

1 Introducción

Los cambios en los estilos de vida y la consecuente dependencia de los consumidores de los alimentos procesados, pre-cocidos y empacados están incrementando hoy en día el consumo de empaques flexibles multicapas. El empaque rígido en todos sus formatos (botellas, latas, vidrio y contenedores plásticos) están cediendo el paso al empaque flexible, en especial los empaques tipo pouches (bolsas erguidas), debido a su conveniente formato o presentación, peso liviano, propiedades superiores de barrera, el uso prudente de los recursos materiales y una alta calidad de impresión.

El mercado de bebidas y alimentos es el segmento de uso final más grande en empaques flexibles, con crecimientos importantes en los productos de cuidado de la salud y en mercados antes no pensados como pinturas y aceite de motor. No obstante, un inconveniente es el manejo de desechos provenientes de estos empaques multicapas dentro de los programas de reciclaje. (1)

2 Empaques multicapas y su problemática.

Como premisa, se establece que los empaques multicapas no son reciclables, por lo que no son recolectados selectivamente, terminando en la corriente principal de desechos de los residuos municipales a ser lanzados en los vertederos. Los empaques de tipo metal-plástico y los de tipo metal-papel-plástico son prácticamente imposibles de reciclar debido a las diferentes composiciones de materias primas que se incluyen en dicho empaque.

Al mencionar al reciclaje, se hace referencia a la recuperación apropiada de los muchos componentes de un empaque multicapa para convertirlos individualmente en una nueva resina reciclada, que puede ser usada en combinación con resina virgen en los procesos de moldeo, soplado de películas o algún proceso similar de transformación del plástico.

Debido al gran número de composiciones encontradas en los plásticos laminados usados para los pouches flexibles, es casi imposible implantar un proceso de reciclaje por ser demasiado complicado y altamente riesgoso en términos de inversiones.

- En principio, no es la tecnología que hace imposible el reciclaje del empaque flexible sino el proceso de selección y separación. En otras palabras, cada componente individual del empaque flexible debería ser analizado y categorizado, separado y reciclado individualmente para recuperar un máximo de cada material y posteriormente convertirlo en una resina reciclada.
- Ningún recuperador de empaques flexibles aceptará un material post-consumo, debido al hecho que cerca del 80% de los flexibles están contaminados con alimentos y, como tal, no son aptos para ingresar en las corrientes existentes de reciclaje pues contaminarán el reciclado final. Esta contaminación hace que el reciclado sea inaceptable en aplicaciones de primera calidad.
- Las grandes corporaciones reconocen que aún no existe ninguna instalación en el mundo que pueda reciclar laminados flexibles. (1)

El proceso de reciclaje de empaques ha evolucionado sobre la base de operar con formatos de empaques bastante estandarizados. Botellas (PET y vidrio), latas de bebidas (aluminio o acero), cajas de cartón y algunas bolsas plásticas (PE o BOPP) son fácilmente reciclables debido a la sencillez en la separación de los materiales usados en la fabricación del mismo. Esta actividad de reciclaje es capaz de generar un material de alto valor que puede ser re-usado en la misma aplicación de donde fue originado.

Al mencionar a los empaques flexibles, la industria de bienes de consumo ha optimizado el desempeño y el valor agregado del empaque, al crear estructuras multicapas complicadas. Adhesivos, materiales mezclados y recubrimientos crean cada una complicaciones que hacen extremadamente difícil la clasificación, separación y reciclaje de los

materiales flexibles. La industria reivindica que el empaque flexible es “respetuoso del medio ambiente” pues ocupa menos espacio en los vertederos, ya que un pouch flexible pesa alrededor de 9 gramos comparado con una botella PET de 35 gramos y con una botella de vidrio de 330 ml que pesa 220 gramos, conteniendo todos los mismos pesos de material.

No obstante, grandes cantidades de pouches terminan en un vertedero o en un incinerador, donde, en ambos casos, se desperdicia el valor del material, o no se obtiene de él todo el rendimiento esperado.

