



Guía de Diseño para Reciclabilidad 2017

Poliestireno (Código de Identificación de Resina #6)

GUÍA DE DISEÑO DE APR (*APR Design*[®]) PARA RECICLABILIDAD DE PLÁSTICOS



La Guía De Diseño de APR para Reciclabilidad de Plásticos (*APR Design*[®]) es el recurso más completo y fácil de usar que describe las recomendaciones de la industria del reciclado de plásticos en el mercado hoy en día. El contenido se ha actualizado para presentar un cuadro más claro y accesible de las Categorías de Reciclabilidad de APR que representan la infraestructura norteamericana de reciclado de plásticos de hoy en día. Aunque está diseñado como un recurso en línea, con enlaces a toda la información relevante, también se puede descargar un PDF del documento completo.

La Guía de Diseño de APR (*APR Design*[®]) se refiere específicamente a embalaje de plástico, pero los principios pueden aplicarse a todos los artículos de plástico potencialmente reciclados.

La APR promueve que los diseñadores de envases utilicen sus programas *Champions for Change*[®] e Innovación Responsable, así como la Guía de Diseño de APR (*APR Design*[®]) para crear el empaque más reciclable. Existe ayuda disponible a través de la APR, miembros de APR y laboratorios independientes que se encuentran en el directorio de miembros.

Además, esta guía tiene como objetivo identificar áreas potenciales de mejora y fomentar la innovación tanto en el diseño de envases como en el equipo de proceso de reciclado.

Antes de acceder a la Guía de Diseño de APR (*APR Design*[®]) para la Reciclabilidad de Plásticos, el usuario debe comprender a fondo los fundamentos de su concepto. La información detallada por completo se basa en la Definición de Reciclable de APR y categorías de reciclabilidad APR descritas a continuación.

➤ **ALCANCE**

Esta guía cubre objetos de plástico que entran en los sistemas de recolección y reciclado post-consumo más utilizados en la industria hoy en día. Los métodos de recolección incluyen plantas de separación de materiales de una sola corriente y de corriente doble, sistemas de depósito de envases, instalaciones de desechos mixtos y sistemas de recolección de plásticos rígidos y películas de supermercados. El impacto del diseño de envases en los pasos del proceso de separación automatizados empleados en una planta separadora de materiales de una sola corriente, así como en procesos de reciclado de alto volumen, es de primordial consideración.

INTRODUCCIÓN

www.PlasticsRecycling.org

Los objetos recuperados en los sistemas de recuperación donde se seleccionan en la fuente de origen y se envían a un reciclador especializado en este objeto en particular se excluyen específicamente de esta guía.

➤ DEFINICIÓN DE RECICLABLE DE APR

Un objeto es "reciclable según la definición de APR" si:

- Cuando menos el 60% de los consumidores o comunidades tienen acceso a un sistema de recolección que acepte el envase. (Solo aplica para los Estados Unidos).
- Lo más probable es que se clasifique correctamente en una paca preparada para el mercado, de un plástico en particular, que cumpla con las especificaciones estandarizadas de la industria a través de sistemas de recuperación de materiales de uso común, incluyendo las plantas de separación de materiales de una sola corriente y de corriente doble, MRFs y PRFs, que manejen sistema de depósito de envases, plásticos rígidos de supermercados y sistemas de recolección de películas.
- Se puede procesar más, a través de un proceso de reciclado típico de manera rentable en una materia prima de plástico post-consumo, adecuada para su uso en nuevos productos identificables.

