



**MANUAL DE ECODISEÑO
DE ENVASES PARA LA
INDUSTRIA QUÍMICA**

Ecodiseño

QOSP COLOMBIA- PROGRAMA DE CALIDAD PARA LA CADENA DE QUÍMICOS

El GQSP Colombia - Programa de Calidad para la Cadena de Químicos, proyecto país del Global Quality and Standards Programme (GQSP), implementado por la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI) y financiado por el Programa de Cooperación Económica y Desarrollo de la Embajada de Suiza (SECO) y el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo a través de Colombia Productiva, ha desarrollado este documento como una herramienta en el marco de su estrategia para mejorar la capacidad de las empresas de la cadena de químicos para cumplir requisitos técnicos y de sostenibilidad.

Este manual, se ha preparado bajo la dirección del equipo implementador del GQSP Colombia, liderado por Juan Pablo Díaz-Castillo, Gerente de Proyecto y Oficial de Desarrollo Industrial del Departamento de Digitalización, Tecnología e Innovación de la Onudi y Helen Jhoana Mier Giraldo, Asesora Técnica jefe del GQSP Colombia; y del Instituto de Capacitación e Investigación del Plástico y Caucho - ICIPC a cargo de Iván Darío Lopez Gómez, Director Técnico y Científico.

El equipo del programa extiende sus sinceros agradecimientos a sus contrapartes, así como a los equipos del GQSP Colombia y del ICIPC por sus contribuciones.

Manual de Ecodiseño de envases para la industria química

GQSP Colombia - Programa de Calidad para la Cadena de Químicos

Juan Pablo Díaz-Castillo
Gerente de Proyecto y Oficial de
Desarrollo Industrial de la ONUDI

Helen Jhoana Mier Giraldo
Coordinadora Técnica Nacional

Instituto de Capacitación e Investigación del Plástico y del Caucho (ICIPC)

Iván Darío López Gómez
Director Técnico y Científico

Edición y redacción

Iván Darío López Gómez
Director Técnico Y Científico - ICIPC

Alexander Hernandez Muñoz
Investigador Consultor Senior - ICIPC

Catalina María Alvarez Ramírez
Investigadora Consultora Asociada - ICIPC

Alejandro Serna Escobar
Investigador Consultor Asociado - ICIPC

Silvio Alberto Ospina Salgado
Investigador Consultor Asociado - ICIPC

Revisión

Claudia Camargo Gómez
Consultora Nacional de Calidad - GQSP Colombia

Fanny Hernández Pérez
Analista de Soporte para Desarrollo
Empresarial - GQSP Colombia

Diagramación

Agencia Central

ISBN

978-958-53760-3-8

**Para mayor información y
solicitud de copias, contacte a:**

Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial - ONUDI, Colombia
Calle 115 No. 5-50, Bogotá / Tel: +57 1 477 98 88/ www.gqspcolombia.org / 2021

TABLA DE CONTENIDO



PRESENTACIÓN Y ESTRUCTURA DEL MANUAL DE ECODISEÑO



INTRODUCCIÓN Y DEFINICIONES	17
1.1. Introducción	17
1.2. Definiciones	18
1.2.1. Aspecto ambiental	18
1.2.2. Impacto ambiental	18
1.2.3. Análisis de ciclo de vida (ACV)	19
1.2.4. Envase primario o envase de venta	19
1.2.5. Envase secundario	19
1.2.6. Envase terciario	19
1.2.7. Responsabilidad extendida al productor (REP)	19
1.3. Análisis de Ciclo de Vida (ACV)	20
1.3.1. Definición de alcance y objetivos	22
1.3.2. Inventario de análisis de ciclo de vida	22
1.3.3. Evaluación de los impactos ambientales	22
1.3.4. Interpretación de resultados	24
1.3.5. Ejemplo de análisis de ciclo de vida	25
1.4. Jerarquía de disposición de residuos	26
1.4.1. Prevenir	27
1.4.2. Reusar	27
1.4.3. Reciclado upcycling y downcycling	28
1.4.4. Reciclado químico y generación de combustibles	29
1.4.5. Compostar	29
1.4.6. Reciclado energético (incineración)	29
1.4.7. Vertedero	29



