

# EVALUACIÓN DE LA SOSTENIBILIDAD DEL FIN DE VIDA DE LOS ENVASES

Pacheco, B.; Paneque, A.; Cháfer, C.; Ferreira, B., Capuz, S.

## Abstract

This communication consists of a revision of the indicator systems used to quantify the environmental impact of a process or product, to assess the sustainability of different alternatives of packaging end-of-life. Furthermore, the significance of the business prevention plans (PEP's) as a tool to evaluate packaging waste is studied.

This information has a double interest. On one hand, helping to select the most appropriate treatment technology for the waste generated after the use of a specific type of package and, on the other hand, supporting the selection of materials and packaging techniques to minimize the impact of the generated waste.

*Keywords: Indicators, Packaging Waste*

## Resumen

La presente comunicación realiza una revisión de los sistemas de indicadores utilizados para cuantificar el impacto ambiental de un proceso o producto, con el objetivo de evaluar la sostenibilidad de las diferentes alternativas de fin de vida de los envases. Asimismo, se revisa la importancia de los planes empresariales de prevención (PEP's), como herramienta de evaluación de los residuos de envases y embalajes.

Esta información tiene un doble interés. Por una lado ayudar a seleccionar la tecnología de tratamiento más adecuada para los residuos generados tras el uso de determinado tipo de envase, y por otro, asistir en la selección de materiales y técnicas de envasado que permitan minimizar el impacto de los residuos generados.

*Palabras Clave: Indicadores, Residuos de Envases*

## 1. La importancia de los indicadores como medida para la sostenibilidad

El informe "Our Common Future" [1] indica que "el Desarrollo Sostenible se alcanzará cuando se satisfagan las necesidades actuales sin poner en peligro la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades".

Para saber en qué medida se progresa hacia este objetivo es necesario medirlo a través de indicadores o "indicadores de sostenibilidad", lo que resulta complejo debido a la diversidad de información proporcionada.

Según Fiksel [2] los motivos que dificultan la medición de la sostenibilidad de un producto son: su novedad y la falta de normas o medidas aceptadas, el complejo y multifacético concepto de sostenibilidad, y la medida de la sostenibilidad, que traspasa las operaciones de una única compañía extendiéndose a toda la cadena de valor o ciclo de vida.

También según Fiksel [2], la evaluación del comportamiento de la sostenibilidad debe realizarse en base a las tres dimensiones del desarrollo sostenible: evaluación del comportamiento económico (a través de los costes y beneficios en que incurren los distintos agentes implicados en el ciclo de vida de un producto), medioambiental (a través de los

indicadores ambientales) y social (normas de calidad, respeto a la dignidad, a las personas y al medio ambiente).

Un indicador es sinónimo de variable, parámetro, medida, estadística o subíndice. No obstante, a nivel más concreto, un indicador es considerado como una variable capaz de representar de manera operacional un atributo (calidad, característica, propiedad) de un sistema [3]. Los indicadores serán variables, mientras que los datos serán las mediciones y observaciones de un proceso o sistema.

El World Resources Institute [4], indica que la información puede ser facilitada como se muestra en la figura 1. Los datos primarios son aquellos datos estadísticos que proporcionan mucha información detallada sobre diversos aspectos de una situación dada. Los datos analizados se refieren a la información procesada de los datos primarios con el objetivo de producir información fácilmente accesible para la toma de decisiones. Los indicadores contienen información basada en los datos primarios y analizados.



Figura 1. La Pirámide de la Información [4]

Los indicadores descriptivos son los usados comúnmente, ya que se basan en valores técnicos, científicos o estadísticos y son simples de utilizar y fáciles de entender. También están los “indicadores del comportamiento” que incorporan un indicador descriptivo y un valor de referencia [5].

Los indicadores normalmente se desarrollan bajo un marco de trabajo definiendo su papel y objetivos (modelo Presión-Estado-Respuesta). También se definen sus dimensiones y las calidades de los mismos [6]. Las cuatro dimensiones identificadas son [7]:

- ? Unidad de medida
- ? Tipo de medida: absoluta o relativa
- ? Periodo de la medida: el periodo para llevar a cabo y calcular un indicador
- ? Límites

Un índice es obtenido por la agregación y ponderación de un número de indicadores, por ejemplo, el Índice de Desarrollo Humano (IDH) se basa en tres elementos de igual importancia para el desarrollo humano: la longevidad, la formación educativa y los ingresos [8]. El problema de los índices es que se derivan de procesos complejos altamente subjetivos de agregación y ponderación de indicadores (juicios de expertos, paneles Delphi, análisis multicriterio, encuesta de la opinión pública, y experimentos de simulación) [9].

