



Guía de Diseño para Reciclabilidad 2017

Polipropileno (PP, Código de Identificación de Resina #5)

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

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.

www.PlasticsRecycling.org

➤ 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

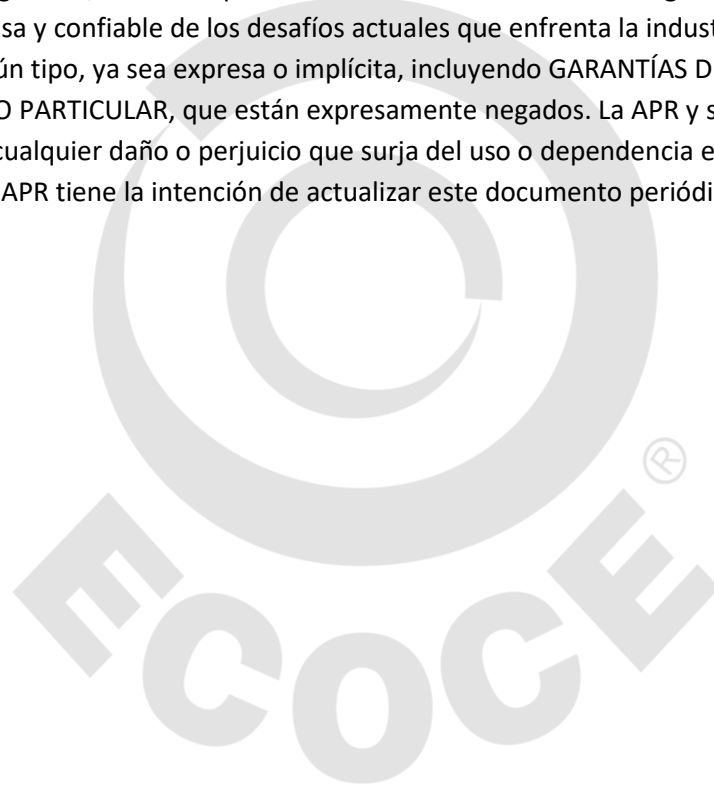
La Guía de Diseño de APR (*APR Design*®) está desglosada por la característica de diseño del envase. El impacto del reciclado de cada característica de diseño se discute dentro de la Guía. La posición de la APR sobre la característica del diseño se desarrolla teniendo en cuenta su impacto y se desglosa 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 cualquiera 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
Polipropileno (PP, Código de Identificación de Resina #5)

ANTECEDENTES: Debido a su equilibrio de impacto, calor y resistencia química, junto con rigidez y tolerancia dimensional cercana, el PP es una de las resinas de envase más ampliamente utilizadas. Es fácilmente moldeado por inyección, moldeado por soplado o termoformado en una botella, cubeta, bandeja, tina o tapa. A diferencia de otros polímeros, la versatilidad del PP permite que todos los componentes (etiqueta, cuerpo y tapa) de muchos empaques de PP sean hechos de PP. Esta práctica es beneficiosa para el reciclado.

Las propiedades del PP se mejoran comúnmente con colorantes, aditivos y cargas, o se coloca junto a otros polímeros en un envase de múltiples capas. Cada modificación y adición al PP natural en un envase debe ser considerada por su efecto en la corriente de reciclado. Los aditamentos del empaque que no sea de PP deben de poder ser eliminados de manera económica del PP en el proceso de reciclado típico, o ser compatibles con el PP en usos futuros. De especial preocupación son las cargas minerales o aditivos que hacen que la mezcla total se hunda en agua. La densidad del PP es .94-.96 por lo que flota en el agua. La densidad es una propiedad importante ya que los recicladores suelen confiar en los tanques de flotación para separar los polímeros y eliminar los contaminantes.

Por el alcance que se describe en la introducción de la Guía de Diseño, la siguiente guía se centra en objetos de envase post-consumo que normalmente se recogen en sistemas de recolección domiciliarios de una sola corriente. Además, la guía considera el impacto en la selección en una planta moderna de proceso de reciclado automatizada MRFs o PRFs, así como la compatibilidad de un envase de PP en procesos comunes de reciclado de PP. Esta guía también será aplicable a otros artículos del hogar post-consumo como juguetes.

El PP se utiliza en un gran número de aplicaciones industriales y el PP postindustrial es una fuente importante de PP que se recolecta y recicla. La Guía de Diseño de la APR (APR Design®) puede ser una referencia cuando se diseñan aplicaciones industriales con PP, pero no todas las guías pueden ser aplicables cuando se está considerando la posibilidad de reciclar estos artículos de uso comercial.