➤ CATEGORÍAS DE RECICLABILIDAD DE LA APR

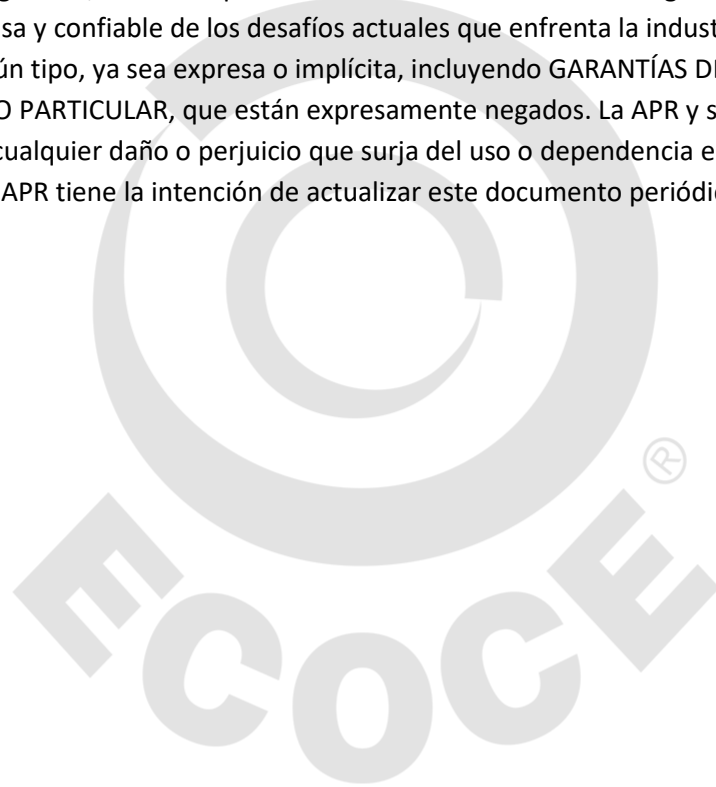
La Guía de Diseño de APR (*APR Design*®) está desglosada por la característica de diseño del envase. El impacto del reciclado de cada característica de diseño se discute dentro de la Guía. La posición de la APR sobre la característica del diseño se desarrolla teniendo en cuenta su impacto y se desglosa en cuatro categorías que deben ser entendidas a fondo:

- ***PREFERIBLE según la GUÍA DE DISEÑO DE APR (APR Design®)***: Tiene características aceptadas de inmediato por las plantas separadoras de materiales y recicladores ya que la mayoría de la industria tiene la capacidad de identificar, separar y procesar un envase que exhibe esta característica con un mínimo efecto negativo en la operación o en la calidad del producto final. Es probable que los envases con estas características pasen por el proceso de reciclado a la corriente de material más apropiada con el potencial de producir material de alta calidad.
- ***PERJUDICIAL PARA EL RECICLADO***: Tiene características que presentan desafíos técnicos conocidos para las plantas separadoras de materiales u operaciones de los recicladores, o tienen efecto en el rendimiento o calidad del producto final, pero son toleradas de mala gana y aceptadas por la mayoría de las plantas separadoras de materiales y recicladores.
- ***HACE QUE UN ENVASE SEA NO-RECICLABLE POR DEFINICIÓN DE LA APR***: Tiene características con un impacto técnico adverso significativo en las operaciones de la planta de separación de materiales o del reciclador, rendimiento o calidad del producto final. La mayoría de las plantas separadoras de materiales o recicladores no pueden eliminar estas características al grado requerido para generar un producto final comercializable.
- ***REQUIERE DE EVALUACIÓN***: Para determinar la categoría apropiada de reciclabilidad de APR, se requieren pruebas por el protocolo de pruebas de APR. La categoría APR depende del resultado de la prueba.

➤ DESLINDE DE RESPONSABILIDAD

Esta guía ha sido preparada por la Asociación de Recicladores de Plásticos Post-Consumo como un servicio a la industria de empaques de plástico para promover el uso más eficiente de la infraestructura de reciclaje de plásticos existente y para mejorar la calidad y cantidad de plásticos post-consumo reciclados. La información aquí contenida refleja la aportación de miembros de la APR de una sección transversal diversa de la industria de reciclado de plásticos, incluyendo profesionales experimentados en el reciclaje de todas las botellas de plástico post-consumo comentadas en esta guía. Ofrece una valiosa visión general de cómo el diseño del empaque afecta a los sistemas convencionales de reciclado de plásticos y proporciona recomendaciones útiles sobre cómo los problemas que rutinariamente encuentran

los recicladores de plásticos podrían ser abordados a través de cambios de diseño que hacen que las botellas de plástico sean más compatibles con los sistemas de reciclado actuales. Debido a que siempre se están realizando nuevos desarrollos tecnológicos, esta guía no puede anticipar cómo estos nuevos desarrollos podrían afectar el reciclado de botellas de plástico. Por consiguiente, mientras que la información contenida en esta guía se ofrece de buena fe por la APR como una discusión precisa y confiable de los desafíos actuales que enfrenta la industria del reciclado de plásticos, se ofrece sin garantía de ningún tipo, ya sea expresa o implícita, incluyendo GARANTÍAS DE COMERCIALIZACIÓN O APTITUD PARA UN PROPÓSITO PARTICULAR, que están expresamente negados. La APR y sus miembros no aceptan ninguna responsabilidad por cualquier daño o perjuicio que surja del uso o dependencia en esta información por cualesquiera de las partes. La APR tiene la intención de actualizar este documento periódicamente para reflejar nuevos desarrollos y prácticas.