## 2. Sistemas de Indicadores Ambientales

La toma de decisiones requiere de información específica y esto no siempre es posible, ya que los resultados son difíciles de interpretar para las personas que toman las decisiones. Por ello, es necesario traducir la información ambiental a parámetros comprensibles que

indiquen las causas, situaciones y tendencias de los problemas ambientales. Estos parámetros son los indicadores ambientales [10].

El uso de indicadores ambientales, surge como respuesta a la necesidad de poner en práctica instrumentos que evalúen la situación ambiental y las consecuencias de las medidas adoptadas.

Los indicadores ambientales resumen extensos datos en una cantidad limitada de información, lo que, para una empresa, asegura una rápida evaluación de las principales mejoras y los puntos débiles en la protección ambiental, permitiendo a los responsables tomar las decisiones adecuadas. Además, permiten determinar objetivos medioambientales cuantificables que pueden utilizarse para medir el éxito o fracaso de las actuaciones. Trabajar con instrumentos de control directivo tradicionales no solo es un requisito para controlar la contaminación medioambiental, sino también para determinar las oportunidades medioambientales rentables.

Los indicadores pueden cumplir diversas funciones como:

- ? Ilustrar mejoras ambientales en un análisis de series temporales,
- ? Obtener y perseguir metas medioambientales,
- ? Identificar oportunidades de mercado y potenciales de reducción de costes,
- ? Evaluar el comportamiento medioambiental en comparaciones entre empresas,
- ? Proporcionar datos esenciales para informes y declaraciones ambientales,
- ? Proporcionar información de retorno para motivar a los miembros de la plantilla,
- ? Apoyar la puesta en práctica del reglamento EMAS y de la norma ISO 14001.

A la hora de seleccionar un indicador importa tanto el tipo de información proporcionada como la calidad de la misma y la accesibilidad a los datos. Aunque en la práctica se puede tener distintos indicadores para valorar un mismo factor ambiental.

Actualmente se dispone de distintos sistemas de indicadores que se puede llamar "ambientales" los cuáles pueden ser utilizados para ofrecer información sobre el estado del medio ambiente. Entre ellos cabe destacar a continuación los sistemas de indicadores desarrollados por ciertas organizaciones y entidades.

La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), realiza una clasificación de los indicadores y habla de tres tipos o clases de indicador:

- ? Indicadores de evaluación: reflejan de forma cuantitativa la situación ambiental de los aspectos más relevantes, dentro de un marco analítico de causalidad presión-estado-respuesta.
- ? Indicadores de integración sectorial: ofrecen información sobre la interrelación entre los diversos sectores económicos y el medio ambiente, contribuyendo a la integración de la política ambiental en las políticas sectoriales.
- ? Indicadores de integración económica: informan sobre el coste ambiental asociado a la actividad económica, permitiendo identificar situaciones donde la creación de riqueza va acompañada de una destrucción no contabilizada de la misma, y que por lo tanto da una idea falsa de crecimiento.

La Agencia Europea del Medio Ambiente (AEMA) es otro de los organismos encargados de velar por el estado del medio ambiente a nivel europeo. Es el principal organismo público europeo dedicado a suministrar información oportuna, relevante y fiable tanto a políticos como a ciudadanos, con el fin de apoyar el desarrollo sostenible y de contribuir a conseguir

mejoras significativas y cuantificables del medio ambiente.

NOMBRE DEL INDICADOR	FUENTES DE INFORMACIÓN
Crecimiento de la población	Secretariado de las Naciones Unidas, División de Población del Dpto. De Asuntos Económicos y Sociales
Consumo de energía y PIB	Eurostat
Tendencias del empleo en Europa, Japón y EEUU	Base de datos macroeconómicos anuales (Ameco), DG ECFIN, Comisión Europea
Zona de terrenos edificados	AEM, Corine Land Cover Eurostat
Consumo directo de materiales	Eurostat
Población urbana	Secretariado de las Naciones Unidas, División de Población del Dpto. de Asuntos Económicos y Sociales

Tabla 1. Algunos de los indicadores empleados por la AEMA

El Sistema Español de Indicadores Ambientales se ha desarrollado considerando los distintos sistemas empleados a nivel internacional. Consiste en un sistema de Presión-estado-respuesta estructurado en cuatro grandes áreas: atmósfera, residuos, medio urbano y recursos naturales (esta última subdividida a su vez en otras seis subáreas: biodiversidad, bosques, costas, medio marino, suelo y agua).