El programa Champions for Change® de la APR alienta a los fabricantes de productos de consumo, envases de plástico y componentes de botellas a trabajar con los protocolos de la APR para determinar si las nuevas modificaciones a un paquete de plástico reciclado regularmente afectarán negativamente al proceso de reciclado antes de introducir la modificación.



The Association of
Plastic Recyclers

THE APR INTERACTIVE DESIGN GUIDE® CATEGORIES AT A GLANCE - HDPE

Scope Reminder: For Items processed through both an automated MRF and Plastics Reclaimer

FEATURE	RECYCLABILITY CATEGORIES				LINK TO	
	APR DESIGN GUIDE™ PREFERRED	Link to Definitions			DETAILS	DEFINITIVE TEST
		REQUIRES TESTING	DEFINITIONAL TO RECYCLING	RENDERS PACKAGE NON-RECYCLABLE PER APR DEFINITION		
BASE POLYMER:						
Post consumer Polyolefin content	X					
BARRIER LAYERS, COATINGS & ADDITIVES						
EVOH Layers	X					
Non-HDPE layers and coatings other than EVOH		X			HDPE Benchmark Test	
Degradable additives		X			HDPE/PP Degradable additives Test	
Workhorse additives historically used without issue (see list in the guide)	X					
Additives not listed		X			HDPE Benchmark Test	
Total additive concentration causing material to sink				X	PO Float Test	
COLOR						
Unpigmented	X					
Optical brighteners			X			
Translucent and opaque colors	X					
Black colorant				X		
DIMENSIONS						
More 2 dimensional than 3 dimensional (one dimension <=2")				X		
Three dimensions < 3"				X		
Greater than 2 gallons in volume			X			
CLOSURES AND DISPENSERS						
Polyethylene	X					
Polypropylene			X			
Closure systems without liners	X					
EVA and TPE liners in plastic closures	X					
Pumps and spray dispensers containing metal parts			X			
Metal parts and foils			X			
Floating silicone polymer parts			X			
PVC			X			
PS or the most	X					
LABELS, INKS AND ADHESIVES						
Inks		X			PP/HDPE Bleeding Label Test - TBD	
Direct printing other than date coding		X			HDPE Benchmark Test	
In-mold labels of a compatible polymer	X					
Full bottle sleeve label designed for sorting	X				PP/HDPE adhesive Test - TBD (3 outcomes: wash releasable, not wash releasable-compatible, not wash releasable-non compatible)	
Adhesives						
Labels with Non Wash releasable, HDPE Compatible Adhesives						
PP, PE labels	X					
Paper labels			X			
Metal foil labels			X			
PVC or PLA labels				X		
PS labels			X			
Labels with Wash Releasable Adhesives						
PP, PE labels	X					
Paper labels			X			
Metal foil labels	X					
PVC labels			X			
PLA labels	X					
PS labels	X					
ATTACHMENTS						
PP - PE Tamper evident safety sleeves	X					
PETG Tamper evident safety sleeves	X					
PVC Tamper evident safety sleeves			X			
Non-PP attachments		X			HDPE Benchmark Test	
Metal and metal containing		X			Eddy current and magnetic test for attachments- TBD	
Plastic with a density > 1.0 except PVC	X					
Welded attachments		X			HDPE Benchmark test	
PP			X			
RFID's			X			
PLA	X					
PVC			X			

The information contained herein represents a snapshot in a point in time of the capabilities of a dynamic industry. The APR encourages and anticipates development in both package design features and the recycling infrastructures ability to process features, particularly in the areas of size and color.

This document is intended to be used as a summary and quick reference of some selected items within the Design Guide for Plastics Recyclability. In no manner is it intended or implied to be a replacement for the actual document.



The Association of Plastic Recyclers

➤ **POLÍMERO BASE**

- **El contenido de poliolefina post-consumo es preferible.** El uso de HDPE post-consumo en todos los envases se fomenta hasta la cantidad máxima técnica y económicamente factible.

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

El uso de capas y recubrimientos que no sean de PP puede ser perjudicial para el reciclado de PP si no se implementa de acuerdo con los protocolos de prueba de la APR. Cuando se utilicen, su contenido debe minimizarse al máximo posible para maximizar el rendimiento de PP, limitar la contaminación potencial y reducir los costos de separación.

