

## Recomendaciones de prevención

# Botella de PET

## ¿Qué es el PET?

PET (polietileno tereftalato) es un polímero plástico que se obtiene mediante un proceso de polimerización de ácido tereftálico y monoetilenglicol. Es un polímero lineal, con un alto grado de cristalinidad y termoplástico en su comportamiento, lo cual lo hace apto para ser transformado mediante procesos de extrusión, inyección, inyección-soplado y termoformado.

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

Su empleo actual como envase es muy diverso, sus usos más conocidos son en bebidas carbónicas, aguas minerales, aceite, zumos, té y bebidas isotónicas, vinos y bebidas alcohólicas, detergentes y productos de limpieza, productos cosméticos, salsas y otros alimentos, productos químicos y lubricantes y productos para tratamientos agrícolas.

## ¿Cómo puedo actuar para hacer mi envase más sostenible?

A lo largo de este Dossier podrá encontrar información sobre cómo abordar la prevención de las Botellas de PET. Actuar en la fase de diseño es la forma más económica de reducir los impactos ambientales, ya que a medida que se avanza en el proceso de desarrollo y vida del envase o producto, conseguir mejoras ambientales es cada vez más difícil y, en la mayoría de los casos tiene un coste mayor.



### Contenido

#### Introducción:

¿Qué es el PET?	1
¿Cómo puedo actuar para hacer mi envase más sostenible?	1

#### Recomendaciones de prevención:

Reduciendo el peso del envase	2
Minimizando su impacto ambiental	6
Favoreciendo su reutilización	9
Incorporando material reciclado	9



## Reduciendo el peso del envase

*Se trata de mejorar la relación entre el peso del envase y el peso del producto contenido ( $K_r/K_p$ ), utilizando cada vez menos materia prima en la fabricación del envase de PET. Gracias a la prevención de residuos de envases se evita el consumo de nuevas materias primas, evitamos el depósito en vertedero y reducimos la emisión de  $CO_2$  a la atmósfera.*

- Por reducciones en el espesor del material. Hoy en día, un recipiente de PET de 1,5 litros de agua mineral es fabricado con sólo 27 g.
- Mediante un cambio en el diseño de la botella, tapón o etiqueta. Una pregunta clave es hasta qué punto puede cambiar la apariencia de la botella, ya que cuanto mayor sea la libertad de diseño, mayor será la reducción de peso posible.

El proceso de transformación más empleado en el procesamiento de botellas de PET es la inyección-estirado-soplado de cuerpos huecos. En menor grado el PET también puede ser sometido a procesos de extrusión y de inyección pura requiriendo en estos casos generalmente variedades de PET modificado químicamente <sup>(1)</sup>.

La evolución ha permitido que lo habitual sea encontrar en la cabecera de las líneas de envasado, equipos, generalmente de soplado que permiten producir botellas de PET en línea a partir de preformas suministradas desde el exterior. Como alternativa a estos equipos de soplado en línea, existen máquinas que, igualmente ubicadas en línea o bien contra silo, producen envases a partir de la resina de PET. Los procesos se pueden combinar en una sola máquina (sistema integrado o de una etapa) o en dos máquinas separadas (sistema de dos etapas). Esta versatilidad industrial hace que en general los propios envasadores se hayan convertido en los mayores productores de envases apoyados desde el exterior por los suministradores de resina de PET o por fabricantes de preformas <sup>(1)</sup>.

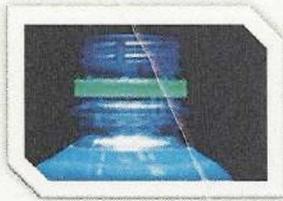
Se trata de ser capaces de encontrar potenciales de optimización en la botella, ahorrando peso sin detrimento de su estabilidad y resistencia. Para ello, durante el proceso de diseño, será necesario tener en cuenta los factores que pueden influir en dichas características, tales como <sup>(2)</sup>:

- ✓ Características del producto a envasar
- ✓ Temperatura de llenado
- ✓ Presión interior de la botella
- ✓ Diseño del cuello, hombros, cuerpo y fondo de la botella
- ✓ Distribución del material
- ✓ Peso de la preforma

A continuación se presentan algunos ejemplos de cómo aligerar el envase actuando sobre el diseño de las distintas partes de la botella <sup>(1)</sup>:

(1) ANEP, [www.anep-pet.com](http://www.anep-pet.com)

(2) Kronos AG, [www.kronos.com](http://www.kronos.com)