La “Guía de Indicadores Medioambientales para la Empresa” [12] clasifica los indicadores ambientales en tres grupos, según describan el impacto medioambiental de una empresa, las actividades de gestión medioambiental o la situación del medio ambiente externo de la empresa. La implantación de un sistema de este tipo no es suficiente en la empresa porque únicamente garantiza que el proceso productivo y la gestión de residuos se llevan a cabo correctamente.

### 3. Análisis del Ciclo de Vida (ACV) y Ecoindicadores

El ACV es una técnica que evalúa el consumo de los recursos y las cargas ambientales asociadas al producto, proceso o actividad. Se cuantifican la energía y los materiales que se utilizan y las emisiones al medio durante todo el ciclo de vida para determinar y evaluar las oportunidades que pudieran mejorar la relación con el medio ambiente.

Para su realización se recurre a bases de datos con indicadores de los aspectos ambientales a los que afectan determinados procesos o materiales. Programas informáticos como SimaPro o GaBi incluyen compilaciones de indicadores de este tipo, elaboradas por sus desarrolladores u obtenidas de bases de datos publicadas por diversas instituciones (BUWAL 250, ETH-ESU 96, IDEMAT 2001, etc).

A nivel nacional se elaboraron y publicaron de 1998 a 2001 una serie de normas (UNE–EN ISO 14040:1998, UNE–EN ISO 14041:1999, UNE–EN ISO 14042:2001 y UNE–EN ISO 14043:2001) cuyo objetivo es armonizar la aplicación de la metodología. Dichas normas han sido sustituidas por otras publicadas en 2006 (tabla 2).

CÓDIGO	TÍTULO
UNE–EN ISO 14040: 2006	Gestión ambiental. Análisis del ciclo de vida. Principios y marco de referencia
UNE–EN ISO 14044: 2006	Gestión ambiental. Análisis del ciclo de vida. Requisitos y directrices

Tabla 2. Normas de Análisis de Ciclo de Vida

Un análisis de ciclo de vida (figura 5) incluye las siguientes fases:

- ? Definición del objetivo y el alcance. La aplicación pretendida, las razones para realizar el estudio y el destinatario previsto.
- ? Análisis de Inventario. La obtención de datos y los procedimientos de cálculo para cuantificar las entradas y salidas relevantes de un sistema del producto.
- ? Evaluación de impacto. Se evalúa la importancia de los potenciales impactos ambientales utilizando los resultados del análisis de inventario de ciclo de vida.
- ? Interpretación de resultados. Conclusiones y recomendaciones para la toma de decisiones, de forma consistente con el objetivo y alcance definidos.

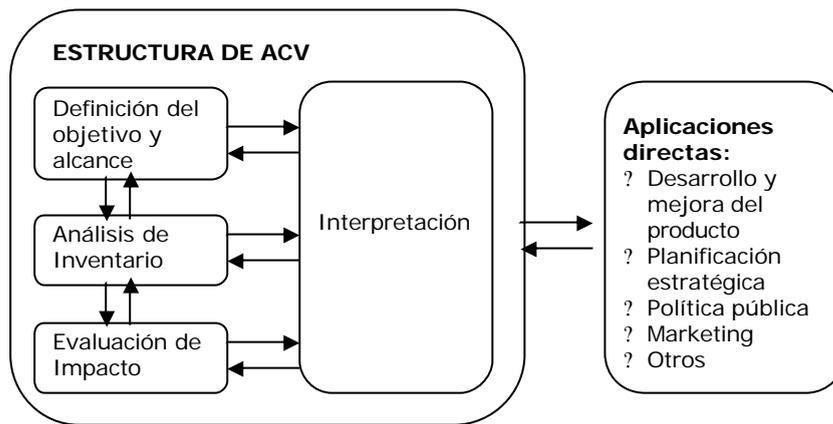


Figura 2. Fases de un análisis de ciclo de vida (ISO 14040, 2006)

El uso de esta herramienta permite reducir los impactos ambientales relacionados con un producto, aunque una comparación de alternativas es más interesante. Si se realiza una evaluación de impacto, a menudo algún indicador de impacto puede favorecer a una alternativa y otro indicador puede favorecer a otra [13].

Algunos autores consideran que el ACV debe utilizarse más como una herramienta de apoyo a la decisión que como única herramienta de decisión [14]. Además, no se puede utilizar en cualquier situación [15] ya que se han detectado algunas debilidades en la metodología en la que se basa el ACV.

El término “Ecoindicador” se utiliza frecuentemente como sinónimo de indicador ambiental. Sin embargo, en el ámbito de la metodología de Análisis de Ciclo de Vida, representa un índice que incorpora información agregada de diferentes aspectos ambientales, bien referido al ciclo de vida completo de un proceso, producto o servicio, bien a alguna de las fases del ciclo de vida.