- **Las capas de EVOH son preferibles.** El EVOH es un material de capa común usado para aumentar las propiedades de barrera del PP. No es separable en el proceso de reciclado y, por lo tanto, se convertirá en parte del PP reciclado. Aunque el EVOH mezclado con HDPE no está libre de problemas (puede causar expansión cuando se extruye o cuando se moldea y contribuir a la formación de labios en el troquel), es generalmente aceptado. El EVOH se ha desempeñado exitosamente en pruebas de lineamientos críticos anteriores. Algunos usuarios de PP reciclados han experimentado problemas de moldeo en valores cercanos al 3%. Su uso debe ser minimizado para mantener el mejor rendimiento del PP reciclado para usos futuros.
- **Las capas que no sean de PP y recubrimientos distintos EVOH requieren de pruebas para determinar la categoría de reciclabilidad apropiada de APR.** Las pruebas deben demostrar que las capas y recubrimientos se separarán y se retirarán del PP en el proceso de reciclado o no tendrán efectos adversos sobre el PP reciclado en usos futuros. Cuando se utilicen, su contenido debe minimizarse en la mayor medida posible. Algunas capas y recubrimientos se han encontrado que son compatibles con el PP o se separan fácilmente en sistemas de reciclado convencionales

Un protocolo de prueba está en desarrollo:
Prueba Estandarizada de PP

- **Los aditivos degradantes (photo, oxo, or bio) requieren de ser evaluados para determinar la categoría de reciclabilidad apropiada de APR.** El PP reciclado está destinado a ser reutilizado en nuevos productos. Los nuevos productos están diseñados para cumplir con los estándares particulares de calidad y durabilidad dadas las propiedades de PP típico reciclado. Los aditivos diseñados para degradar el polímero, por definición, disminuyen la vida del material en el uso primario. Si no se eliminan en el proceso de reciclado, estos aditivos también acortan la vida útil del producto fabricado a partir del PP reciclado, 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 PP reciclado que incluya al aditivo. Estos aditivos deben de poderse separar o ser removidos del PP en el proceso de reciclado o bien no tener efecto adverso PP reciclado sus usos futuros. Cuando sean utilizados, su contenido debe ser minimizado lo más posible.

Existe una prueba de protocolo disponible:
Prueba de Aditivos Degradantes HDPE/PP

- **Los aditivos de batalla históricamente son preferibles.** La mayoría del HDPE en un envase contiene algún tipo de aditivos. No se ha demostrado que los aditivos de batalla usados comúnmente causen problemas significativos con el proceso de reciclado o usos adicionales del PP reciclado. Los aditivos de batalla comúnmente aceptables incluyen:
 - Estabilizadores térmicos – Estos aditivos mejoran típicamente el procesamiento adicional del polímero y, por lo tanto, son preferibles para el reciclado.
 - Estabilizadores UV– Estos aditivos mejoran típicamente el procesamiento adicional del polímero y, por lo tanto, son preferibles para el reciclado.
 - Agentes nucleantes
 - Agentes antiestáticos
 - Lubricantes

- Cargas – tenga en cuenta que muchas cargas son densas, por lo que se debe prestar especial atención a la densidad total de la mezcla
- Pigmentos
- Modificadores de impacto
- Agentes químicos para el soplado

El uso de aditivos debe minimizarse para mantener el mejor rendimiento del PP reciclado para usos futuros.

Los aditivos no mencionados requieren ser evaluados para determinar la categoría apropiada de reciclabilidad de la 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. De especial preocupación son los aditivos que hacen que el PP reciclado se altere su color o cambie la viscosidad después de la refundición, o aditivos densos que aumentan la densidad de la mezcla haciendo que se hunda, por consiguiente, convirtiendo el envase en no-reciclable según la definición de APR. La APR exhorta a los usuarios a evaluar el aditivo según protocolo de prueba apropiado antes de su implementación. Las pruebas deben demostrar que los aditivos no causarán alteración del color inaceptable, cambios de viscosidad, o cambios de densidad.