3 Parámetros del proceso de reciclaje post-consumo de los empaques flexibles multicapas. (2)

Para comenzar a diseñar una solución de reciclaje post-consumo de los empaques multicapas, se deben tomar en consideración varios parámetros:

- La palabra clave del proceso de reciclaje es “post-consumo”. Aunque la intención es recolectar empaques post-consumo tan limpios como sea posible mediante un proceso de selección organizado, se debe ser realista y enfrentar el hecho que los residuos de los empaques deben ser removidos antes de que puedan ser reciclados eficazmente. Esta contaminación se sitúa entre un 10 y 20% del peso total del empaque, lo que significa que para un peso de un empaque flexible de 10 gramos, se tiene un peso entre 1 a 2 gramos de residuos, es decir, de comida procesada (salsas de tomate, mayonesa, sopas, aceites, etc.), cosméticos y detergentes (champú y otros). Se debe considerar que cualquier cantidad de residuo puede interferir en el proceso de reciclaje.
- Debido a la presencia de mecanismos de dosificación en los pouches, tales como: cierres, picos para beber o tapas roscadas, no se debe esperar que el consumidor suministre pouches limpios o enjuagados. Tampoco se garantiza

una limpieza con hidro-ciclones debido a la naturaleza pegajosa de estos residuos que impide que los pouches abran fácilmente.

- No existe una consistencia en el consumo de empaques flexibles. Aunque existen distribuciones normalizadas en términos de los productos y marcas usadas por el consumidor, no hay consistencia en el residuo dentro del empaque..

4 El centro de reciclaje: criterios para su diseño.

Las metas del proceso de reciclaje de empaques flexibles deben basarse en la factibilidad del proceso mismo, los factores económicos de inversión, aspectos técnicos y ambientales que definan su impacto y alcance.

Un centro de reciclaje se basa en los siguientes criterios:

1. La configuración de diseño es del tipo modular para un reciclaje a pequeña escala, destinado a funcionar en cualquier área urbana de hasta 2 a 4 millones de habitantes/consumidores. La razón se basa en garantizar una línea de suministro de pouches post-consumo tan corta como sea posible, pues se prefiere evitar que los pouches sean comprimidos en pacas para reducir su volumen en las jaulas de transporte. Adicionalmente, una unidad local estimula la participación de la comunidad para la recolección selectiva y, consecuentemente, disminuye los volúmenes de desechos en los vertederos locales.
2. La instalación no es para producir “pellets”, ya que la meta final no es el procesamiento por inyección o moldeo por soplado ni extrusión de una resina reciclada. Esto no puede ser realizado, ya que los empaques a reciclar son multicapas y tienen una amplia variedad de materiales que lo componen, muy difíciles de seleccionar y transformarlos en resina de alta calidad.

3. El objetivo es producir un compuesto en forma de película con excelentes propiedades químicas y mecánicas del cual puedan generarse una amplia variedad de productos de consumo de alto valor y durabilidad (Figura 1).



Figura 1. Reciclaje de pouches en bolsos y carteras

Dentro de la línea de empaques flexibles que pueden ingresar a este centro de reciclaje se incluyen los pouches multicapas para chocolate, envoltorios de caramelos, envoltorios para galletas y similares, bolsas de papitas fritas, etc. Todos ellos pueden tener una estructura de varios tipos de plásticos, aluminio (foil) y películas metalizadas en cualquier combinación.

5 Reciclaje de empaques laminados – Avances y tendencias.

Las películas laminadas empleadas en la manufactura de empaques livianos se han convertido en preferencia popular para sustituir otros empaques. Están compuestas de una capa delgada de aluminio, laminada en una matriz de papel y/o capas plásticas, que son usadas en un amplio rango de formatos de empaques que incluyen pouches, bolsas y tubos, para el empaqueo de bienes de consumo como alimentos, bebidas, alimentos para mascotas, pasta dental y productos cosméticos. Debido a su ligereza en peso y a la ausencia de procesos de reciclaje comercialmente viables, tampoco ha sido incluido como material a recolectar por las autoridades locales. (3)

En función de estas tendencias del consumidor y las necesidades de incrementar las logísticas de suministro de los productos, se ha generado un aumento progresivo en la producción de empaques plásticos y, consecuentemente, en la generación de desechos plásticos.