Por tanto, los Ecoindicadores son herramientas útiles que permiten obtener datos de fácil aplicación cuando se encuentran implementados dentro de un herramienta informática. Éstas suelen tener una base de datos de procesos y materiales (ECO-it, ECOSCAN, etc.) y proporcionan un listado de ecoindicadores.

Existen bases de datos de acuerdo a las particularidades de un determinado sector, región geográfica, extensión u objetivos. Sin embargo, en muchos casos se toman los datos como análogos a otros modelos similares. Por ejemplo, muchos estudios realizados en España hacen uso de bases de datos creadas en Alemania, Países Bajos o Dinamarca.

En ocasiones el usuario tiene necesidad de hacer análisis o evaluaciones ambientales rápidas o no posee formación en ACV. Para este fin se desarrollaron indicadores como el Ecoindicador (versiones 95 y 99) y los Ecopoints 97, que proporcionan valores que,

multiplicados a la magnitud que provoca los impactos (peso del material en kg. energía consumida, en kWh, etc.), entregan datos que permiten valorar el impacto ambiental que se está provocando.

Por otra parte, bs indicadores reflejan los aspectos biológicos, químicos y físicos de las condiciones medioambientales y se han utilizado para caracterizar el estado, e indicar o predecir cambios, identificar agentes de presión o sistemas bajo presión, evaluar riesgos, y la influencia de las acciones de gestión.

Las empresas pueden comunicar sus diferencias a través de distintos medios. Habitualmente, suelen basarse en el uso de una etiqueta diferenciadora (ecoetiqueta), que garantiza que el producto que la lleva tendrá una incidencia medioambiental baja.

#### **4. La necesidad de cuantificar los impactos ambientales asociados a los envases y sus residuos**

El crecimiento constante del sector de envase y embalaje se debe al fuerte aumento de su consumo en todos los ámbitos económicos. Se incrementa y expande su presencia en áreas como alimentación, industria, sector farmacéutico, cosmética, higiene o automoción [10]. Además, el incremento de las operaciones comerciales en todos los sectores, eleva el número de envases y embalajes empleados en las etapas de transporte, distribución y uso, lo cual hace que éstos sean una de las principales causas del aumento de la cantidad de residuos sólidos [10]. En España, se estima que cerca del 30% de los residuos urbanos pueden ser considerados como residuos de envases.

Los residuos de plástico y cartón sufren una serie de procesos tras su vida útil antes de ser tratados. Las etapas de recogida y clasificación de residuos se presentan como claves para realizar el tratamiento de fin de vida adecuado y tecnológicamente viable.

Se han desarrollado diversos métodos de recogida a nivel internacional [13][16] cuyos ejemplos pueden ilustrar otras posibilidades de recogida. En España se utilizan los contenedores de distinto color en función de los residuos que van a contener: contenedor amarillo para material flexible, iglú verde para vidrio, contenedor azul para papel y cartón y contenedor verde para el resto de residuos. Dichos contenedores son destinados a las plantas de clasificación, donde se separan por diversos métodos. Los residuos de plástico, por ejemplo, sufren una serie de procesos tras su vida útil antes de ser tratados. Las etapas de recogida y clasificación, se presentan como claves para realizar un tratamiento de fin de vida adecuado y tecnológicamente viable. A nivel internacional se han desarrollado diferentes métodos de recogida [13][16]. En España la recogida selectiva se realiza mediante contenedores de colores, cuyo contenido es enviado a las plantas de clasificación.

El plástico es separado por densidades [17][18], electrostáticamente por cargas triboeléctricas [19][20], por gravedad [21][22], por separación óptica [23][24] y por separación manual o automática [24]. Tras la obtención de los plásticos homogéneos se realiza el proceso de reciclaje. En el reciclaje mecánico la materia separada y homogénea se introduce en una extrusora para obtener granza que actuará como materia prima en otros procesos [25]. El reciclaje químico implica el uso de mezclas de plásticos como materia prima para procesos químicos [25][26]. Otros procesos como hidrogenación [27], gasificación, craqueo y solvólisis [28] y pirólisis [29] se están estudiando en la actualidad.

Por otro lado, la recogida de información sobre fin de vida de este tipo de productos es compleja ya que en el proceso se ven implicados numerosos actores: gestores de residuos, separadores, transportistas, recicladores, etc. Cada uno de ellos posee una visión reducida de lo que ocurre con los residuos antes de llegar a sus instalaciones o después de haberlas abandonado. Por esta razón, la concepción de un modelo global que explique los fenómenos que ocurren en la gestión de estos residuos resulta de especial interés.