METODOLOGÍA Y BUENAS PRÁCTICAS PARA UN BUEN DISEÑO DE EMPAQUES	33
2.1. Etapas del ciclo de vida del producto	34
2.1.1. Materias prima	34
2.1.2. Diseño	36
2.1.3. Producción	38
2.1.4. Distribución	40
2.1.5. Uso	42
2.1.6. Mantenimiento	43
2.1.7. Disposición	45
2.2. Metodología de Ecodiseño	46
2.2.1. Iniciar	46
2.2.2. Conocer	47
2.2.3. Evaluar	47
2.2.4. Idear	47
2.2.5. Resolver	47
2.2.6. Concretar	47
2.2.7. Verificar	47
2.3. Sellos de ecodiseño para empaques plásticos - referenciación internacional	48
2.4. Sello de ecodiseño ofrecido por el ICIPC	52
Sello de ecodiseño - ICIPC	



ESTRATEGIAS DE ECODISEÑO RELEVANTES PARA LOS DIFERENTES ACTORES DE LA CADENA DE VALOR QUE APOYAN EL CIERRE DE CICLO	59
3.1. Empaques del sector de pinturas arquitectónicas	62
3.1.1. Estrategias para un diseño de empaque eficiente	63
3.1.2. Estrategias para la selección de materias primas sostenibles	65
3.1.3. Estrategias para una fabricación y envasado optimizado	66
3.1.4. Estrategias para una logística eficiente	67
3.1.5. Estrategias para optimizar el fin de vida del envase	68
3.1.6. Conclusiones y retos en la implementación de ecodiseño	68
3.2. Empaques del sector agroindustrial (sacos tejidos)	68
3.2.1. Estrategias para un diseño de empaque eficiente	69
3.2.2. Estrategias para la selección de materias primas sostenibles	70
3.2.3. Estrategias para una fabricación y envasado optimizado	71
3.2.4. Estrategias para una logística eficiente	71
3.2.5. Estrategias para optimizar el fin de vida del envase	71
3.2.6. Conclusiones y retos en la implementación de ecodiseño	72
3.3. Empaques de aseo y limpieza industrial, institucional y hogar, y de productos cosméticos de aseo y cuidado personal	72
3.3.1. Estrategias para un diseño de envase eficiente	72



3.3.2. Estrategias para la selección de materias primas sostenibles	76
3.3.3. Estrategias para una fabricación y envasado optimizado	77
3.3.4. Estrategias para una logística eficiente	79
3.3.5. Estrategias para optimizar el fin de vida del envase	79
3.3.6. Conclusiones y retos en la implementación de ecodiseño	80
3.4. Empaques del sector de aceites y lubricantes	81
3.4.1. Estrategias para un diseño de envase eficiente	81
3.4.2. Estrategias para la selección de materias primas sostenibles	83
3.4.3. Estrategias para una fabricación y envasado optimizado	84
3.4.4. Estrategias para una logística inversa eficiente	84
3.4.5. Estrategias para optimizar el fin de vida del envase	85
3.4.6. Conclusiones y retos en la implementación de ecodiseño	85
3.5. Consideraciones complementarias: empaques secundario y terciario	86

CAPÍ-
cuatro
TULO



CASOS PRÁCTICOS	91
4.1. Ejemplos empaques del sector de pinturas arquitectónicas	91
4.1.1. Disminución en la utilización de material de empaque	91
4.1.2. Reutilización y reincorporación de material reciclado	92
4.2. Ejemplos empaques del sector agroindustrial (sacos de pp)	93
4.2.1. Disminución en la utilización de material de empaque.	93
4.2.2. Reutilización y reincorporación de material reciclado dentro de sacos de polipropileno	94
4.3. Ejemplos empaques del sector de aseo y limpieza industrial, institucional y hogar.	96
4.3.1. Reducción de peso de los envases	96
4.3.2. Optimización del uso del producto	97
4.3.3. Selección de materiales sostenibles	99
4.4. Empaques de productos cosméticos de aseo y cuidado personal	100
4.4.1. Reducción de peso de los envases	100
4.4.2. Optimización del uso del producto	101
4.4.3. Selección de materiales sostenibles	102
4.5. Empaques del sector de aceites y lubricantes	103
4.5.1. Incorporación de material reciclado en envases	103
4.5.2. Diseño de empaques reutilizables	104
4.5.3. Cambio de color del envase	105