Un protocolo de prueba está en desarrollo:
Prueba Estandarizada de PP

- **La concentración de aditivos que hace que la mezcla general se hunda, hace que el envase sea no-reciclable según la definición de APR.** Muchos de los aditivos y cargas utilizados con el PP son muy densos y cuando se mezclan con el polímero aumentan la densidad total de la mezcla. Cuando su porcentaje de peso alcanza el punto en que la densidad de mezcla es mayor que 1.00, la mezcla se hunde en agua en lugar de flotar. La densidad es una propiedad importante y los tanques de flotación son herramientas de separación críticas usadas por los recicladores. Por lo tanto, un material que se hunde será considerado desperdicio por un reciclador de polipropileno y cualquier PP en la mezcla se perderá. El protocolo de prueba de la APR debe consultarse para determinar si una mezcla se hunde.

Un protocolo de prueba se encuentra en desarrollo:
Prueba de Flotación PO

➤ COLOR

- **El PP sin pigmentar es preferible.** El material natural tiene el valor más alto como una corriente de reciclado ya que tiene la más amplia variedad de aplicaciones de uso final. Es el proceso más rentable a través del sistema de reciclado.
- **Los abrillantadores ópticos son perjudiciales para el reciclado.** Los abrillantadores ópticos no se eliminan en el proceso de reciclado y pueden crear una fluorescencia inaceptable para los próximos usos de PP reciclado. Es difícil identificar el material con este efecto negativo hasta ya 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.
- **Los colores translúcidos y opacos son preferibles.** El PP se colorea comúnmente para que existan volúmenes y mercados para el material coloreado y es económico procesarlo.
- **El color negro convierte a un envase en no-reciclable según la APR.** No hay ninguna propiedad mecánica inherente en el PP negro que lo hace no reciclable. El problema radica en la clasificación y la física detrás de la identificación del polímero. La tecnología de clasificación NIR que opera en el Cercano Infrarrojo, utilizada en las plantas de separación de materiales, no es capaz de identificar un polímero con un color negro puro ya que el negro absorbe

toda la luz. Hay tonos de negro que pueden ser detectados por NIR, y una etiqueta de PP de un color diferente en un paquete podría ayudar a la detección por NIR. No es factible utilizar la clasificación manual para distinguir un polímero negro de otro puesto que hay demasiados objetos.

Por lo tanto, en una planta separadora de materiales MRF o PRF, es muy difícil separar la mayoría de los materiales de PP de color negro y dirigirlos en una paca de PP para su recuperación. En el reciclador, el tanque de flotación no clasificará el PP negro puesto que muchos polímeros negros flotan con el PP.

Aunque la APR fomenta y anticipa el desarrollo en la captura de plásticos negros en la planta de separadora de materiales, esta tecnología no existe hoy en día. Cabe señalar que el negro es un color comúnmente usado en el PP, particularmente en botellas de aceite y artículos industriales. Estos elementos quedan fuera del alcance de la guía de diseño, ya que normalmente no se recolectan a través del programa de recolección que es el enfoque de esta guía. El PP negro, si se recolecta en una fuente separada o corriente postindustrial, puede ser reciclado.

➤ **DIMENSIONES**

El tamaño y la forma son parámetros críticos para las plantas separadoras de materiales, y esto debe ser tomado en cuenta al diseñar los envases para que puedan ser reciclados. El proceso de las plantas separadoras de materiales 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 en la planta.