Paralelamente, resulta necesaria una evaluación ambiental competente de los modelos de fin de vida para la toma de decisiones desde el punto de vista tecnológico. En las empresas del sector de envase y embalaje existe una creciente percepción del factor medioambiental como un factor igual de importante que los parámetros tradicionales de funcionalidad, estéticos y económicos. Esta percepción supone además un factor clave para el aumento de la competitividad de las empresas.

Las empresas se ven motivadas a la toma de decisiones con criterios ambientales, pero se encuentran con una falta de información ambiental relativa a sus casos particulares. El uso de resultados de otros sectores puede producir resultados poco fiables, mientras que la elaboración de estudios propios es costosa y puede ser considerada a niveles generales.

Para el desarrollo de nuevas tecnologías hace falta localizar los parámetros críticos que deben ser rediseñados, así como las tecnologías que servirán de base para tales innovaciones. Un correcto estudio de las alternativas disponibles mediante ACV es pertinente a la hora de abordar mejoras desde un punto de vista particular.

## **5. Herramientas de Evaluación de Envases y Embalajes**

Entre los factores que deben considerar los fabricantes para decidir entre un tipo de envase u otro están la seguridad, funcionalidad, calidad y estética. En la actualidad, el criterio ambiental se considera cada vez más.

A la hora de desarrollar metodologías que faciliten la evaluación ambiental de los envases y embalajes son objeto de especial atención principalmente por tres factores:

- ? Complejidad del problema asociado a la generación de residuos de envases y embalajes
- ? Influencia de los envases y embalajes en el logro del desarrollo sostenible empresarial
- ? Desarrollo de políticas medioambientales de envase

Para llevar a cabo esta evaluación ambiental de los envases y embalajes se pueden utilizar diversas herramientas, entre las que destaca el ACV o herramientas de apoyo a la realización de ACV aplicados a estos sistemas, y se han desarrollado normas específicas de aplicación de esta metodología a los mismos:

- ? UNE–CR 12340: 1998. “Envases. Recomendaciones para realizar el análisis de inventario de ciclo de vida de sistemas de envasado”.
- ? UNE–CR 13910: 2001. “Envases y embalajes. Informe sobre los criterios y metodologías para el análisis de ciclo de vida de los envases y embalajes”.
- ? UNE 53969:1997 IN. “Plásticos. Bolsas de basura de polietileno (PE). Análisis del ciclo de vida.”.

Teniendo en cuenta las carencias del ACV, la importancia de su aplicación sobre los envases reside en que permite conocer cuál es el impacto ambiental global asociado a un tipo de envase o embalaje concreto o también como parte integrante del producto [30]. Considerando las restricciones impuestas por la normas, se puede utilizar en comparaciones entre envases, lo que resulta interesante desde el punto de vista empresarial y de la administración. Como ejemplos más recientes se encuentra el estudio comparativo entre cajas de cartón ondulado y plástico [31] o entre distintas alternativas de envase para un mismo producto [32].

Para facilitar el cumplimiento de la legislación vigente relativa a envases y embalajes, se han desarrollado herramientas como la evaluación de conformidad con la Directiva 94/62/CE y

los Planes Empresariales de Prevención de residuos de envases (PEP).

La evaluación de conformidad se basa en las normas derivadas de la Directiva 94/62/CE de envases y residuos de envases y establece los requisitos esenciales que permiten cumplir con los objetivos. Trata la minimización del impacto ambiental derivado de los residuos de envases y la eliminación de los obstáculos al comercio interior de los envases y embalajes que cumplan con ella. Una vez establecidos los requisitos esenciales son los organismos de normalización europeos (CEN, CENELEC) los que deben concretar las soluciones técnicas (normas armonizadas) para lograr estos objetivos.

Los requisitos esenciales a los que hacen referencia dichas normas son la minimización del peso y volumen del envase, evitar o minimizar la presencia de sustancias nocivas y peligrosas y la fabricación de los envases con materiales que permitan su reutilización o valorización. El uso de las normas armonizadas facilita a las empresas el proceso de evaluación de conformidad pero si el agente decidiera no seguir una norma armonizada tiene la obligación de demostrar que sus envases y embalajes cumplen con los requisitos esenciales.

Otro instrumento legislativo son los PEP, que deben ser realizados obligatoriamente por los responsables de la puesta en el mercado de productos envasados o de envases industriales o comerciales que tras su uso generen una cantidad de residuos de envases superior a la que establece el Gobierno o las Comunidades Autónomas.

