173 8389 · 8851 2656

ventas@grupoflecipol.com

Norte 80 #4227, Col. Malinche
Del. Gustavo A. Madero
C.P. 07899, México, D.F.

grupoflecipol.com

- [Hidrólisis](#) alcalina: son triturados los desechos de PET con una solución de NaOH, la mezcla de la reacción se somete a calor hasta que alcance el punto de ebullición, al finalizar se enfría y los residuos son filtrados. El filtro alcalino obtenido es neutralizado con un diluido de ácido hidrociorhídrico , el producto final se filtra mediante succión y es deshidratado a una temperatura de 40°C por un tiempo de 24 horas en presencia de P2Cl5.⁶
- La utilización de agentes catalizadores en la hidrólisis alcalina de PET es mejor que las técnicas que no hacen uso de catalizadores.
- Degradación de termo-oxidación: en este mecanismo de degradación el oxígeno maneja un rol fundamental, ya que depende en gran medida de la disponibilidad de oxígeno para que se pueda llevar a cabo este proceso.

Ya que, en presencia de oxígeno, las reacciones de escisión de la cadena dominan sobre las reacciones de ampliación moleculares. Los radicales alquilo reaccionan rápidamente con el oxígeno y forman radicales peroxilo, lo que se puede hacer abstracción de hidrógeno inter o intramolecular para formar hidroperóxidos poliméricos. La termo-oxidación y la oxidación de los productos de polietileno se llevan a cabo a un rango de temperaturas de 150-250°C, es decir, las condiciones de procesamiento, han sido objeto de varios estudios. El proceso y los mecanismos de degradación a altas temperaturas difieren de los mecanismos que tienen lugar durante envejecimiento a largo plazo a temperaturas moderadas. Una temperatura más alta significa reacciones más rápidas y mayor cantidad de radicales libres. La disponibilidad de oxígeno llegará a ser limitada debido a que la velocidad de difusión y solubilidad de oxígeno es demasiado baja. Mientras que a menor concentración de oxígeno, la probabilidad de que dos radicales alquilo vecinos sobrevivirán el tiempo suficiente para reaccionar con cada uno otro en lugar de reaccionar con el oxígeno es más alta y las reacciones de ampliación moleculares estarán conduciendo a una ampliación dominante de la distribución del peso molecular. A temperaturas de reacción más bajas, que son las reales durante la degradación ambiental, la degradación así como los tiempos de reacción son mucho más largos, el número de radicales es más pequeño y el oxígeno tiene más tiempo para difundir a los sitios de reacción.⁷



Tels. 5025 1075 · 4780 8518
4173 8389 · 8851 2656

ventas@grupoflecipol.com

Norte 80 #4227, Col. Malinche
Del. Gustavo A. Madero
C.P. 07899, México, D.F.

grupoflecipol.com

Biodegradación[[editar](#)]

Cuando un objeto de plástico es abandonado en la naturaleza, la [luz ultravioleta](#) del sol provee la [energía de activación](#) requerida para iniciar la incorporación de [oxígeno](#) en sus moléculas. Este proceso hace que el objeto se vuelva frágil y se fragmente en trozos cada vez más pequeños hasta que las cadenas poliméricas alcanzan un peso molecular suficientemente bajo para que puedan ser metabolizadas por [microorganismos](#).

Sin embargo, el PET es un material particularmente resistente a la biodegradación debido a su alta cristalinidad y a la naturaleza aromática de sus moléculas, por lo cual se le considera no biodegradable.¹

No obstante, un estudio ha encontrado que microbios de la especie [Nocardia](#) son capaces de llevar a cabo una biodegradación "lenta y débil" del PET, gracias a su capacidad de sintetizar cierta [esterasa](#).⁸

Existen diferentes alternativas en las cuales se puede reciclar el PET desde el reciclado mecánico, químico y algunos que han sido planteados en otros países para reutilizar el PET o encontrar utilidad a los envases de PET, con el fin de disminuir su impacto ambiental y el volumen de estos en los tiraderos de basura.