- **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 selección adecuada. Esta situación es independiente del tipo de polímero. La APR promueve y anticipa que se tendrán desarrollos en el diseño de las plantas de proces MRF y en la tecnología para mejorar la captura y recuperación de plásticos delgados; sin embargo, en este momento la tecnología no existe o está desinstalada 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 las normas de la APR.** La malla estándar de la industria deja pasar material menor a los 7.5 cm hacia una corriente de materiales no plásticos, causando contaminación a esta corriente, o directamente al residuo. Estos objetos 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 operen 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.
- **El polietileno o el polipropileno son preferibles para objetos de un volumen mayor a 7.5 litros (2 galones).** La maquinaria de reciclado, particularmente el equipo de separación 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 polipropileno son preferibles.** Debido a que el polipropileno es el mismo polímero que el cuerpo del envase, de las tapas y de los dispensadores hechos con éste, podrán ser capturados y procesados con el PP. Esto incrementa el rendimiento de los recicladores y reduce el residuo posible.
- **Las tapas de polietileno son perjudiciales para el reciclado.** Debido a que el polietileno flota en el agua como el polipropileno, no se separa en el tanque de flotación de los recicladores. Cuando se mezcla con el PP afecta negativamente la rigidez y las propiedades de impacto. Aunque cantidades muy pequeñas de PE como aquellas aportadas por las etiquetas, son regularmente aceptadas por los recicladores de PP, las tapas y dispensadores comprenden un mayor porcentaje en peso del envase y, por lo tanto, un mayor efecto negativo.
- **Los sistemas de 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 no se separarán en el proceso de reciclado. Sin embargo, son compatibles con el PP y, de hecho, mejoran sus propiedades, por lo que son preferibles.
- **Las bombas y los dispensadores de aerosol que contienen partes metálicas son perjudiciales para el reciclado.** Aunque el metal se elimina fácilmente en el proceso de flotación, los resortes metálicos se desenrollan durante el reciclado y se entrelazan en las mallas diseñadas para separar el agua del material y, por lo tanto, arruinan la malla. Esto agrega un costo significativo y tiempo de inactividad al proceso de reciclado. La APR fomenta el uso de válvulas check de polímero y resortes siempre que sea técnicamente posible. El cuerpo del dispensador de aerosol o bomba debe ser también el mismo polímero que el cuerpo de la botella, siempre que sea técnicamente posible para aumentar el rendimiento y disminuir la contaminación del HDPE reciclado.
- **Las tapas que contienen metal o películas metálicas son perjudiciales para el reciclado.** Aunque el metal se elimina fácilmente en el proceso de flotación, la mayoría de los recicladores tiene el equipo de detección del metal diseñado para proteger su maquinaria de corte. Por lo tanto, el envase nunca llega al tanque de flotación. Los objetos metálicos grandes adheridos a los envases de PP pueden hacer que el paquete sea dirigido al metal o a la corriente de residuos en el proceso de reciclado, causando pérdida de rendimiento.
- **Las tapas que contienen un polímero de silicón son perjudiciales para el reciclado.** Este material pasa a través del tanque de flotación junto con el PP y es difícil de eliminar con otros métodos, causando de este modo contaminación en el producto final. Cabe señalar que el silicón que se hunde no experimenta este problema.
- **El uso de PVC en tapas es perjudicial para el reciclado.** El PVC es relativamente fácil de retirar en el tanque de flotación puesto que hunde, mientras que el PP flota. Sin embargo, el tanque de flotación es imperfecto e incluso una cantidad muy pequeña de PVC con el PP reciclado hace grandes cantidades de él inutilizables mientras que el PVC se degrada a temperaturas más bajas que aquellas a las cuales PP se procesa.
- **Las tapas hechas de poliestireno o plásticos termofijos son preferibles.** Ambos materiales son más pesados que el agua y se hunden en el tanque de flotación, separándose del PP. Tampoco dañan ni desgastan la maquinaria de corte en el proceso de reciclado. Pequeñas cantidades de estos materiales que pasan a través del proceso de flotación, se pueden filtrar por fusión del PP reciclado en la etapa de extrusión. Sin embargo, estos materiales se

pierden en la corriente de residuos en el proceso de reciclado y se consideran menos preferibles que un aditamento alternativo que flote que sea compatible con el PP.

➤ ETIQUETAS, TINTAS Y ADHESIVOS

- **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, alterando el color del PP con el que tienen contacto y disminuyen significativamente su valor para el reciclado. Dado que la mayoría del PP reciclado está coloreado, el impacto del deslavado de las tintas puede no ser significativo; sin embargo, dado que el uso final no se conoce de antemano, se deben seleccionar las tintas de etiqueta que no deslaven el color cuando se reciclen. Se debe de consultar el protocolo de prueba de la APR, para determinar si una tinta se deslava.

La APR está en desarrollando un protocolo de prueba para tintas:

Prueba para Deslavado de Etiquetas

- **La impresión directa diferente del código de fecha de producción requiere de ser evaluada para determinar su compatibilidad con el sistema de reciclado.** Las tintas utilizadas en impresión directa se pueden deslavar, o de otra manera alterar el color del PP durante el proceso de reciclado o introducir contaminantes incompatibles. En cualquier caso, el valor del PP reciclado puede disminuir. Algunas tintas utilizadas en impresión directa no causan estos problemas. La tinta específica debe ser probada para determinar su efecto.