BIBLIOGRAFÍA	106
---------------------	------------



MANUAL DE ECODISEÑO

1

Presentación y estructura: El Manual de Ecodiseño de envases para la industria química, tiene como objetivo orientar a los distintos agentes de la cadena de valor sobre cómo aplicar el ecodiseño a sus envases, teniendo en consideración diversos criterios que buscan la satisfacción de los requerimientos de los productos envasados, así como las demandas tanto estética como funcional de los consumidores y al mismo tiempo busca minimizar el impacto ambiental durante el ciclo de vida del envase. El manual se encuentra estructurado en 4 partes principales:



En la primera parte se introducirá la importancia del Ecodiseño y se abordarán algunas definiciones o conceptos alrededor del mismo, tales como Análisis de Ciclo de Vida y los aspectos ambientales que implica; la Responsabilidad Extendida del Productor y la jerarquía de disposición de residuos.

2



La segunda parte contempla las etapas del Análisis de Ciclo de Vida de un producto, seguidas de una metodología paso a paso de la aplicación de ecodiseño, finalmente se exponen los diversos sellos de ecodiseño disponibles a nivel Internacional y el sello ofrecido por el Instituto de Capacitación e Investigación del Plástico y del Caucho ICIPC.

En la tercera parte se presentan las estrategias de ecodiseño para los diferentes actores de la cadena de valor en cada uno de los cinco sectores que han sido priorizados: *Pinturas arquitectónicas, Sacos tejidos para uso agroindustrial, Aseo y limpieza del Hogar, Institucional e Industrial, Productos cosméticos de aseo y cuidado personal y finalmente Aceites y lubricantes del sector automotriz.* Aquí se presentarán una serie de pautas y ejemplos gráficos que ayudarán a diseñar un mejor envase.