The Association of
Plastic Recyclers

Guía de Diseño de APR (APR Design®) para la Reciclabilidad de Plásticos
Para
Poliestireno (Código de Identificación de Resina #6)

El poliestireno se usa típicamente en aplicaciones que requieren su rigidez, resistencia al agrietamiento y facilidad de modificación. Esta sección de la Guía de Diseño se aplica a PS rígido. El PS expandido (EPS) se trata en una sección propia.

En Norteamérica existe un número limitado de sistemas de recolección domiciliar de PS, por lo que este material no cumple actualmente con los criterios de accesibilidad de recolección establecidos en la "definición de reciclable de APR" o por la FTC (aplicable solo para Estados Unidos). Anticipando el desarrollo y crecimiento de los futuros programas de reciclado de PS, el APR recomienda los siguientes lineamientos:

➤ **POLÍMERO BASE**

El uso de PS post-consumo es preferible. Es deseable el uso de PS post-consumo en todos los envases hasta la cantidad máxima técnica y económicamente factible.

➤ **CAPAS DE BARRERA, RECUBRIMIENTOS Y ADITIVOS**

Las capas y recubrimientos que no sean de PS requieren de ser evaluados para determinar la categoría de reciclabilidad apropiada de APR. El uso de capas y recubrimientos que no sean de PS puede ser perjudicial para el reciclado de PS si no se implementa de acuerdo con los protocolos de prueba de la APR. Las capas y los recubrimientos deben, ya sea separarse y retirarse de la pared del recipiente en el proceso de reciclado, o no tener efectos adversos sobre el polímero en usos futuros. Cuando se utilicen, su contenido debe minimizarse en la mayor medida posible para maximizar el rendimiento, limitar la contaminación potencial y reducir los costos de separación.

Protocolo de prueba: TBD

- **Los aditivos degradantes (photo, oxo, or bio) requieren de ser evaluados para determinar la categoría de reciclabilidad apropiada de APR.** El PS reciclado está destinado a ser utilizado en nuevos productos. Los nuevos productos están diseñados para cumplir con los estándares particulares de calidad y durabilidad dadas las propiedades típicas del PS reciclado. Los aditivos diseñados para degradar el polímero disminuyen la vida del material en el uso primario. Si no se eliminan en el proceso de reciclado, estos aditivos acortan la vida útil del producto fabricado con el RPS, lo que puede comprometer la calidad y durabilidad.

Los aditivos degradantes no deben de ser usados sin antes hacer pruebas para demostrar que su inclusión no afectará la vida útil del material ni las propiedades de cualquier producto hecho con el RPS reciclado que incluya al aditivo. Estos aditivos deben de poderse separar o ser eliminados del PS en el proceso de reciclado o bien no tener efecto adverso en sus usos futuros. Cuando sean utilizados, su contenido debe ser minimizado lo más posible para maximizar el rendimiento, limitar la contaminación potencial y reducir los costos de separación.

Protocolo de prueba TBD

- **Los aditivos requieren de ser evaluados para determinar la categoría de reciclabilidad apropiada de APR.** La APR reconoce que pueden ser necesarios otros tipos de aditivos para el rendimiento de un envase en particular, pero no se abordan en este documento. Los aditivos tales como anti-adherente, antiestático, anti-bloqueo, anti-empañamiento, anti-deslizante, la barrera de UV, el estabilizador y los agentes de los receptores de calor y los lubricantes deben ser probados para determinar su compatibilidad con el reciclado. De especial preocupación son los aditivos que hacen que el polímero cambie de color o se haga turbio después de la refundición ya que el material reciclado aun con poca turbidez o tintes de color se devalúa mucho y tiene mercados limitados. Esto es particularmente problemático, ya que es difícil identificar material con este efecto hasta que es demasiado tarde en el proceso de reciclado, cuando ya se ha añadido una gran cantidad de costo en el material.

Protocolo de prueba Test TBD

- **Los brillantadores ópticos son perjudiciales para el reciclado.** Como muchos otros aditivos, los brillantadores ópticos no se eliminan en el proceso de reciclado y pueden crear una fluorescencia inaceptable para los próximos usos del polímero reciclado. Es difícil identificar el material con este efecto negativo hasta que es muy tarde en el proceso de reciclado, en el que se ha dado una gran cantidad de costo añadido a un material de bajo valor debido al aditivo.