A raíz de esto, nuevas legislaciones se han desarrollado para minimizar el impacto ambiental derivado de la generación de estos desechos plásticos. La Directiva 94/62/EC y la Directiva 2008/98/EC de la Unión Europea incluyen una jerarquía en la gestión de los residuos donde la prevención seguida del re-uso, reciclaje y recuperación de la energía es establecida en dichas normas. Estas directivas indican que el 50% en peso del desecho plástico proveniente de los canales domésticos debe ser reciclado para el 2020; el 19,7% del plástico se recicló en el año 2013.

En función de cerrar la brecha entre la rata de reciclaje y los objetivos planteados, varias experiencias científicas se vienen desarrollando y perfeccionando para el reciclaje de estos materiales de empaque multicapas. Algunos de ellos están enfocados en el área de reciclaje químico, bajo la consideración que estos procesos tienen el potencial para tratar la combinación de diferentes polímeros y al mismo tiempo, obtener productos energéticos tales como monómeros, que pueden ser usados en la manufactura de nuevos polímeros.

Dentro de las nuevas tecnologías de reciclaje químico se consideran tres tipos de despolimerización térmica (pirólisis, gasificación e hidrogenación) y tres tipos de despolimerización química (hidrólisis, metanólisis y glicólisis).

5.1 Reciclaje químico

Consiste en el craqueo o descomposición de los polímeros mediante calor, sustancias químicas y catalizadores para la producción de aceite o monómeros iniciales, que pueden ser usados en la manufactura de nuevos polímeros.

Existen dos tipos de reciclaje químico en función de los reactivos químicos necesarios durante el proceso:

- Despolimerización térmica.
- Despolimerización química.

La selección de alguna de ellas depende de las características del polímero a reciclar. La despolimerización térmica se adapta mejor a los polímeros por adición (poliolefinas –como los polietilenos-, polímeros vinílicos, polímeros acrílicos, etc.) mientras que la despolimerización química aplica a polímeros por condensación (poliamidas, poliacetales, poliésteres, etc.).

5.1.1 Despolimerización térmica

La tecnología incluye varios procesos de reciclaje químico que permiten la producción de monómeros así como fracciones de hidrocarburos mediante la aplicación de calor, sin la adición de reactivos químicos. Estos procesos se aplican con preferencia al reciclaje de empaques multicapas.

- *Pirólisis*: involucra el calentamiento del plástico a temperaturas entre 220 y 900°C, en atmósfera libre de oxígeno y varios tiempos de residencia. Permite la obtención de productos líquidos, sólidos y gaseosos que se usan como combustibles o materia primas.
- *Gasificación*: involucra el calentamiento del plástico en una atmósfera baja en oxígeno a temperaturas ligeramente superiores a la pirólisis. Permite la obtención de "syngas" (gas sintético) mediante la oxidación parcial del residuo plástico.
- *Hidrogenación*: involucra el calentamiento del plástico a temperaturas moderadas (400-500°C) en presencia de hidrógeno a altas presiones. Se obtienen hidrocarburos con rendimientos cercanos al 85%. Este proceso requiere de medidas especiales de seguridad muy estrictas, por la presencia de hidrógeno.

5.1.2 Despolimerización química: solvólisis

El proceso toma lugar a través de la introducción de ciertos solventes que actúan como reactivos químicos en la reacción.

- *Hidrólisis*: implica el uso de agua como agente químico en presencia de ácidos o álcalis. Este proceso aplica a residuos de PET y los productos obtenidos deben ser filtrados y tratados para minimizar las impurezas.
- *Metanólisis*: implica el uso de metanol como agente químico en presencia de ácidos o álcalis. El proceso ocurre a altas temperaturas y presiones (160-300°C y 7 MPa). Aplica con propiedad a productos de PET pues permite lidiar con residuos plásticos con alto contenido contaminante.
- *Glicólisis*: se usa el glicol como agente químico y se usa principalmente para poliésteres y poliuretanos. El proceso ocurre a temperaturas medias (190-200°C) y permite la obtención de productos usados en la síntesis de nuevos polímeros.