3



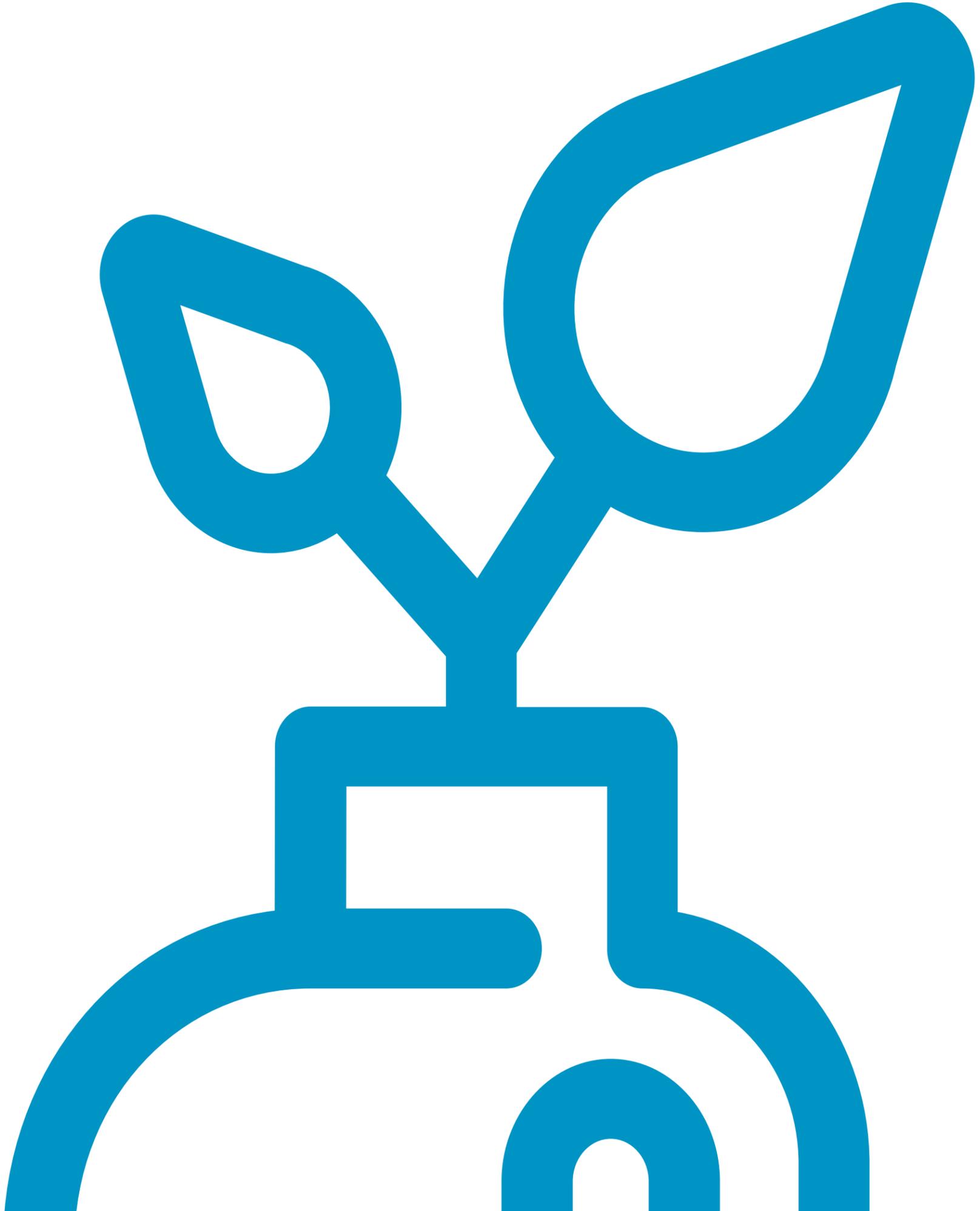
Y la cuarta y última parte contempla algunos ejemplos de casos prácticos de ecodiseño de empaques aplicados a los sectores de interés del sector químico.

4

El manual sirve de guía y referencia para apoyar los procesos de diseño de envases plásticos, buscando aportar a la obtención de productos más sostenibles.

CAPÍ-
uno
TULO





Introducción y definiciones

1.1 Introducción

A pesar de la reciente introducción del concepto de ecodiseño, este ha ido evolucionando, hasta el punto en que actualmente es considerado una metodología.

De acuerdo con la Norma ISO 14006: “Sistemas de gestión ambiental. Directrices para la incorporación del ecodiseño”, la cual tiene como objetivo principal la mejora ambiental enfocada a los productos y servicios de diseño ecológico, se define el ecodiseño como la “integración de aspectos ambientales en el diseño y desarrollo del producto con el objetivo de reducir los impactos ambientales adversos a lo largo del ciclo de vida de un producto”[1].

Así, los impactos ambientales totales que genera un producto van a ser los producidos a lo largo de todo su ciclo de vida y están relacionados entre otros aspectos con los consumos elevados de materias, energía y agua, el consumo energético del propio producto durante su uso, las emisiones directas o indirectas a la atmósfera o al agua, etc. Como consecuencia de estos aspectos se produce entre otros impactos el agotamiento de recursos naturales, la disminución de calidad ambiental, el efecto invernadero o la eutrofización del medio.

Según la Agencia Federal de Medio Ambiente, la importancia del ecodiseño radica en que la mayoría de los impactos ambientales de un producto quedan definidos desde el momento que la idea es concebida, ya que se estima que más del 80% de los impactos ambientales que tendrá cualquier producto durante todas las fases de su vida, están prefijados desde su etapa de diseño.

1.2. Definiciones

1.2.1. Aspecto ambiental

Se define como: *elemento de las actividades, productos o servicios de una organización, que puede interactuar con el medio ambiente.* Acorde a la Norma UNE-EN ISO 14040[2].