### Actuaciones sobre la boca del envase

Reduciendo su altura, el perfil del filete de rosca, los canales de venteo –en el caso de productos carbonatados- y el espesor y diámetro del anillo de transporte. En la sección del cuello existe por tanto un potencial de ahorro importante, reforzado aun más por el empleo de un tapón más corto y liviano. *par short height.*

*Un alto porcentaje del peso de una botella está en su cuello, por lo que es preferible no incrementar el grosor y la altura del cuello de la botella para ajustarlo al tapón, sino reducir en lo posible esta parte y después diseñar un tapón que se ajuste a ella.*

### Actuaciones sobre los hombros

Evitando perfiles con ángulos que tiendan a los 90° y formas prismáticas, se recomiendan perfiles esféricos. Hay que tener en cuenta que la resistencia a la carga vertical recae en gran parte en este perfil.

*Unos hombros en ángulo confieren la misma resistencia a la botella que unos hombros cuadrados, utilizándose sin embargo menos material.*



*De forma general las formas redondeadas en botellas favorecen un aligeramiento del envase, mientras que por ejemplo una base cuadrada puede permitir un mejor aprovechamiento de las botellas en la caja de agrupación y consecuentemente una optimización del mosaico de paletización.*

*Conviene por tanto valorar cada sistema de envasado en su conjunto eligiendo la opción más conveniente en cada caso concreto.*

### Actuaciones sobre el fondo

Como en el caso anterior se admitirán diversos perfiles en función del producto contenido y de nuevas técnicas que permiten manejar la distribución de material con gran precisión en las paredes de cualquier punto del envase.

### Actuaciones sobre el cuerpo del envase

*teste transformador.*  
Teniendo en cuenta el tipo de producto a contener y su proceso de envasado –productos carbonatados y en qué grado, llenados en caliente o supeditados a tratamientos térmicos de pasteurización u otros- requerirá un diseño de perfiles cilíndricos, en estrella o con alveolos que compensen las tensiones producidas.



*La presurización interna con nitrógeno o dióxido de carbono –en el caso de productos carbonatados como los refrescos con gas-, que compensa las cargas externas sobre el envase, han contribuido a aligerar el peso del envase y mejorar el coeficiente Kr/Kp.*

## Novedades en tecnologías y desarrollos en PET:

La mayoría de las novedades en tecnologías y desarrollos en PET giran alrededor del proceso de transformación, sus equipos auxiliares y productos (botellas). A continuación se presentan algunas de las últimas innovaciones:



### Moldeo por soplado de PET espumado

Un nuevo desarrollo ha demostrado que es posible utilizar un proceso de moldeo por soplado de PET espumado para crear botellas más livianas. Las botellas son creadas inyectando nitrógeno en el fundido de PET usando una máquina de moldeo de preformas modificada. Conforme la presión de llenado de la cavidad en la cámara cae por debajo de la presión de nucleación, se producen las celdas de espuma que se expanden conforme el gas se difunde en ellas. La preforma resultante se puede moldear por soplado usando la tecnología convencional. La presencia de espuma reduce el peso del envase en hasta un 5 % y es posible colorear las botellas sin afectar a su posterior reciclabilidad<sup>(3)</sup>.

### Flexibilidad y memoria

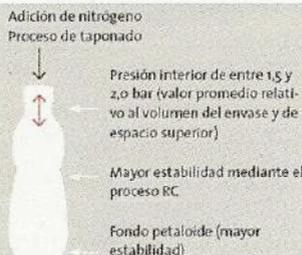
El aprovechamiento de la flexibilidad y de la memoria de forma del plástico es otra de las tendencias actuales. Cuando se reduce el peso de una botella, ésta se refuerza generalmente con una serie de concavidades que la hacen rígida, con lo cual existe peligro de rotura y supone, por tanto, una limitación a la hora de reducir el peso. En cambio, si la botella es flexible y recupera su forma original después de comprimirse pueden eliminarse estas concavidades<sup>(4)</sup>.



*La flexibilidad y la memoria de forma del material permite reducir todavía más el peso de las botellas PET*

### Presurización con Nitrógeno en envases para llenado en caliente

Esta tecnología se utiliza para soplar envases de PET para el llenado de bebidas a altas temperaturas. El proceso consiste en aplicar una presión positiva de 1,5 hasta 2 bar a la botella poco antes del taponado mediante la instalación de un inyector de nitrógeno. La presión positiva de la botella compensa la pérdida en volumen del producto después del refrigerador y evita así una deformación por presión negativa de la botella. Esto elimina la necesidad de botellas con diseño de paneles hasta ahora necesarias para compensar la presión del vacío en el caso de productos embotellados en caliente, lo que permite ahorros de empleo del material y mayor libertad en el diseño de las botellas PET<sup>(5)</sup>.