5.1.3 Despolimerización en etanol supercrítico.

Este método fue desarrollado en Brasil para recuperar resina PET y aluminio a partir de los empaques multicapas fabricados con estos materiales, empleando fluidos supercríticos como el etanol. Los empaques se delaminan en presencia de acetona (a 50°C) para luego ser despolimerizados en un reactor a 255°C y 11,65 MPa, para obtener di-etil tereftalato (DET) de alta pureza (con un rendimiento del 80%) y una mezcla de etilenglicol, etanol y agua, la cual se purifica por destilación para separar el agua y el alcohol. (4)

5.2 Experiencias industriales

Las tecnologías han sido implantadas por diferentes empresas con distintos resultados, entre ellas se encuentran:

▪ RCP Bremenhaven

Empresa alemana que usa un proceso de pirólisis de dos etapas de tratamiento: una a 450-600°C con aplicación externa de calor y una atmósfera pobre en oxígeno; y la segunda etapa se lleva a cabo con la inyección de oxígeno y temperaturas entre 1200 y 1500°C, obteniéndose gas y una aleación de cobre y cinc.

▪ Thermoselect

Empresa con varias sedes en Asia y Europa que utiliza el proceso de gasificación dividido en cuatro etapas: *la primera*, donde el residuo se compacta y se introduce en un canal de desgasificación; *la segunda*, donde se transporta desde este canal a un reactor de alta temperatura, donde los compuestos son gasificados en una atmósfera saturada de agua, a 2000°C y con inyección de oxígeno; en *la tercera* etapa se destruyen los hidrocarburos clorados, dioxinas y furanos, obteniéndose "syngas", entre otras; la cuarta etapa corresponde a la limpieza del gas obtenido. Este gas puede ser usado para crear nuevos polímeros.

▪ BP Chemicals

La compañía lleva a cabo un proceso de craqueo térmico para los residuos plásticos dividido en dos etapas:

- Reducción del tamaño de partícula del residuo plástico (80% de poliolefinas, 15% de PS, 3% de PET y 2% de PVC) y la eliminación de componentes metálicos.
- Craqueo a hidrocarburos a 500°C, en un reactor de lecho de arena fluidificado, y posterior separación en un ciclón.

El producto final obtenido se compone de hidrocarburos líquidos (85%) y gases como el etileno y propileno (15%). (5)

▪ Tecnología ENVAL: recuperación de aluminio

Enval es una empresa británica que desarrolló una tecnología conocida como Pirólisis Inducida por

Microondas (Figura 2), la cual utiliza la energía suministrada por microondas para generar un proceso de descomposición a altas temperaturas. Los productos resultantes son el aluminio en forma de hojuelas (Figura 3) e hidrocarburos en forma de aceite y gas, aptos para la producción de energía.



Figura 2. Proceso de reciclaje de ENVAL (6)

En general, la pirólisis es un proceso en el cual un material orgánico, tal como papel o plástico, es calentado en ausencia de oxígeno, causando la degradación del material mediante la ruptura efectiva de las cadenas moleculares, sin inducir procesos de oxidación, combustión o incineración.

La tecnología incluye el uso de carbón para ser calentado por microondas, el cual se utiliza como la fuente de calor para la pirólisis de los plásticos. El carbón es un absorbedor altamente eficiente de energía de microondas que se transfiere por conducción al plástico. Las emisiones de carbono asociadas con el proceso son de aproximadamente la mitad de la generada en la producción de aluminio primario a partir de la bauxita. (3)



Figura 3. Aluminio recuperado libre de impurezas

Dentro de las opciones de empaques multicapas a reciclar con esta tecnología entra también los llamados envases de larga duración para bebidas basados en cartón (fabricados por Tetra Pak, SIG, Combiloc, Elopak, etc.)



Figura 4. Reciclaje de envases de larga duración

Estos envases se componen seis capas diferentes (7):

- Cuatro de polietileno
- Una de aluminio
- Una de cartón fibra virgen

A finales del año 2011, la empresa española Stora Enso inauguró una nueva planta con tecnología basada en la pirólisis que permite la recuperación total de los plásticos y del aluminio utilizado en este tipo de envases. (8)

▪ Proceso RES Polyflow.