Así pues, los productos pueden generar los siguientes aspectos ambientales:

- ▶ Consumo de materiales
- ▶ Utilización de sustancias tóxicas
- ▶ Consumo de agua y energía
- ▶ Emisiones atmosféricas
- ▶ Vertidos líquidos
- ▶ Residuos
- ▶ Contaminación del suelo
- ▶ Ruido
- ▶ Olores

Se puede decir entonces que el aspecto ambiental hace referencia a aquellos elementos derivados del producto (entradas y salidas) asociados con el medio ambiente: la identificación y evaluación de estos aspectos ambientales a lo largo de todo el ciclo de vida del producto, nos va a aportar una visión completa de su interacción con el medio ambiente.

1.2.2. Impacto ambiental

La Norma UNE-EN ISO 14001 lo define como *cualquier cambio en el medio ambiente, ya sea adverso o beneficioso, como resultado total o parcial de los aspectos ambientales de una organización [3].*

Por lo tanto, el impacto ambiental de un producto es cualquier cambio en el medio ambiente resultante de los diferentes aspectos ambientales del mismo. El objetivo de la identificación de los aspectos ambientales es minimizar los impactos ambientales negativos asociados al producto. Algunos de los impactos ambientales generados por los productos son:

- ▶ Agotamiento de recursos naturales
- ▶ Efecto Invernadero
- ▶ Contaminación del agua y el suelo
- ▶ Lluvia ácida

1.2.3. Análisis de ciclo de vida (ACV)

Es la recopilación y evaluación de las entradas, las salidas y los impactos ambientales potenciales de un sistema del producto a través de su Ciclo de Vida. (Norma UNE-EN ISO 14040).

1.2.4. Envase primario o envase de venta

De acuerdo con la Directiva 94/62/CE de la UE [4], es *“todo envase diseñado para constituir en el punto de venta una unidad de venta destinada al consumidor o usuario final”*. Este envase es el que contiene, guarda y protege el producto. Está en contacto directo con el artículo y sirve para mantenerlo en condiciones óptimas, además define la unidad de consumo más pequeña, facilitando la venta unitaria del producto.

1.2.5. Envase secundario

Según la Directiva 94/62/CE de la UE [4], se define como *“todo envase diseñado para constituir en el punto de venta una agrupación de un número determinado de unidades de venta, tanto si va a ser vendido como tal al usuario o consumidor final, como si se utiliza únicamente como medio para reaprovisionar los anaqueles en el punto de venta; puede separarse del producto sin afectar a las características del mismo”*. Estos envases añaden una mayor protección y facilitan la comercialización del producto a una mayor escala.

1.2.6. Envase terciario

La Directiva 94/62/CE de la UE [4], establece que es *“todo envase diseñado para facilitar la manipulación y el transporte de varias unidades de venta o de varios envases colectivos con objeto de evitar su manipulación física y los daños inherentes al transporte”*. Este tipo de envase reúne los envases primarios y secundarios para así crear una unidad de carga mayor.

1.2.7. Responsabilidad extendida al productor (REP)

La responsabilidad extendida al productor es un instrumento que obliga a quienes ponen productos en el mercado, a organizar, desarrollar y financiar la gestión integral de los residuos derivados de dichos productos. En el caso colombiano, la Responsabilidad Extendida del Productor para Envases y Empaques se definió mediante la Resolución 1407 de 2018. Este documento obliga a los dueños de marca, identificados

como productores, a formular e implementar un plan de gestión de los residuos de empaques, estableciendo metas de aprovechamiento que se incrementan en el tiempo. Como métrica alternativa, considera otros criterios en el seguimiento de metas, como la cobertura geográfica, la inversión en investigación, el ecodiseño y los programas de sensibilización de cultura ciudadana. Se resaltan los siguientes criterios tenidos en cuenta dentro de la métrica alternativa:

- ▶ El uso de materiales reciclables o compostables
- ▶ El uso de materiales procedentes de recursos naturales renovables
- ▶ Disminución del peso de los empaques puestos en el mercado
- ▶ Desarrollo de empaques monomateriales reciclables o compostables
- ▶ Otras condiciones que demuestren un beneficio ambiental medible

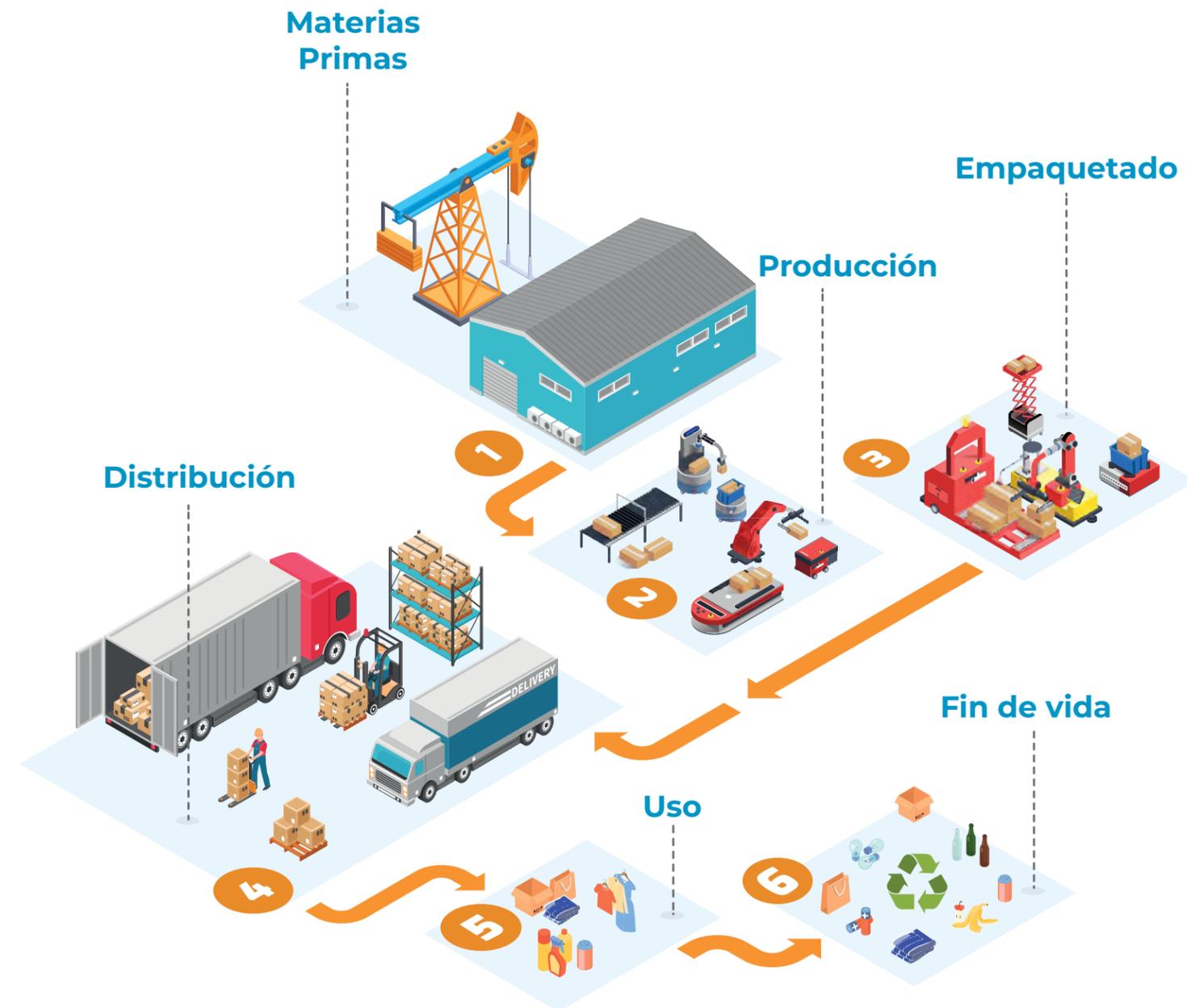
1.3. Análisis de Ciclo de Vida (ACV)

El análisis de ciclo de vida (ACV o LCA por sus siglas en inglés Life Cycle Assessment) es una herramienta que sirve para calcular de manera cuantitativa los impactos ambientales de un producto, proceso o sistema, a lo largo de un ciclo de vida delimitado previamente.