(3) Plastic Technologies, Inc. PTI, [www.plastictechnologies.com](http://www.plastictechnologies.com)  
(4) SIDEL, [www.sidel.com](http://www.sidel.com)  
(5) Krones AG, [www.krones.com](http://www.krones.com)

Otras posibles actuaciones para reducir el peso del envase son:



- Concentrar el producto contenido, mejorando la relación entre el número de dosis equivalentes y la cantidad de envase.

*Por ejemplo la concentración de productos de limpieza como detergentes, pasando de utilizar un envase grande a otro de menor capacidad con el mismo número de dosis.*



- Aumentar la capacidad del envase de manera que se utilice menos envase por cantidad de producto puesto en el mercado.



*Un ejemplo de este tipo de medida son las promociones de ahorro que ofrecen al consumidor una cantidad adicional de producto respecto a la cantidad habitual.*

- Eliminar elementos del envase que pudieran resultar superfluos como precintos plásticos con función estética, etiquetas, asas...

*Las asas en las botellas o bidones pueden ser sustituidas por hendiduras que faciliten el agarre.*

## Minimizando su impacto ambiental

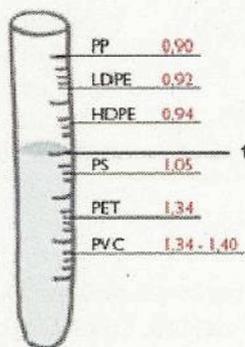
*Se trata de minimizar el impacto ambiental del residuo de envase una vez generado. El PET puede ser reciclado mecánicamente o químicamente. Para ello resulta esencial considerar el impacto de la botella de PET desde la etapa de su diseño.*

- Facilitar el plegado de la botella una vez consumido su contenido a través de pliegues transversales puede ayudar a la posterior gestión del residuo a que da lugar.
- Pasar de utilizar botellas multicapa (varios materiales) a utilizar botellas fabricadas a partir de un solo material. Las multicapas, así como los recubrimientos de otros materiales no siempre son totalmente compatibles con las tecnologías de recuperación y pueden reducir la recuperabilidad de las botellas.



### Densidades

La mayor parte de las operaciones de separación empleadas están basadas en las diferencias de densidad de los distintos materiales, de ahí la importancia de no incluir entre los componentes del envase materiales con densidad similar a la del PET, igual a 1,34g/cm<sup>3</sup>.



- Evitar el uso de plásticos incompatibles entre sí en botellas, recubrimientos, tapones, revestimientos internos de tapones (liners), precintos, etiquetas, etc. Si el uso de materiales incompatibles fuera necesario para satisfacer las propiedades técnicas del envase y/o requerimientos del consumidor, facilitar la separabilidad de los mismos teniendo en cuenta sus densidades.

A continuación se resumen algunos de los principales requisitos que han de cumplir los diferentes elementos que suelen acompañar a la botella para que estos no interfieran en la reciclabilidad del PET <sup>(6)</sup>:



### Tapones, liners o precintos de seguridad

Se deben evitar materiales como el aluminio, el Poliestireno (PS) o el PVC, siendo preferible que estos estén fabricados de Polipropileno (PP) o Polietileno de alta densidad (HDPE). Se recomienda que el precinto de seguridad se desprenda del cuello del envase y el revestimiento del tapón (liner) se quede en el interior del mismo a la hora de abrir el envase.

*Una pequeña cantidad de PVC puede contaminar grandes cantidades de PET dispuesto para su reciclado por su diferente temperatura de fusión o ablandamiento.*

(6) "Plastic Packaging: Recyclability by design". Recoup, Enero 09.

## Etiquetas

La elección del tipo de etiqueta tiene especial importancia para la reciclabilidad del envase. Es preferible usar etiquetas de Polipropileno (PP), Polietileno orientado (OPP) o Polietileno de alta, media o baja densidad (HDPE, MDPE, LDPE). Las etiquetas de Poliestireno (PS) son aceptables si son de material de baja densidad que se separa fácilmente por flotación en el proceso. El papel es aceptable como un material secundario pero aumenta la contaminación debido a la fibra que contiene. Se deben evitar las etiquetas de PVC, así como las metalizadas, barnizadas o laqueadas que dificultan el reciclado del plástico, pues al contener metales lo contaminan. Se recomienda también evitar pigmentos de metales pesados. Las etiquetas deben de poder desprenderse fácilmente y no despedazarse o deslaminarse en las operaciones de lavado del proceso de pre-reciclado. La impresión fuerte o intensa debe evitarse ya que esto aumenta la densidad y dificulta la separación.