La tecnología RES (Soluciones de Energía Renovable, por sus siglas en inglés), desarrollada por esta empresa, convierte una mezcla de desechos de plásticos en monómeros que pueden ingresar en las corrientes de las compañías petroquímicas para fabricar polímeros. Los insumos utilizados provienen de desechos plásticos mezclados y sucios, sin separar, y desechos de películas metalizadas y cauchos. El proceso (**Error! Reference source not found.**) incluye reacciones químicas de despolimerización a altas temperaturas en ambiente anaeróbico, el cual es capaz de producir hidrocarburo liviano líquido a partir de materia prima de plástico. (9)



Figura 5. Tanque de proceso Polyflow
(Fuente www.respolyflow.com (10))

▪ Tecnología CYNAR

La tecnología CYNAR (empresa inglesa) se basa en el principio de la degradación progresiva del plástico mediante la aplicación de calor en ausencia de oxígeno, denominado Conversión Anaeróbica Térmica (TAC por sus siglas en inglés). Para ello, se emplean los plásticos ELP (plásticos en el final de su vida útil) pre-procesados, para reducir su tamaño, y limpios de contaminación y de materiales no plásticos que son alimentados en estado fundido a cámaras con agitación hasta transformar el plástico en vapor. (11)

▪ Proyecto Reflex (Recycling of Flexible Packaging)

Es un proyecto de investigación y desarrollo conducido por las empresas Axion Consulting, Dow Chemical, Amcor, Interflex Group, Sita, Tomra Sorting, Nestlé y Unilever, que tiene como objetivo crear una economía circular para los empaques flexibles en el Reino Unido. Iniciado en el año 2014, se enfoca en la exploración y evaluación de alternativas para sustratos flexibles difíciles de reciclar, en especial los multicapas. Los logros alcanzados a la fecha (junio, 2015) incluyen el rediseño de estructuras de los empaques multicapas usando polímeros que potencialmente puedan ser reciclados juntos y nuevos desarrollos en las

técnicas de separación y selección empleando el infrarrojo cercano (NIR), para detectar y separar empaques de mezclas de poliolefinas, la mayoría consistentes de PP y PE. Otros estudios pendientes incluyen la forma de cómo reciclar empaques flexibles y ser reprocesados en gránulos de plástico de alta calidad apropiados para el uso en la fabricación de diversos artículos. (12)

6 Avances en sostenibilidad

Muchas organizaciones en el ámbito mundial centran sus políticas en impulsar en los fabricantes y consumidores los hábitos necesarios para crear la cultura de la sostenibilidad de los empaques, que se vienen desarrollando para las innumerables aplicaciones que sustituyen a otros empaques rígidos, pero que requieren de muchas propiedades que no se satisfacen con un único material en su estructura.

UPSTREAM (USA) es un ejemplo de estas organizaciones ambientalistas dedicadas a crear políticas enfocadas en el producto, presionando a los proveedores a desarrollar empaques flexibles laminados que reduzcan la cantidad de los diferentes materiales que los componen a un solo material, de manera de tornarlo reciclable.

El plan propuesto debe seguir el modelo "del origen al origen" (cradle-to-cradle) de diseñar empaques, que se transformen en nutrientes biológicos (biodegradable, compostable, etc.) o en nutrientes técnicos (metales/polímeros basados en petróleo, etc.) al final de su vida útil. El plan debe incluir cómo será el empaque recolectado y procesado en bio-nutrientes para hacer crecer plantas, para alimentos y granjas; o en tecno-nutrientes para hacer crecer productos y empresas. Finalmente y más importante, el plan debe incluir la forma en que las empresas financiarán el despliegue para la recolección, procesamiento, estrategias de alcance y tecnologías para asegurar que más del 90% del empaque sea re-utilizado. (13)

6.1 Iniciativas industriales

▪ Pouches reciclables de DOW

La empresa Dow Chemical Company introdujo al mercado norteamericano, en octubre de 2013, un pouche 100% reciclable fabricado de un solo material que puede ser usado para empacar confitería. El empaque había sido probado con alimentos congelados en Latinoamérica y se introdujo al mercado norteamericano en la exposición Pack Expo. No obstante, se señala que la tecnología para fabricarlo no ofrece alta barrera para la protección y que su mercado se limita, por ahora, a aplicaciones que no la requieran. (14)