➤ COLOR

- **El polímero transparente sin pigmentar es preferible.** El material transparente tiene el valor más alto como una corriente reciclada ya que tiene la más amplia variedad de aplicaciones de uso final. Es el más rentable de procesar a través del sistema de reciclado.
- **El color negro convierte a un envase en no-reciclable.** La tecnología de separación que opera en el Cercano Infrarrojo (NIR) no es capaz de identificar polímeros negros, y la separación manual no puede distinguir un polímero negro de otro. Otras técnicas de separación tales como la flotación, no pueden ser utilizadas ya que muchos polímeros negros se hunden junto con el PS/PLA. Por lo tanto, el embalaje negro es considerado como un contaminante para casi todos los recicladores.

➤ DIMENSIONES

El tamaño y la forma son parámetros críticos para la separación en las plantas separadoras de materiales y esto debe ser tomado en cuenta al diseñar los envases para que puedan ser reciclados. El proceso de separación, se basa primeramente en el tamaño y la forma, y luego en el tipo de material. Las mallas dirigen al papel y elementos ligeros bidimensionales similares a una corriente; las botellas y artículos más pesados tridimensionales van a otra corriente; mientras que los pedazos de vidrio y artículos más pequeños pero pesados, se dejan caer por gravedad en otra corriente más, la cual puede o no pasar por una selección adicional. Los elementos grandes y voluminosos, son típicamente separados manualmente al inicio del proceso de separación frente a la planta separadora de materiales.

- **Los objetos planos más bidimensionales que tridimensionales son considerados como no-reciclables según la definición de APR.** Además de que no son capturados en la corriente de plásticos, causan contaminación en la corriente de papel. Estos objetos deben de tener una profundidad mínima de 5 cms (2 pulgadas) de manera que se cree una forma tridimensional para su separación adecuada. Esta situación es independiente del tipo de polímero. La APR promueve y anticipa que se tendrán desarrollos en el diseño de las estaciones de segregación y en la tecnología para mejorar la captura y recuperación de plásticos delgados; sin embargo, en este momento la

tecnología para segregarlos no existe o no ha sido implementada en la mayoría de las plantas separadoras de materiales.

- **Objetos menores a 7.5 cms (3 pulgadas) en cualquiera de sus dimensiones hacen al envase no-reciclable según la APR.**

La malla estándar de la industria deja pasar material menor a los 7.5 cm hacia una corriente de materiales no plásticos, o directamente al residuo. Estos empaques pequeños se pierden en la corriente de materiales plásticos reciclados. Es posible que algunos envases pequeños viajen junto con otros objetos mayores cuando las mallas están cubiertas por películas plásticas o bien están saturadas por operar por arriba de su capacidad de diseño. El estar cubiertas por películas reduce el tamaño efectivo de las mallas y el operarlas por arriba de su capacidad, crea un colchón de objetos grandes entre los cuales los objetos pequeños viajan. Las guías de diseño recomiendan el uso de mallas libres de película y que estén operando a su capacidad de diseño para la determinación de la categoría de reciclabilidad. La APR promueve y anticipa el desarrollo de tecnología para mejorar el proceso de recuperación de envases pequeños pero en la actualidad estos objetos no son recuperados.

Objetos de un volumen mayor a 7.5 litros (2 galones) son perjudiciales para el reciclado.

La maquinaria de reciclado, particularmente el equipo de selección automática, no es lo suficientemente grande para aceptar envases mayores a 7.5 litros (2 galones). Debido a que los envases más grandes bloquean los sistemas, la mayoría de las plantas separadoras de materiales emplean la selección manual antes de la línea automática para eliminar los objetos grandes. Estos objetos se recuperan en una corriente de envases rígidos voluminosos que se venden y procesan como polietileno ya que la gran mayoría de los artículos rígidos voluminosos están compuestos por este polímero. Otros polímeros afectan negativamente o se pierden por el procesamiento de polietileno.