Una prueba se encuentra en desarrollo:

Prueba Estandarizada para PP

- **Las etiquetas en molde de un polímero compatible son preferibles.** Las etiquetas en molde no se eliminan en el proceso de reciclado ya que están unidas con la pared del envase. Fluirán a través del proceso de reciclado con el PP y se mezclarán con el PP reciclado. La falta de adhesivo es beneficiosa para el reciclado ya que no puede afectar el color u otras propiedades mecánicas. El polímero de la etiqueta y la tinta deben ser compatibles con el PP para no afectar negativamente a sus propiedades.
- **Las etiquetas envolventes de todo el cuerpo del envase diseñadas para la separación son preferibles.** Un aspecto positivo de las etiquetas envolventes es la falta de adhesivo que requiere eliminación en el proceso de reciclado. Sin embargo, 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 de todo el cuerpo diseñada sin tomar en cuenta la separación puede hacer que un separador automático dirija una botella de PP a otra corriente de material donde se pierde al proceso. Además, algunos materiales envolventes incompatibles que no pueden separarse del PP en el tanque de flotación pueden contaminar el PP reciclado producido. Las etiquetas envolventes de todo el cuerpo diseñadas para la clasificación automática y que se hunden en agua son preferibles, con la excepción del PVC, donde incluso pequeñas cantidades residuales que llegan a través del proceso flotación destruirán el PP reciclado en el proceso de extrusión. También son preferibles las etiquetas envolventes de poliolefina diseñadas para la selección automática, ya que los niveles pequeños de material completamente incompatible esperados de los residuos de etiquetas tienen un impacto negativo mínimo.
- **Los adhesivos requieren de ser evaluados para determinar la categoría apropiada de reciclabilidad de la APR.** Las pruebas deben demostrar que los adhesivos se desprenderán limpiamente del PP con el lavado en el proceso de reciclado o que son compatibles con el PP. Sin embargo, las condiciones típicas del proceso de reciclado de PP no son suficientemente agresivas para eliminar todo el material adhesivo, y se espera quede una cierta cantidad de adhesivo residual en el PP reciclado. El adhesivo que no se elimina del PP durante el paso de lavado es una fuente

de contaminación y de alteración del color cuando se recicla el PP. Por estas razones, se recomienda un uso mínimo del adhesivo.

La APR está desarrollando una prueba de adhesivo PP/HDPE para separar el adhesivo ya sea como amigable al lavado, no amigable al lavado y compatible con el PP, o no compatible con el HDPE. El adhesivo no amigable al lavado incompatible, es perjudicial para el reciclado.

Una prueba se encuentra en desarrollo:
Prueba de Adhesivo para PP/HDPE

Combinaciones de Etiquetas-Adhesivos: La selección y reciclabilidad de los sustratos de etiquetas depende del tipo de adhesivo que se utilice con ellos. En general, es preferible un sustrato de etiqueta que se hunda en agua y que se use con un adhesivo que se libere en el sistema de lavado de los recicladores, ya que el sustrato se eliminará en el tanque de flotación. Un sustrato de etiqueta que es compatible con el PP también es preferible sin importar cuál sea el adhesivo. Por lo tanto, los sustratos de etiqueta se clasifican por el tipo de adhesivo utilizado con ellos.

- **Las etiquetas de polipropileno o poliestireno son preferibles.** Las etiquetas de PP son el mismo polímero que el producto final y el PP a los niveles muy pequeños esperados del residuo de la etiqueta tiene un impacto negativo mínimo. Por lo tanto, estas etiquetas que permanecen con el PP a lo largo del proceso de reciclado, independientemente de si se separan o no, aumentan el rendimiento y tienen un impacto de calidad negativo mínimo para el reciclador.
- **Las etiquetas de papel son perjudiciales para el reciclado.** El sistema de proceso de PP involucra agua y agitación. El papel que se desprende del envase cuando se somete a estas condiciones se convierte en pulpa, la cual no se hunde intacta, sino que permanece suspendida en el líquido, añadiendo carga a los sistemas de filtración y tratamiento de agua. El papel que permanece adherido al PP viaja con el PP a la extrusor de la planta de reciclado donde el material se carboniza y causa defectos de color. Incluso después del filtrado de material fundido, el olor a quemado y la decoloración permanecen con el PP reciclado afectando de esta manera negativamente su reutilización potencial. Las etiquetas de papel que no forman pulpa usadas con adhesivos que no se desprenden agravan el problema, ya que la etiqueta entera entra en el extrusor. Las etiquetas que no forman pulpa, que se usan con adhesivos, son lo suficientemente pesadas como para hundirse y lo suficientemente duraderas como para soportar el proceso de lavado, pueden mitigar este problema.
- **Las etiquetas de película metálica son perjudiciales para el reciclado cuando se usan con un adhesivo que no se libera en el lavado y son preferibles cuando se usan con un adhesivo que se libera en el lavado.** En la planta separadora de materiales, incluso las etiquetas metalizadas muy delgadas pueden ser identificadas como metal por el equipo de separación y hacer que toda la botella sea dirigida a la corriente de metal, creando así una pérdida de rendimiento. El equipo de separación en el proceso de reciclado está diseñado para detectar y eliminar el metal del PP. Si estas etiquetas son pequeñas, no se detectan o se dejan pasar, cuando se usan con un adhesivo que no se libera en el lavado, hacen que el PP unido se hunda, donde se pierde en el tanque de flotación, o pasa al extrusor y se eliminan con el filtrado de material fundido. Cuando se usan con un adhesivo que se libera en el lavado, estas etiquetas se hunden rápidamente en el tanque de flotación, donde se eliminan.
- **Las etiquetas de PVC convierten al envase en no-reciclable según normas de la APR, cuando se usan con un adhesivo que no se desprende en el lavado, y son perjudiciales para el reciclado cuando se usan con un adhesivo que se desprende en el lavado.** Cuando el PVC, se usa con un adhesivo que no se desprende en el lavado, entra en el extrusor con el PP, donde son incompatibles. El PVC se degrada a temperaturas de extrusión del PP y hace que grandes cantidades del PP reciclado sean inutilizables. Cuando se usan con un adhesivo que se desprende en el