*Es conveniente reducir en lo posible o eliminar las superficies impresas de los envases. El color debe ser preferentemente restringido a las etiquetas, evitándose la impresión y decoración directa en el envase ya que contamina el PET recuperado y decolora el material a recuperar.*

## Adhesivos o colas

Minimizar la cantidad usada de los mismos y el área de uso, procurando que estos puedan ser fácilmente desprendidos del envase durante el proceso de pre-reciclado. Preferentemente deben ser solubles en agua (ó dispersibles) a temperaturas de 60 a 80°C, o termofusibles solubles en álcali.

*Las etiquetas "sleeve" pueden ser aplicadas sobre el envase sin ningún tipo de adhesivo mediante tensión, bien sea por estiramiento seguido de una contracción o a través de un retractilado de la lámina por la que esta se encoge transversalmente bajo el efecto del calor.*

## Color

Evitar o minimizar la opacidad y pigmentación del envase, favoreciendo la botella de PET transparente, de mejor valor y mayor proporción de recuperación y variedad de mercados finales. Algunas mezclas de colores de las botellas de PET, pueden ser inaceptables para las aplicaciones de los materiales secundarios producidos en el proceso de reciclado, aunque con una separación adecuada, el PET pigmentado tendrá también ciertos usos.



*Cuando el uso de color es necesario las "Sleeves" o fundas retráctiles de plástico pueden constituir una posible alternativa, siempre que se tengan en cuenta determinados aspectos como la compatibilidad entre materiales y la facilidad de separación. Para facilitar el reconocimiento del envase por parte del separador óptico la etiqueta "sleeve" no debería ser brillante ni superar los 2/3 del tamaño del cuerpo del envase.*

## Asas, ayudas para el transporte, bases de copas...

Es preferible prescindir de ellas, pero si estas son necesarias se recomiendan aquellas constituidas por Polietileno de alta densidad (HDPE), Polipropileno (PP) o PET. La soldadura debe evitarse. Si estos componentes se pegan al envase deben poderse separar en detergente o una solución cáustica en agua caliente (a 60 a 80°C).

Estas limitaciones están relacionadas con el desarrollo actual y previsible de las tecnologías de reciclado.

Para más información consulte la Matriz de compatibilidades de la Botella de PET:

		COMPATIBLE	COMPATIBLE CON CONDICIONES	NO COMPATIBLE
<b>Cuerpo del envase</b>	Material	PET		PLA/PVC/PET-G
	Color	Transparente/Azul claro/Verde	Otros colores transparentes	Colores opacos
	Recubrimientos o capas barrera	Recubrimiento transparente sistema plasma	Recubrimiento externo/PA 3 capas (Ej.MXD6, 3 capas)	EVOH/PA combinaciones monocapa
	Aditivos		Secuestradores de O <sub>2</sub> /Estabilizadores UV/Inhibidores AA/Nanocompuestos	
<b>Cierre</b>	Tapón	HDPE/LDPE(no carbonatadas)/PP		Acero/Aluminio/PS/PVC /Termoestables
	Revestimiento interno tapón (liner)	HDPE/PE+EVA/PP		PVC/EVA con Aluminio
	Precintos de seguridad	PE/PP/OPP/EPS/ PET en espuma	Silicona (densidad <1g/cm <sup>3</sup> )	PVC/Aluminio/Silicona (densidad ≥1g/cm <sup>3</sup> )
<b>Decoración</b>	Impresión directa	Producción o Fecha de caducidad		Otras impresiones directas
	Etiquetas	HDPE/MDPE/LDPE/PP/OPP/EPS (densidad <1g/cm <sup>3</sup> )/Papel	PET/Etiquetas ligeramente metalizadas	PVC/PS (densidad >1g/cm <sup>3</sup> )
	Sleeves o fundas retractiles	PE/PP/OPP/EPS (densidad <1g/cm <sup>3</sup> )/PET en espuma/ PET-G en espuma	PET	PVC/Sleeves de cuerpo entero PS (densidad >1g/cm <sup>3</sup> )/PET-G
	Adhesivos (Véase Lista EUPR: <a href="http://www.plasticsrecyclers.eu/docs/docs/useful006.pdf">http://www.plasticsrecyclers.eu/docs/docs/useful006.pdf</a> )	No aplicar directamente sobre el cuerpo del envase. Solubles en agua ó termofusibles solubles en álcali (<80°C)		No desprendibles fácilmente en agua o álcali a 80 °C
	Tintas	Buenas prácticas EuPIA: <a href="http://www.eupia.org">www.eupia.org</a>		Tintas que sangran y soluciones de lavado colorantes
<b>Otros componentes</b>	Bases de copa, asas, ayudas transporte...		HDPE/PP/PET no coloreado	PVC/RFID/No plásticos