➤ **TAPAS Y DISPENSADORES**

- **Las tapas de polietileno y polipropileno son preferibles.** Debido a que estos polímeros flotan, se separan de la botella con gran facilidad en sistemas convencionales de separación. Además, el proceso de reciclado de PS captura las partes de polietileno y polipropileno que flotan, creándose una corriente adicional de producto susceptible de ser vendido. Debe tenerse cuidado en caso de modificar las piezas de polietileno o el polipropileno, asegurándose de que el aditivo no incremente la densidad total hasta el punto de que la pieza no flote. Tenga en cuenta que estos no se eliminan en el proceso de reciclaje combinado, sino que, en su lugar, se convierten en un contaminante. Minimizar el tamaño de la tapa es ventajoso para ambos procesos.
- **Los sistemas tapas sin liners son preferibles.** Debido al tamaño y grosor, la mayoría de los liners se pierden en el proceso de reciclado reduciendo así ligeramente el rendimiento. Las tapas sin liners no experimentan esta pérdida.
- **Los liners para tapas hechos de alcohol etil-vinílico (EVA) o de elastómero termoplástico (TPE) son preferibles.** El EVA y el TPE flotan en agua y se separarán en el proceso de reciclaje con el polietileno y el polipropileno que flotan. Dado que el EVA y el TPE son compatibles con estos polímeros, y de hecho mejoran sus propiedades, son preferibles.
- **Las tapas que contienen metal o película metálica requieren de ser evaluadas para determinar la categoría apropiada de reciclabilidad de la APR.** El metal es difícil de separar del PS comparado con los sistemas de tapas preferibles (de polietileno y polipropileno) y provocan un incremento tanto en el costo de capital como el costo de operación, a los sistemas de reciclado convencionales. Incluso una pequeña cantidad de metal residual en la corriente de polímero reciclado, puede bloquear las mallas de los extrusores en su reutilización. Los elementos metálicos grandes, adheridos a los envases de PS pueden ocasionar que el envase sea enviado a la corriente de metales o de desperdicio en el proceso de reciclado, causando una baja en el rendimiento. Los componentes

metálicos pequeños, tales como resortes de dispensadores de aerosol, se desprenden en el proceso de reciclado y bloquean filtros y mallas, añadiendo un costo significativo al separarlos al final del proceso.

Existen dos protocolos de pruebas de PET disponibles que pueden ser usados para el PS/PLA:

Prueba para Selección: [Liga a la Prueba de corriente Eddy y Magnética para Aditamentos](#)

Prueba Definitiva: [Liga a Evaluación de Tapas](#)

- **Las tapas hechas de plásticos termofijos son perjudiciales para el reciclado.** Estos materiales tienen una gravedad específica mayor a la del agua y se hunden en el tanque de flotación junto con el PS/PLA. Son extremadamente difíciles de separar de las hojuelas de polímero reciclado, haciéndose necesario un costoso e inexacto separador de hojuela el cual no se encuentra en la mayoría de las plantas de reciclado.
- **Las tapas que tienen un polímero de silicón son perjudiciales para el reciclado.** El silicón se hunde en los tanques de separación por flotación, junto con el PS/PLA y es difícil de eliminar por otros métodos, con lo cual causa contaminación en el producto final.
- **El uso de PVC en tapas o en liners hacen que un envase sea no-reciclable según las normas de la APR.** El PVC se hunde y es extremadamente difícil de separar para el reciclador. La corriente de PS es muy intolerante aún en cantidades minúsculas de PVC, ya que se degrada fácilmente.

➤ **ETIQUETAS, TINTAS Y ADHESIVOS**

La remoción de adhesivos es un componente importante en el costo del proceso del reciclado. Los envases más reciclables utilizan la menor cantidad de adhesivos amigables al reciclado. La utilización de poco adhesivo reduce el costo de procesado y el riesgo de contaminaciones potenciales.

- **Las etiquetas de polipropileno y polietileno con una gravedad específica menor a 0.95 son preferibles.** Estos materiales flotan en agua por lo que se pueden separar del PS en el tanque de flotación junto con las tapas. Dado que son el mismo polímero en general que la mayoría de las tapas, no contaminan o devalúan esta corriente. Hay que asegurarse de que cualquier aditivo modificador de la etiqueta no aumente la densidad de ésta por arriba de 0.95. Tenga en cuenta que estos no se eliminan en el proceso de reciclado combinado, sino que, en su lugar, se convierten en un contaminante. Minimizar el tamaño de la etiqueta es ventajoso para ambos procesos.
- **Las etiquetas laminadas requieren ser evaluadas para determinar la categoría apropiada de reciclabilidad de la APR.** Las etiquetas que se fragmentan en pedazos muy pequeños del material son más difíciles de manejar en el proceso de reciclado porque se comportan de manera errática en el tanque de flotación. Por ello se prefieren a las etiquetas que permanecen intactas. La transferencia de las etiquetas delaminadas en el RPS puede resultar en contaminación.