La Ley 10/1998 de Residuos modifica a la ley 11/1997, y de sus modificaciones destaca la obligatoriedad de realizar PEPs a los responsables de la puesta en el mercado de productos envasados o de envases industriales o comerciales, que tras su uso generen una cantidad de residuos de envases superior a la que se establezca por el Gobierno o, en su caso, por las Comunidades Autónomas.

El Real Decreto 782/1998 regula los PEPs, estableciendo éstos como el principal mecanismo que garantice el cumplimiento efectivo de los objetivos de prevención y reducción fijados en la Ley 11/1997. En dicho Real Decreto se establecen las cantidades umbral a partir de las cuales, los envasadores que, a lo largo de un año natural pongan en el mercado una cantidad de productos envasados y, en su caso, de envases industriales o comerciales, que sean susceptibles de generar residuos de envases en cuantía superior a la indicada en la tabla 3.

<b>Material</b>	<b>t. utilizadas/año</b>
VIDRIO	250
ACERO	50
ALUMINIO	30
PLÁSTICO	21
MADERA	16
CARTÓN O MATERIALES COMPUESTOS	14
<b>Si se trata de varios materiales y cada uno de ellos no supera de forma individual las anteriores cantidades</b>	<b>350</b>

Tabla 3. Objetivos de Prevención y Reducción a cumplir por los PEPs

La estructura de un PEP se basa en: Datos Generales de la empresa. Sector de actividad; Descripción cualitativa de los envases bajo el ámbito de aplicación del Plan; Descripción cuantitativa de los envases y embalaje utilizados por la empresa; Medidas de prevención adoptadas por la empresa con anterioridad a la redacción del Plan Empresarial de

Prevención Residuos de Envases; Limitaciones a la prevención de la empresa; Medidas de prevención<sup>1</sup> previstas; Objetivos de prevención (Cuantificación de los objetivos de reducción, Evolución del Kr/Kp); Seguimiento y control del Plan de Prevención (Tabla 4).

INDICADORES CUANTITATIVOS*	INDICADORES CUALITATIVOS*
a) El aumento de la proporción de la cantidad de envases reutilizables en relación a la cantidad de envases de un solo uso, salvo que un ACV demuestre que el impacto ambiental de la reutilización de dichos envases es superior al del reciclado u otra forma de valorización	b) El aumento de la proporción de la cantidad de envases reciclables en relación a la cantidad de envases no reciclables
c) La mejora de las propiedades físicas y de las características de los envases que les permitan bien soportar mayor número de rotaciones, en caso de reutilización en condiciones de uso normalmente previsibles, o bien mejorar sus condiciones de reciclaje	d) La mejora de las propiedades físicas y de la composición química de los envases de cara a reducir la nocividad y peligrosidad de los materiales contenidos en ellos y a minimizar los impactos ambientales de las operaciones de gestión de residuos a que den lugar.
e) La disminución en peso del material empleado por unidad de envase, especialmente en los de un solo uso	i) La utilización de envases cuyas propiedades físicas o características de diseño, fabricación o comercialización, aumenten las posibilidades de valorización, incluido el reciclaje
f) La reducción, respecto del año precedente, del peso total de los envases de cada material puestos en el mercado, especialmente los de un solo uso, conforme a la relación Kr/Kp, siendo Kr la cantidad total, en peso, de los residuos de envases generados en un año, y Kp la cantidad total en peso de productos envasados consumidos ese mismo año	j) La incorporación de materias primas secundarias, procedentes del reciclaje de residuos de envases, en la fabricación de nuevos envases hasta los porcentajes técnica y económicamente viables, y que al mismo tiempo, permitan cumplir los requisitos básicos sobre la composición y naturaleza de los envases reutilizables y valorizables, incluidos los reciclables, establecidos en el Reglamento
g) La no utilización de envases superfluos y de envases de un tamaño o peso superior al promedio estadístico de otros envases similares	
h) La utilización de envases cuya relación entre el continente y el contenido, en peso sea más favorable que la media	

\* Las viñetas corresponden a las indicadas en el RD782/1998

Tabla 4. Indicadores cuantitativos y cualitativos de un PEP [33]

<sup>1</sup> Se entiende como medida de prevención toda medida, acción, modificación que se haya llevado a cabo o se tenga previsto realizar en la empresa, que signifique un ahorro o una mejora cualitativa en el material de envase que la empresa pone en el mercado nacional.

## 7. Conclusiones

La selección o definición de indicadores de eficiencia económica y ambiental de la gestión de residuos tiene por objeto mejorar aquellos aspectos relacionados con la tecnología y la prevención. Para esto, se ha de tener en cuenta el concepto de Desarrollo Sostenible y sus dimensiones económica, social y medioambiental, a jerarquizar en función de las prioridades basadas en indicadores o resultados cuantificables del comportamiento actual del sistema evaluado.