## Favoreciendo su reutilización

Se trata de que el envase no sea desechado directamente tras su uso sino que pueda servir varias veces para la misma finalidad.

- Comercializar el producto en envases recargables: la primera unidad se vende en un reutilizable y las siguientes se venden en un envase de solo uso con menor peso que el envase original.



Por ejemplo, Eco recargas de productos de limpieza o aseo personal.



## Incorporando material reciclado

Se trata de incorporar PET reciclado en el proceso de fabricación de la botella.

*→ modificaciones?*

- El Real Decreto 866/2008, de 23 de mayo que permite la utilización bajo determinadas condiciones de plásticos reciclados en envases en contacto con alimentos supone una oportunidad más para avanzar en este ámbito.

Los nuevos avances tecnológicos permiten envasar productos en envases constituidos por material reciclado sin comprometer sus prestaciones, propiedades físicas, capacidad de almacenamiento y apariencia visual.

El PET se utiliza reciclado como materia prima de alta calidad para fibras textiles, pero también es cada vez más utilizado de nuevo directamente como "R-PET" (PET reciclado de materiales post-consumo) en preformas para aplicaciones de alimentos y bebidas, gracias a procesos de tratamiento especial.

### **POLIETILEN TEREFALATO (PET):**

PET (polietilen tereftalato) es un polímero lineal, con un alto grado de cristalinidad y termoplástico en su comportamiento, lo cual lo hace apto para ser transformado mediante procesos de extrusión, inyección, inyección-soplado y termoformado.

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

Se reflejan a continuación todos los mercados en los que es posible encontrar envases de PET:

#### **ENVASES**

Bebidas carbónicas  
Aguas minerales  
Aceite  
Zumos, té y bebidas isotónicas  
Vinos y bebidas alcohólicas  
Detergentes y productos de limpieza  
Productos cosméticos  
Salsas y otros alimentos  
Productos químicos y lubricantes  
Productos para tratamientos agrícolas



#### **FILMS**

Contenedores alimentarios  
Blíster  
Films (en láminas)  
Films "High-Tech"  
Audio/video  
Fotografía  
Aplicaciones eléctricas  
electrónicas  
Embalajes especiales



### OTRAS APLICACIONES

Tubos  
Perfiles  
Marcos  
Paredes  
Construcción  
Piezas inyectadas



En la tabla siguiente se relacionan los sectores, el tamaño más estándar en los diferentes sectores:

Sector	Tamaño	Aplicación
Beb. Refres.	0,2-2,0	alimentación
Ag. Minerales	0,2-2,0	alimentación
Aceite Comes.	0,5-5,0	alimentación
Vinagres	1L	alimentación
Salsas	0,3-0,5	mostaza, mayonesa
Cosmética	0,3-1,0	cremas
Farmacia	0,3-0,5	bucales, jarabes
Licores	0,1-0,5	petacas licores
Detergentes	1,0-1,5	fríegasuelos, vajillas
Químicos	1,0-5,0	Insecticidas, disolventes
Frutos Secos	0,3-1,0	cacahuets, almendras
Cerveza	0,5-1,5	distribución, bar
Zumos	0,5-1,5	distribución, bar
Deportivos	0,5-1,5	Energéticos, esfuerzo
Lácteos	0,3-1,5	Leches enriq., yogures

### TECNOLOGÍA DE TRANSFORMACIÓN DEL PET

El PET habitualmente se transforma mediante procesos de inyección-estirado-soplado con el objeto de producir "cuerpos huecos" o bien mediante procesos de termoformado si lo que se trata de producir es lámina y por lo tanto envases "planos".

En menor grado el PET también puede ser sometido a procesos de extrusión y de inyección pura requiriendo en estos casos generalmente variedades de PET modificado químicamente