Existe una prueba de protocolo de PE disponible:

Prueba Definitiva: Nueva Prueba de Delaminación

- **Las etiquetas envolventes de todo el cuerpo del envase, requieren de ser evaluadas para determinar la categoría apropiada de reciclabilidad de la APR.** Las etiquetas envolventes de todo el cuerpo del envase cubren una gran cantidad de la superficie de la botella con un polímero que no es el mismo que el cuerpo de la botella. Debido a

esto, una etiqueta envolvente diseñada sin considerar el reciclado puede causar una falsa lectura en un separador automático y dirigir una botella de PS a otra corriente de material donde se pierde para el proceso. Además, algunos materiales de etiqueta envolvente no pueden ser eliminados en el proceso de reciclado y contaminan el RPS producido. Las etiquetas envolventes que se han encontrado que cumplen con los protocolos de prueba de la APR deben ser seleccionadas.

Existe un protocolo de evaluación disponible para PS:

Prueba Definitiva: [Liga a la Prueba de Etiquetas envolventes.](#)

- **Las etiquetas adheribles a presión requieren de ser evaluadas para determinar la categoría apropiada de reciclabilidad de la APR.** Las etiquetas aplicables a presión, en general requieren estar cubiertas totalmente por adhesivo el cual es mayor que otros métodos de etiqueta típicos. Esto plantea la importancia de la compatibilidad del tipo de adhesivo con el proceso de reciclado. Los adhesivos resistentes al lavado en el proceso de reciclado permiten que las etiquetas permanezcan en el envase y se conviertan en contaminantes en el producto final. Los adhesivos que se ha encontrado que cumplen con los protocolos de prueba de la APR deben ser seleccionados.

Existen dos pruebas PET disponibles:

Prueba de Selección: Liga a Prueba de Etiqueta de Termoformado

Prueba Definitiva: Prueba de Etiqueta Adherible a Presión

- **Las etiquetas de poliestireno son preferibles para los envases de PS.** El PS el mismo material que el cuerpo de la botella por lo que la etiqueta se comportará como la botella y se recicla junto con ella.
- **Etiquetas con estructuras que se hunden en el agua debido a la selección del sustrato, tinta, decoración, recubrimiento y capa superior requieren de ser evaluadas para determinar la categoría apropiada de reciclabilidad de la APR.** Los recicladores dependen de sistemas de separación por flotación para separar los materiales que no son PS. Componentes de etiquetas que se hunden junto con el PS acaban en la corriente del PS como contaminantes.
- **Las etiquetas plásticas de alta temperatura de fusión como el PET son preferibles.** Estas etiquetas se hunden en el tanque de flotación si se emplea uno y permanecen sólidas en el extrusor del PS, por lo que se pueden quitar mediante el filtrado.
- **Las etiquetas de papel son perjudiciales para el reciclado (para etiquetas de papel adheribles a presión referirse a la categoría de etiquetas adheribles a presión).** El proceso de reciclado de PS involucra un lavado cáustico caliente que desprende el pegamento y otros componentes de la etiqueta a los niveles requeridos para dejar al RPS utilizable. El papel, al ser sujeto a estas condiciones, se convierte en pulpa la cual es muy difícil de filtrar del líquido, añadiendo por lo tanto una carga importante al sistema de filtrado y tratamiento de aguas. Las fibras individuales de papel que se convierten en pulpa, son muy pequeñas y difíciles de separar, por lo que algunas se quedan con el PS. Las fibras de papel que se quedan en el RPS se carbonizan cuando el material es calentado y fundido, causando una degradación y un olor a quemado al polímero. Las etiquetas de papel que no forman pulpa porque resisten el baño cáustico, se hunden en el sistema de separación por flotación, causando por lo tanto contaminación al RPS. Estas, aunque se eliminan cuando el polímero se filtra por fusión, se carbonizan causando el mismo efecto.
- **Las etiquetas de película metálica son perjudiciales para el reciclado.** El equipo de separación en el proceso de reciclado está diseñado para detectar y eliminar el metal de la corriente del PS. Incluso las etiquetas metalizadas

muy delgadas pueden ser identificadas como metal por el equipo de selección y hacer que la botella entera sea rechazada como desperdicio, creando así una pérdida de rendimiento. Si no son detectadas, pasan a través del proceso con el PS y causan problemas de contaminación en el producto final.

- **Las etiquetas de PVC convierten al envase en no-reciclable según las normas de la APR.** Este material es extremadamente difícil de eliminar en el proceso de reciclado, debido a su similitud en densidad al PS.
- **Las etiquetas de PLA colocadas en los envases de PS convierten al envase en no-reciclable según normas de la APR.** Este material es extremadamente difícil de separar en el proceso de reciclado debido a que su densidad es muy similar a la del PS y causa problemas de calidad para el producto final.
- **Los adhesivos requieren de ser evaluados para determinar la categoría apropiada de reciclabilidad de la APR.** Los adhesivos que se remueven totalmente de la botella en el lavado y permanecen adheridos a la etiqueta son preferibles. El adhesivo de etiquetas que no se desprende del PS, o que se re-deposita en el PS durante la etapa de lavado es una fuente de contaminación y de cambio de color cuando el PS es reciclado.