Para dicha evaluación o clasificación se dispone de indicadores, índices, Análisis de Ciclo de Vida y los ecoindicadores.

La importancia de las funciones de los envases y embalajes (seguridad, funcionalidad, estética, etc.) hacen de este un protagonista en el mercado global, dentro de los cuales se deben tratar: la complejidad del problema asociado a la generación de residuos de envases y embalajes, la influencia de los envases en el logro del desarrollo sostenible empresarial y el desarrollo de políticas medioambientales del envase.

Se debe tener en cuenta las herramientas de evaluación de cumplimiento de los objetivos planteados por las normativas de envases y embalajes. Las herramientas de evaluación usan como criterios fundamentales la prevención, reutilización, reciclaje y otras formas de valorización (incineración con recuperación energética, compostaje, etc.). Por otra parte los Planes Empresariales de Prevención (PEP) obligan a los productores a hacerse cargo de los residuos generados por los productos que ponen en el mercado, estableciendo objetivos cada vez más ambiciosos.

## Referencias

- [1] Brundtland, G.H., 1987. Nuestro Futuro Común. Alianza Editorial. Madrid.
- [2] Fiksel, J., 2001. Measuring sustainability in Ecodesign, en Charter, M. & Tischner, U. (eds.) en Sustainable Solutions. Developing Products and services for the Future, Greenleaf Publishing Limited, Sheffield.
- [3] Gallopin, G., 1997. Indicators and their use: information for decision making, en Moldan, B. & Billharz, S. (eds.) Sustainability Indicators: Report of the Project on Indicators Sustainable Development, John Wiley and Sons Ltd.
- [4] WRI (World Resources Institute), 1995. Environmental indicators- A Systematic Approach to Measuring and Reporting on Environmental Policy Performance in the Context of Sustainable Development. WRI. Washington D.C.
- [5] UNEP (United Environmental Programme), 1995. The Role of Indicators in Decision-Making, Workshop on Indicators of Sustainable Development for Decision- Making, Ghent
- [6] Veleva, V. & Ellenbecker, M., 2001. Indicators of sustainable production: framework and methodology. Journal of Cleaner Production. Vol. 9, pp. 519-549
- [7] LCSP (Lowell Center for Sustainable Production), 1998 Sustainable Production: A working definition. Informal Meeting of the Committee Memebers.
- [8] UNDP (United Nations Development Programme), 1995. Human Development Report. Oxford Univesrity Press, New York
- [9] RIVM (Dutch National Institute for Public Health and the Environment), 1994. Global Change and Sustainable Development: A perspective for the Next Decade. RIVM. Bilthoven
- [10] Nelson, T., 2003. Libro blanco del envase y embalaje. Editorial HISPACK-Fira de Barcelona