▪ Pouches de AMPAC

La empresa AMPAC introduce al mercado, en el año 2011, el "No. 2 Pouch®" no laminado, fabricado principalmente con polietileno de alta densidad y etiquetado con el triángulo número 2 por la SPI (Sociedad de Industrias Plásticas), caracterizado por ser más compatible con las corrientes existentes de desperdicio post-consumo a reciclar. El empaque permite una alta barrera a la humedad y elevada resistencia a la penetración a menor costo que los empaques laminados. (15)

▪ Reciclaje de pouches en la India

En la India, varias marcas de aceite comestible y leche son empacadas en pouches flexibles multicapas, con estructuras de PEBD/PELBD/Nylon 6 y PEBD/PELBD/PET, para envasar aceite, y mezclas 50:50 de PEBD/PELBD, para leche. Estos pouches post-consumo, que solían ser desechados a los vertederos municipales, están siendo reciclados mediante un proceso de lavado y secado, reducción del tamaño y extrusión y mezclado con dos agentes compatibilizantes reactivos del tipo sales de cinc del copolímero del ácido metacrílico-etileno (ionómero Surlyn®) y el polietileno en bloque con anhídrido maleico (Fusabond®), para obtener un compuesto reciclado que puede incorporarse (hasta en un 60% en peso) a las

mezclas con material virgen de PEBD/PELBD en la fabricación de otros productos. (16)

▪ TerraCycle y su programa de reciclaje

Empresa fundada en 2001 con la producción de fertilizantes orgánicos, se ha extendido a 26 países con su programa de recolección de envases y productos post-consumo difíciles de reciclar, transformándolos en nuevos materiales y productos innovadores. Esta empresa introduce el concepto de "Upcycling" o supra-reciclaje para transformar los desechos en nuevos productos, aprovechando todas sus partes sin destruir ni la forma ni el material del que está compuesto. También emplea distintos procesos de reciclaje para convertir la basura post-consumo en plástico reciclado, a través de programas coordinados de recolección conocidos con "Brigadas". (17)

7 Conclusiones

Debido a la complejidad de su estructura, que proporciona amplios beneficios comparados con otras opciones, los empaques multicapas de alta barrera, específicamente las estructuras compuestas por laminaciones de foil de aluminio-papel y polietileno, es difícil diseñar sistemas de reciclaje.

Las tecnologías desarrolladas con base en la despolimerización térmica y despolimerización química tienen como producto final una fuente de energía, donde se agota el recurso del material como material reciclado.

Existen muchas iniciativas patrocinadas por asociaciones y grupos que enfocan sus demandas en los empaques sostenibles (basados en un solo material), en conjunto con campañas de promoción y educación en el tema del reciclaje de plásticos.

El diseño "origen a origen" (cradle to cradle) es otra iniciativa de algunas organizaciones para mantener productos de empaques dentro del sistema de reuso sin degradarlos o convertirlos 100% en desechos (18).

Algunas iniciativas de reuso se encuentran en desarrollo y están por ahora en fases piloto y aisladas, como es el caso de India.

8 Referencias bibliográficas

1. **Steeman, Anton.** Flexible Packaging and its recycling problems. *Best in packaging*. [En línea] 28 de July de 2103. [Citado el: 17 de July de 2015.] bestinpackaging.com.
2. **Steeman, Anton.** From Post-Consumer Flexible Packaging to a Durable Consumer Product. *Best in Packaging*. [En línea] 8 de August de 2013. [Citado el: 21 de July de 2015.] bestinpackaging.com.
3. **Slater, Stephen y Crichton, Trevor.** *Recycling of laminated packaging*. s.l. : Oakdene Hollins, Ltd., 2011.
4. **Fávaro, S. L., y otros, y otros.** PET and aluminum recycling from multilayer food packaging using supercritical ethanol. *The Journal of Supercritical Fluids*. 2012, Vol. 75.
5. **Aliaga Baquero, César y Ferreira Pozo, Beatriz.** *Recycling Technologies Adapted to Multilayer Packaging Materials*. Valencia, España : Packaging, Transport and Logistic Research Center - ITENE, 2013.
6. **ENVAL.** ENVAL. [En línea] ENVAL. [Citado el: 22 de July de 2015.] www.ental.com.
7. **Wikipedia.** Wikipedia. La enciclopedia libre. [En línea] Fundación Wikimedia, Inc. . [Citado el: 22 de julio de 2015.] <https://es.wikipedia.org>.
8. **Steeman, Anton.** Recycling Packaging Material with an Aluminium Component. *Best in Packaging*. [En línea] 2 de February de 2012. [Citado el: 22 de July de 2015.] bestinpackaging.com.
9. **Food & Beverage Reporter.** Breakthrough in multi-layer recycling. *fbreporter*. [En línea] Strategy & Technology for the Industry - Food & Beverage Reporter. [Citado el: 23 de July de 2015.] www.fbreporter.com.
10. **RES Polyflow.** RES Polyflow Renewable Energy Solutions - Technology. [En línea] RES Polyflow. [Citado el: 23 de July de 2015.] www.respolyflow.com.