El proceso de reciclado está diseñado para remover una cantidad razonable esperada en la superficie del envase hasta un nivel necesario para dejar al polímero reutilizable de forma económica en aplicaciones futuras. En la práctica, los adhesivos que son resistentes a este proceso son perjudiciales para el reciclado. En casos extremos, un adhesivo y etiqueta no pueden ser separados del PS/PLA y convierten al envase en no-reciclable.

Existen tres protocolos de evaluación disponibles:

Prueba para Selección: [Liga a la Prueba de Lavado de Hojuela de PET](#)

[Liga a la Prueba de etiquetas de empaques Termoformados.](#)

Prueba definitiva: [Liga a la Guía Crítica de PET.](#)

- **Las tintas de las etiquetas requieren de ser evaluadas para determinar la categoría apropiada de reciclabilidad de la APR.** Algunas tintas de etiquetas deslavan el color durante el proceso de reciclado, decolorando el polímero con el que tienen contacto y disminuyen significativamente el valor para reciclado. Se deben seleccionar las tintas de las etiquetas no deslaven el color al ser evaluadas con este protocolo.

Existen dos protocolos de selección:

Pruebas para Selección:

[Liga a la Prueba de Deslavado de Etiquetas.](#)

[Liga a la prueba de Hojuela a Placa para Deslavado de Etiquetas.](#)

*Véase la prueba definitiva para el tipo de etiqueta apropiado.

- **La impresión directa diferente del código de fecha de producción requiere de ser evaluada para determinar su compatibilidad con el sistema de reciclado.** Históricamente, las tintas utilizadas en impresión directa tienden a deslavarse, a decolorar el polímero durante el proceso de reciclado, o a introducir contaminantes incompatibles. En cualquiera de los casos, el valor del polímero reciclado disminuye. Algunas tintas utilizadas en impresión directa no causan estos problemas. La tinta específica tiene que ser evaluada para determinar su efecto.

Existen tres protocolos de evaluación de PET disponibles para PVC:

Pruebas para Selección: Liga a la prueba de deslavado de etiquetas.
Prueba Definitiva: Liga a la Prueba de Etiqueta de Impresión Directa.

➤ ADITAMENTOS

- **Los aditamentos de PS incoloro adheridos a los envases de PS son preferibles.** Los aditamentos hechos del polímero básico se recuperan y reciclan con el polímero básico sin causar contaminación o pérdida de rendimiento, generando de este modo el valor más alto.
- **Los capuchones de evidencia de apertura y sellos de seguridad requieren de ser evaluados para determinar la categoría apropiada de reciclabilidad de la APR.** Si algunas aplicaciones específicas de productos requieren protección contra violación de la integridad, ésta deberá ser considerada una parte integral en el diseño de la botella. El uso de fundas o capuchones para evitar la violación de la integridad de la tapa o para evidenciar si hubo apertura, debe ser evitado si no se separan completa y totalmente de la botella o, no pueden ser separados en sistemas convencionales de separación. Si se utilizan fundas o sellos de seguridad, deben ser diseñados de tal forma que se separen completamente de la botella, sin dejar partes en ésta. El material utilizado deberá flotar y separarse del PS en el sistema de separación por flotación.

Existe un protocolo de evaluación disponible que puede ser usado para PS:
Prueba de Selección: Prueba de Flotabilidad, Tapas y Aditamentos

- **Los aditamentos que no sean de PS tales como asas requieren de ser evaluados para determinar la categoría apropiada de reciclabilidad de la APR.** Estos aditamentos no deben estar adheridos a la botella con pegamento y deberán de poder ser separados fácilmente del envase durante la molienda. Deberán estar hechos de materiales que floten en agua tales como PP y HDPE. Si se utilizan adhesivos para fijar los aditamentos, en la selección de éste se deberá considerar los criterios para adhesivos presentados en este documento.