lavado, estas etiquetas se hunden en el tanque de flotación, donde se retiran. Pero debido a que el tanque de flotación es imperfecto, e incluso una cantidad muy pequeña de PVC que entre en el extrusor causa graves problemas de calidad y rendimiento, este material es perjudicial.

- **Las etiquetas de PLA hacen que el envase sea no-reciclable según las normas de la APR, cuando se usa con un adhesivo que no se desprende en el lavado, y es preferible cuando se usa con un adhesivo que se desprende en el lavado.** Cuando el material de la etiqueta de PLA se usa con un adhesivo que no se desprende en el lavado, entra en el extrusor con el PP, donde son incompatibles. Cuando se usa con un adhesivo que se desprende en el lavado, el PLA se separa del PP antes del tanque de flotación donde se hunde y se elimina. A pesar de que el proceso de separación por flotación es imperfecto, las pequeñas cantidades de PLA que entran en el proceso de extrusión no son catastróficas
- **Las etiquetas de poliestireno son perjudiciales para el reciclado cuando se usan con un adhesivo que no se desprende en el lavado y son preferibles cuando se usan con un adhesivo que se desprende en el lavado.** Cuando el PS, se usa con un adhesivo que no se desprende en el lavado, permanece con el PP y entra en el extrusor donde se mezcla con el PP. El PS no es compatible con el PP y puede provocar un desgaste o reducir la resistencia al impacto para el usuario de PP reciclado. Cuando el material de la etiqueta del PS se usa con un adhesivo que se desprende en el lavado, se separa del PP antes del tanque de flotación donde se hunde y se elimina.

➤ ADITAMENTOS

- **Los capuchones de evidencia de apertura y sellos de seguridad de polipropileno o de polietileno son preferibles.** Las fundas o capuchones de seguridad de PP son el mismo polímero que el producto final y el PE en niveles muy pequeños esperados de los residuos de las fundas de seguridad tiene un impacto negativo mínimo. Por lo tanto, estos aditamentos que permanecen con el PP durante todo el proceso de reciclaje aumentan el rendimiento y tienen un impacto de calidad negativo mínimo para la planta de reciclado.
- **Los capuchones de seguridad de evidencia de apertura de PETG son preferibles.** El PETG se hunde en el tanque de flotación donde se elimina del PP. A diferencia del PVC, pequeñas cantidades de PETG que entren en el proceso de extrusión con el PP no son catastróficas, ya que el PETG se puede filtrar del material fundido.
- **Los capuchones de evidencia de apertura y sellos de seguridad de PVC son perjudiciales para el reciclado.** El PVC se hunde en el tanque de flotación donde la mayor parte de éste se retira del PP. Debido a que el tanque de flotación es imperfecto e incluso una cantidad muy pequeña de PVC que entre en el extrusor causa severos problemas de calidad y baja de rendimiento, este material es perjudicial. El PVC se degrada a temperaturas de extrusión de PP y hace que grandes cantidades del PP reciclado sean inutilizables.
- **Los aditamentos que no sean de PP requieren de ser evaluados para determinar la categoría apropiada de reciclabilidad de la APR.** Las pruebas deben demostrar que estos aditamentos no están pegados al envase y están hechos de materiales que se hunden en agua para que se separen fácilmente del empaque durante la molienda y se sometan a separación por flotación. Si se utilizan adhesivos para fijar aditamentos, su selección debe considerar los criterios de dictados dentro de este documento.