- Reciclado mecánico:** Este tipo de sistema de reciclado es el más convencional para el PET. Consiste en una serie de etapas a las que el material es sometido para su limpieza y procesamiento, sin involucrar un cambio químico en su estructura. Al considerar este tipo de reciclado de PET es importante conocer el origen del residuo (residuo de proceso industrial o residuo post-consumo), además es importante considerar la aplicación a la cual será destinada (fibra, lámina, botella, bidón, fleje...) y si este tendrá algún contacto con alimento. La calidad del producto resultante irá ligada completamente a la separación previa de los materiales plásticos, ausencia de impurezas y por supuesto de su limpieza. De esta manera, es de suma importancia realizar de manera minuciosa la selección de procesos y subprocesos (separación, lavado en frío, lavado en caliente, secado, etc.) para cada caso. Dentro del reciclado mecánico existen dos tipos de proceso: siendo uno de estos, el reciclado mecánico convencional y el proceso de súper limpieza; y el otro, complementario del primero.



Tels. 5025 1075 · 4780 8518
4173 8389 · 8851 2656

ventas@grupoflecipol.com

Norte 80 #4227, Col. Malinche
Del. Gustavo A. Madero
C.P. 07899, México, D.F.

grupoflecipol.com

Proceso del reciclado mecánico convencional[[editar](#)]

•**Recogida selectiva:** Tiene como único objetivo obtener un producto más limpio, mediante la eliminación de impurezas de otros materiales. La selección se hace de manera automática o manual, está basada en una serie de criterios: color (por ejemplo eliminar colores críticos como amarillo, café, rojo y negro, solo son permitidos los azules e incoloros), materiales plásticos (eliminación de PE, PP, PVC) son seleccionados solo las botellas de refrescos y agua, también son eliminados los materiales metálicos. En función de las propiedades de los materiales se utilizan diferentes sistemas de separación: separadores colorimétricos, de infrarrojo cercano (INR), ultravioletas. Su efectividad dependerá totalmente de las características de los elementos a separar: grado de suciedad, humedad, etc. •**Triturado:** Consiste en reducir los envases de tamaño, usualmente este proceso es realizado en molinos de cuchillas. El tamaño final puede variar de una instalación a otra, aunque lo habitual es obtener una escama menor de 10 mm y que esta se encuentre libre de polvo. •**Lavado:** Se suele hacer sobre el triturado. Existe la opción de hacer un lavado previo sobre el envase. Para el lavado se puede usar agua, tensoactivos y/o sosa diluida a una temperatura que puede ser variable (frío, temperatura ambiente, lavado medio a 40°C o lavado en caliente a una temperatura de 70°C a 90°C). Al realizar el lavado se estarán eliminando contaminantes de tipo orgánicos entre ellos tierra y arena, presentes en la superficie de la escama. Los residuos de tensoactivos usados en el lavado son eliminados mediante una serie de lavados posteriores. Pueden emplearse adicionalmente métodos de fricción y centrifugación; de esta manera, aumentará el porcentaje de efectividad de lavado y la eliminación de elementos indeseables. El triturado será secado a una temperatura de 150°C a 180°C para su almacenamiento.

•**Extrusión:** En este proceso, la escama limpia y seca es sometida a una extrusión con temperatura y presión para la obtención de un producto final.

- Proceso descontaminación: Superlimpieza.

Este proceso tiene el objetivo de que el material obtenido del proceso mecánico convencional alcance las características necesarias para su uso en contacto con alimentos. Mediante este proceso se eliminarán los contaminantes que pueden quedar absorbidos en la superficie del plástico.⁹

•**Descontaminación mediante tratamiento térmico:** Este proceso se lleva a cabo introduciendo el triturado en una extrusora a 280°C. Las impurezas insolubles e infundibles que todavía puedan permanecer en el material se quedarán en el filtro para ser eliminadas. Al mantener esta temperatura es posible que se produzca una ruptura de cadenas y en general una caída de la viscosidad por lo que es necesario, para mantener las propiedades provocar una policondensación que aumente la masa molecular en peso y en número.⁹



Tels. 5025 1075 · 4780 8518
4173 8389 · 8851 2656

ventas@grupofleecipol.com

Norte 80 #4227, Col. Malinche
Del. Gustavo A. Madero
C.P. 07899, México, D.F.

grupofleecipol.com