- [11] Rieradevall, J., Doménech, X., Bala, A., Gazulla, C., 2000. *Ecodiseño de envases. El sector de la comida rápida*. ELISAVA Edicions. Barcelona
- [12] IHOBE (Sociedad Pública de Gestión Ambiental del Gobierno Vasco), 1999. *Guía de indicadores medioambientales para la empresa*. IHOBE. Bilbao.
- [13] Dodis, C., Ktis, K., Panagiotakopoulos, D., Aivaliotis, V., 2003. The impact of source separation on the cost of municipal solid waste management systems. *Proceeding of the 8th International conference on the environmental science and technology*. Vol A, oral presentation: 162-169.
- [14] EUROPEN. *Essential Requirements for Packaging in Europe. A Practical Guide to Using the CEN Standards*. Octubre. Bruselas. 2005.
- [15] Sonneveld, K. *The role of life cycle assessment as a decision support tool for packaging*. *Packaging Technology and Science* 13 Pp. 55-61. 2000.
- [16] Petersen C.H.M., Berg PEO, 2004. Use of recycling stations i Borlange, Sweden – volume weights and attitudes. *Waste Management* 24 (9): 911-918
- [17] Agante E, Rodrigues I, Carvalho T, 2006. Separation of pet from PVC by column flotation. *Sohn International Symposium Advanced Processing Of Metals And Materials, Vol 6 - New, Improved And Existing Technologies: Aqueous And Electrochemical Processing* : 331-340.
- [18] Hu, X.H., Calo, J.M., 2006. Plastic particle separation via liquid-fluidized bed classification. *Aiche Journal* 52 (4): 1333-1342
- [19] Dodbiba, G., Shibayama, A., Sadaki J., Fujita, T., 2003. Combination of triboelectrostatic separation and air tabling for sorting plastics from a multi-component plastic mixture. *Materials Transactions* 44 (12): 2427-2435.
- [20] Hearn, G.L., Ballard, J.R., 2005. The use of electrostatic techniques for the identification and sorting of waste packaging materials”, *Resources, Conservation and Recycling* 44 (1): 91-98 AP.
- [21] Choi, W.Z., Yoo, J.M., Park, E.K., 2006. Separation of individual plastics from mixtures by gravity separation processes. *Sohn International Symposium Advanced Processing of Metals And Materials, Vol 5 - New, Improved And Existing Technologies: Iron And Steel And Recycling And Waste Treatment*: 459-468.
- [22] Huh, D., Bahng, J. H., Ling, Y., Wei, H. H.; Kripfgans, O., Fowlkes, J. B., Grotberg, J. B., Takayama, S., 2007. Gravity-driven microfluidic particle sorting device with hydrodynamic separation amplification. *Anal Chem* 79 (4): 1369-76.
- [23] Ahmad S.R., 2004. A new technology for automatic identification and sorting of plastics for recycling. *Environmental Technology* 25 (10): 1143-1149
- [24] Kulcke, A., Gurschler, C., Spock, G., Leitner, R., Kraft, M., 2003. On-line classification of synthetic polymers using near infrared spectral imaging. *Journal of Near Infrared Spectroscopy* 11 (1): 71-81.
- [25] Brandrup, M., 1996. *Recycling and recovery of plastics*. Ed. Hansen
- [26] Sasse, F., Emig, G., 1998 “Review. Chemical Recycling of Polymer Materials”, *Chem. Eng. Technol.* Vol 21-10
- [27] Vasile C, Brebu MA, Karayildirim T, Yanik J, Darie H, 2007. Feedstock recycling from plastics and thermosets fractions of used computers. II. Pyrolysis oil upgrading. *Fuel* 86 (4): 477-485
- [28] Fisher, M.M., 2006. Feedstock recycling technologies in the sustainable recycling of

plastics from end-of-life electrical and electronic products. Proceedings of the 2006 IEEE International Symposium On Electronics & The Environment, Conference Record: 292-297.

[29] Lee, K.H., Shin, D.H., Jeon, S.G., Kim, K.H., Roh, N.S., 2006. Pyrolysis of mixed plastic wastes into alternative fuel oil- Pyrolysis process (300 & 3,000 ton/yr) developed at Korea Institute of Energy Research”, Sohn International Symposium Advanced Processing of Metals and Materials, Vol 5 - New, Improved And Existing Technologies: Iron And Steel And Recycling and Waste Treatment : 393-402.

[30] Keoleian, G.; Phipps, A.; Dritz, T.; Brachfeld, D. *Life cycle environmental performance and improvement of a yogurt product delivery system*. Packaging Technology and Science: 17 Pp. 85-103. 2004.

[31] Vivancos, J.L.; Hortal, M.; Gómez, T.; Navarro, P.; Bastante, M.J.; Collado, D.; Capuz, S.; Aucejo S. *Estudio de las características ambientales y económicas de los envases de cartón ondulado con respecto a los envases reutilizables de plástico utilizados en el transporte a larga distancia de productos hortofrutícolas*. Ed. ITENE ISBN: 84-921255-2-7. Noviembre. Valencia. 2005.

[32] Monte, M.; Padoano, E.; Pozzeto, D. *Alternative coffee packaging: an analysis from a life cycle point of view*. Journal of Food Engineering 66 (4) Pp. 405-411. 2005.

[33] Zabaleta, J.; Sanchez, C.; Aucejo, S.; Vives, J.M. *Guía Metodológica para la elaboración de Planes Empresariales de Prevención de Residuos de envases (PEP)*. Ed. ITENE. Valencia. ISBN: 84-688-1547-0. 2003.

## Agradecimientos

Los resultados que se presentan en este artículo son parte del trabajo realizado en el proyecto “Identificación y estudio de los parámetros críticos en las tecnologías disponibles de gestión de residuos de envases plásticos y de cartón, procedentes de la distribución alimenticia, a través de indicadores ambientales - ECOWASTECH”, financiado por el Ministerio de Medio Ambiente dentro de la Convocatoria de Proyectos de I+D+i de 2007.

## Correspondencia (Para más información contacte con):

Bélgica Pacheco Blanco

Universidad Politécnica de Valencia. Departamento de Proyectos de Ingeniería. Grupo ID&EA  
Camino de Vera s/n. 46022. Valencia, Spain.

Phone: +34 96 387 007 (ext. 75688)

E-mail: [bpacbla@dpi.upv.es](mailto:bpacbla@dpi.upv.es)

URL : <http://www.dpi.upv.es/id&ea/>