11. **Cynar - Plastics to Fuel.** Cynar - Plastics to Fuel. *The Cynar Technology*. [En línea] Cynar PLC. [Citado el: 27 de July de 2015.] www.cynarplc.com.

12. **PLASTeurope.** Packaging Recycling. *"Reflex Project" makes inroads in recyclability of multi-layer packaging and NIR sorting systems / UK-based programme to set the groundwork for a circular economy for flexible packaging*. [En línea] Plasteurope. [Citado el: 27 de July de 2015.] www.plasteurope.com.

13. **Prindiville, Matt.** Reducing our Way of Recycling: Flexible Packaging is here, but is this a Good Thing? *UPSTREAM - real Change Starts at the Source*. [En línea] 19 de March de 2014. [Citado el: 28 de July de 2015.] upstreampolicy.org.

14. **Nieburg, Oliver.** Fully recyclable stand up pouch suitable for US confectioners, says Dow. *Confectionery news*. [En línea] 3 de October de 2013. [Citado el: 28 de July de 2015.] www.confectionerynews.com.

15. **AMPAC - Innovation in Action.** About AMPAC - News & Press Releases. *No. 2 Pouch Recyclable Innovation from AMPAC*. [En línea] AMPAC, 25 de August de 2011. [Citado el: 28 de July de 2015.] www.ampaonline.com.

16. *Recycling of oil and milk pouch polymers and its applications.* **Adhikari, Basudam y Choudhury, Arup.** Kerala, India : Transworld Research Network, 2011, Vols. Recent Developments in Polymer Recycling, 2011. ISBN: 978-81-7895-524-7.

17. **TerraCycle.** TerraCycle. [En línea] Terracycle. [Citado el: 29 de July de 2015.] www.terracycle.com.

18. **Packaging Digest.** Is 100% recyclable flexible packaging possible? *Ashley Swinehart*. [En línea] 8 de August de 2014. [Citado el: 29 de July de 2015.] www.packagingdigest.com.

Este Boletín fue elaborado por la Gerencia de Mercadeo de Poliolefinas Internacionales, C.A. (POLINTER), con el apoyo de Investigación y Desarrollo, C.A. (INDESCA), en Caracas- Venezuela, en julio 2015.

Si desea hacer algún comentario o sugerencia, agradecemos nos escriba a la dirección electrónica: info@polinter.com.ve, la cual pueden acceder a través de nuestra página web www.polinter.com.ve o a través de nuestro agente comercial: Corporación Americana de Resinas, CORAMER, C.A. (<http://www.coramer.com>).

La información descrita en este documento es, según nuestro mejor conocimiento, precisa y veraz. Sin embargo, debido a que los usos particulares y variables de los procesos de transformación están enteramente fuera de nuestro control, el ajuste de los parámetros que permiten alcanzar el máximo desempeño de nuestros productos para una aplicación específica, es potestad y responsabilidad del usuario y confiamos en que la información contenida en el mismo sea de su máximo provecho y utilidad.

Para obtener información más detallada de los aspectos de seguridad relativos al manejo y disposición de nuestros productos, le invitamos a consultar las hojas de seguridad (MSDS) de los Polietilenos Venelene®.