Esta herramienta ha sido utilizada desde 1969 para determinar cuál estrategia de envasado supone un menor consumo de recursos y una menor cantidad de emisiones en empresas como Coca-Cola. A partir de ahí, la herramienta cuenta con una metodología claramente definida dentro de una norma ISO, desarrollada en el año 1993. La norma ISO 14040 "Análisis del Ciclo de Vida, Principios y marco de referencia", define un LCA como: "...una técnica para evaluar los aspectos y los impactos ambientales potenciales asociados con un producto, mediante: la recopilación en un inventario de las entradas y salidas pertinentes de un sistema producto; la evaluación de los impactos ambientales potenciales asociados con esas entradas y salidas y la interpretación de los resultados de las fases de análisis del inventario y de evaluación del impacto con relación a los objetivos del estudio".

El ACV resulta clave en los procesos de ecodiseño ya que nos ayuda a conocer cuáles van a ser los aspectos ambientales y en qué etapas se evidencian. Esta información detallada muestra los aspectos más críticos y las debilidades ambientales del producto a lo largo de toda su historia, "de la cuna a la tumba". El ACV tiene el fin de evaluar el impacto potencial sobre el ambiente de un producto, proceso o actividad a lo largo de todo su ciclo de vida mediante la cuantificación del uso de recursos ("entradas"

como energía, materias primas, agua) y emisiones ambientales ("salidas" al aire, agua y suelo) asociados con el sistema que se está evaluando, como se observa en la **figura 1**



▲ **Figura 1:**
Ciclo de vida
de un producto

De esta manera, se crea el perfil ambiental del producto en sus primeras etapas y se establecen las prioridades ambientales a tener en cuenta con el objetivo de eliminar, minimizar o compensar impactos adversos.

La metodología de análisis de ciclo de vida (ACV) es ampliamente aceptada por la comunidad científica para comparar el impacto ambiental de productos, procesos o servicios. De hecho, la Comisión Europea, en su Comunicación sobre la Política integrada de Productos concluyó que las evaluaciones del ciclo de vida proporcionan el mejor marco para evaluar los posibles impactos ambientales de los productos actualmente disponibles en el mercado.

Las principales fases que deben ser ejecutadas dentro de un análisis de ciclo de vida son:

1.3.1. Definición de alcance y objetivos

En esta fase se define el objetivo del estudio que permitirá tomar decisiones acerca del alcance, las suposiciones y los límites del sistema a analizar. En esta fase también se definen la unidad funcional (unidad de comparación entre diferentes alternativas) y los límites del sistema (actividad que permite definir la información requerida para realizar el ACV).

1.3.2. Inventario de análisis de ciclo de vida

En esta fase, todos los procesos y flujos definidos en el alcance del estudio, se caracterizan teniendo en cuenta las entradas y salidas de energía y masa relacionadas con la unidad funcional. La fiabilidad del estudio se encuentra directamente relacionada con la calidad de los datos recopilados en este proceso. Esta fase también se conoce como LCI, Inventario de ciclo de vida o Inventario Ambiental.

1.3.3. Evaluación de los impactos ambientales

En esta fase se calculan los impactos ambientales para cada elemento de flujo del inventario del ciclo de vida (LCI). Esta etapa también se presenta con frecuencia como Evaluación del impacto del ciclo de vida (LCIA), los impactos ambientales también son conocidos como **ecoindicadores ambientales**.