Una prueba se encuentra en desarrollo:
Prueba Estandarizada para PP

- **Los aditamentos de metal o que contengan algo metálico requieren de ser evaluados para determinar la categoría de reciclabilidad de la APR.** Los aditamentos de metal o que contengan algo metálico pueden hacer que los separadores NIR en las plantas separadoras de materiales identifiquen erróneamente un contenedor de PP como metal y lo dirijan a una corriente de metal, de la que se descarten. El equipo en las plantas de separación de

materiales está diseñado para detectar y eliminar el metal del PP con el fin de proteger la maquinaria de corte. Los objetos grandes u objetos pegados al PP, pueden dañar la maquinaria y hacer que el empaque entero sea no-reciclable. Los metales, si son pequeños, no se detectan o se dejan pasar, si se usan con un adhesivo que se desprende en el lavado, o sin ningún adhesivo, se hunden rápidamente en tanque de flotación donde se retiran del PP.

Actualmente, la APR está desarrollando un protocolo de prueba de corriente Eddy y prueba magnética para aditamentos de metal y que contengan algo metálico.

- **Los aditamentos plásticos con una densidad > 1.00 excepto por el PVC son preferibles.** Estos objetos se hunden en el tanque de flotación, donde son eliminados del PP y las pequeñas cantidades residuales no afectan severamente el producto final, ya que muchas de ellas se filtran en el material fundido. El PVC es perjudicial, como se comenta en otra parte de este documento.
- **Los aditamentos soldados requieren de ser evaluados para determinar la categoría de reciclabilidad de la APR.** Cierta cantidad de aditamentos soldados no puede ser separada del PP en el proceso de reciclado. Estos aditamentos pueden ocasionar contaminación del PP reciclado y pérdida en el rendimiento en ambos casos: cuando la sección molida que contiene ambos polímeros se hunde y se lleva el PP con ésta, o cuando la sección molida flota y lleva un material incompatible con el PP hacia el proceso de extrusión. La evaluación debe mostrar que la mezcla es de una densidad menor que 1.00, para que flote junto con el PP en el tanque de flotación, y que sea compatible con el PP en el proceso de extrusión.
- **Los aditamentos de polietileno son perjudiciales para el reciclado.** Debido a que el polietileno flota en el agua, no se separa en el tanque de flotación de las plantas de reciclado. Cuando se mezcla con el PP, afecta negativamente a la rigidez y a las propiedades de impacto. Aunque cantidades muy pequeñas de PE, como las que aportan las etiquetas son aceptadas regularmente por los recicladores de PP, algunos aditamentos comprenden un porcentaje de peso mayor del paquete y por lo tanto un mayor efecto negativo.
- **Los identificadores de radio frecuencia (RFID) en los envases, etiquetas y tapas, son perjudiciales para el reciclado.** Los identificadores de radio frecuencia (RFID) están impresos en metal plateado, lo que puede crear costosos problemas de eliminación de residuos. Aunque los identificadores de radio frecuencia (RFID) son pequeños, pueden afectar al reciclado de los PP de la misma manera que las etiquetas metálicas u otros aditamentos. Se desaconseja el uso de identificadores de radio frecuencia (RFID), ya que pueden limitar el rendimiento del PP, introducir contaminación potencial y aumentar los costos de separación y eliminación de desechos.
- **Los aditamentos de PLA son preferibles.** Como se ha comentado en las secciones sobre etiquetas y tapas, el PLA se hunde en el tanque de flotación y se puede retirar del PP. A diferencia del PVC, pequeñas cantidades de PLA que entran en el proceso de extrusión no son catastróficas
- **Los aditamentos de PVC son perjudiciales para el reciclado.** El PVC se hunde en el tanque de flotación donde la mayor parte de éste es eliminada del PP. Debido a que el tanque de flotación es imperfecto e incluso una muy pequeña cantidad de PVC que entre al extrusor causa problemas severos de calidad y rendimiento. El PVC se degrada a temperaturas de extrusión de PP y hace que grandes cantidades de PP reciclado sean inservibles.

➤ **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