Existe un protocolo de PET disponible que puede usarse para PS:

Prueba para Selección:

- [Liga a Prueba de flotabilidad de Etiquetas, Tapas y Aditamentos](#)
- **Los aditamentos de metal o que contengan algo metálico requieren de ser evaluados para determinar la categoría apropiada de reciclabilidad de la APR.** Ejemplos de éstos son láminas delgadas de metal y substratos metalizados que se hunden en agua, así como balines y resortes de aspersores de aerosol. En el proceso de reciclado estos elementos, o bien son identificados y separados junto con el componente de PS en las primeras etapas del proceso, lo cual causa una pérdida para el rendimiento, o bien pasan hacia adelante en el proceso causando un problema de contaminación. Dado que son más pesados que el agua y se hunden junto con el PS en el tanque de flotación. Muchos de estos objetos son demasiado pequeños para ser removidos por la maquinaria diseñada para separar metales, tales como los de corriente dispersa (Corriente Eddy) y los separadores ópticos. Los resortes en particular se desenrollan y se atorán en las mallas filtrantes a lo largo del proceso.

Existe un protocolo de evaluación disponible:

Prueba de Selección: Prueba para Aditamentos Nueva Corriente Eddy y Magnética

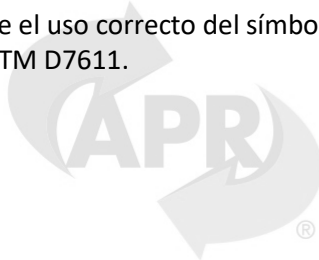
- **Los aditamentos de papel son perjudiciales para el reciclado.** El proceso de reciclado de PS involucra un lavado cáustico caliente que remueve el pegamento y otros

contaminantes a los niveles requeridos, para dejar el RPS utilizable. El papel, al ser sujeto a estas condiciones, se convierte en pulpa la cual es muy difícil de filtrar del líquido, añadiendo por lo tanto una carga importante al sistema de filtrado y tratamiento de aguas. Las fibras individuales de papel que se convierten en pulpa, son muy pequeñas y difíciles de eliminar, por lo que algunas se transportan con el polímero final. Las fibras de papel que se quedan en el RPS se carbonizan cuando el material es reutilizado, causando una degradación de calidad inaceptable.

- **Los aditamentos soldados son perjudiciales para el reciclado.** Cierta cantidad de aditamentos soldados no pueden ser separados del polímero principal en el proceso de reciclado. Estos aditamentos, aunque puedan ser molidos y estén hechos de material que flote, causan contaminación y pérdida en el rendimiento en ambos casos: ya sea porque el PS/PLA al que están soldados ocasiona que la sección que contiene ambos polímeros ya no flote (contaminación), o bien porque la sección molida flote (pérdida de rendimiento).
- **Los identificadores de radio frecuencia (RFID) en los envases, etiquetas y tapas, son perjudiciales para el reciclado.** A menos de que sean compatibles con el reciclado de PS/PLA y se demuestre que no crean ningún problema en su disposición final, por la composición de materiales, se trata de evitar el uso de los identificadores de radio frecuencia (RFID) porque afecta el rendimiento, introduce una contaminación potencial e incrementa el costo de separación.
- **Los aditamentos de PVC convierten al envase en no-reciclable según las normas de la APR.** El uso de PVC en aditamentos de cualquier tipo en envases de PS es indeseable y debe ser escrupulosamente evitado. Esto incluye termoformados de PVC que visualmente se pueden confundir con termoformados de PS. Cantidades muy pequeñas de PVC pueden contaminar severamente y convertir grandes cantidades de PS en inservibles para la mayoría de las aplicaciones de reciclado. Además, el PVC es muy difícil de separar del PS en sistemas de separación de densidad a base de agua convencionales debido a densidades similares (densidades mayores que 1.0) que hacen que ambos se hundan en estos sistemas.
- **Los aditamentos de PLA de cualquier clase colocados en un envase de PS convierten al envase en no-reciclable según las normas de la APR.** El uso de aditamentos de PLA de cualquier tipo en envases de PS es indeseable y debe ser escrupulosamente evitado. Cantidades muy pequeñas de PLA pueden contaminar severamente y convertir grandes cantidades de PS en inútiles para la mayoría de las aplicaciones de reciclado. Además, el PLA es muy difícil de separar del PS en sistemas de separación de densidad a base de agua convencionales debido a densidades similares (densidades mayores que 1.0) que hacen que ambos se hundan en estos sistemas.

➤ **CÓDIGO DE IDENTIFICACIÓN DE RESINA (RIC)**

Se promueve el uso correcto del símbolo del Código de Identificación de Resina del tamaño apropiado detallado en la norma ASTM D7611.



The Association of
Plastic Recyclers