La norma ISO/TR14047:2012 sugiere evaluar 8 categorías de impacto, sin embargo, la mayoría de los estudios no cumplen con esta sugerencia. La categoría de impacto más común en los estudios de LCA es el potencial de calentamiento global (GWP), sin embargo, una gran cantidad de estudios también incluyen: potencial de acidificación, potencial de eutrofización, potencial de toxicidad humana, agotamiento del ozono y

oxidación fotoquímica. Otra categoría de uso frecuente cuando se desea comparar los polímeros fósiles y los polímeros de fuentes renovables es el uso del suelo.

A continuación se presenta la definición de los principales impactos que pueden ser evaluados

- ◆ **Acidificación:** es el proceso que reduce el pH de los ecosistemas debido a los efectos acidificantes de la emisión de gases como el dióxido de sulfuro, el amoníaco y los óxidos nitrosos que produce daños a la calidad de los ecosistemas y disminución de la biodiversidad. Es medido en kg de dióxido de sulfuro equivalente.
- ◆ **Cambio Climático:** el cambio climático se puede definir como el aumento en la temperatura global causado por el efecto invernadero que crea la liberación de "gases de efecto invernadero" por la actividad humana. Dicho aumento causa perturbaciones climáticas, desertificación, aumento del nivel del mar y propagación de enfermedades. El modelo de caracterización es desarrollado por el Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC por su sigla en inglés). Puede tener diferentes horizontes temporales, siendo los 100 años (GWP100) el más usado. Es medido en kg de dióxido de carbono equivalente.
- ◆ **Agotamiento de los recursos abióticos:** en general se refiere al consumo de recursos no renovables como combustibles fósiles, minerales, agua, metales, etc. Dependiendo del modelo es medido en Kg de antimonio equivalente, Kg de minerales, MJ de combustibles fósiles, m³ de consumo de agua.
- ◆ **Eco toxicidad:** puede ser analizado en tres frentes específicos, ecosistemas acuáticos de agua dulce, ecosistemas marinos y ecosistemas terrestres. Los potenciales de eco toxicidad se calculan con el modelo de toxicidad de la Unión Europea. Esto proporciona un método para describir el destino, la exposición y los efectos de las sustancias tóxicas en el medio ambiente. Es medido en kg equivalente de 1,4-diclorobenceno (1,4-DB).
- ◆ **Eutrofización:** la eutrofización es la acumulación de una concentración de nutrientes químicos en un ecosistema que provoca un crecimiento excesivo de las plantas, lo que provoca reducciones en la calidad del agua y las poblaciones de animales. Es causada por emisiones de amoníaco, nitratos, óxidos de nitrógeno y fósforo en el aire o el agua. Es medido

en kg equivalentes de fosfato (PO_4^{3-}) o en kg de Nitrógeno equivalente.

- ◆ **Toxicidad humana:** refleja el daño potencial de un producto o sistema de liberar sustancias químicas en el medio ambiente, y se basa tanto en la toxicidad inherente de un compuesto como en su dosis potencial. Estos subproductos, principalmente arsénico, dicromato de sodio y fluoruro de hidrógeno, son causados, en su mayor parte, por la producción de electricidad a partir de fuentes fósiles. Estos son productos químicos potencialmente peligrosos para los humanos por inhalación, ingestión e incluso contacto. Esta categoría de impacto se mide en kg equivalentes de 1,4-diclorobenceno.
- ◆ **Agotamiento de la capa de ozono (agotamiento del ozono estratosférico):** existen diferentes gases que agotan el ozono en la estratosfera, entre estos se encuentran los compuestos clorados y bromados que son lo suficientemente estables como para alcanzar la estratosfera. Los (clorofluorocarbono) CFC, los halones y los (hidroclorofluorocarbono) HCFC son las principales causas del agotamiento del ozono. Este daño a la capa de ozono reduce la capacidad de evitar que la luz ultravioleta (UV) ingrese a la atmósfera terrestre, aumentando la cantidad de luz UVB cancerígena que llega a la superficie terrestre. El modelo de caracterización ha sido desarrollado por la Organización Meteorológica Mundial (OMM) y define el potencial de agotamiento del ozono de diferentes gases en relación con la sustancia de referencia clorofluorocarbono-11 (CFC-11), expresado en kg de equivalente de CFC-11.

Todos estos impactos permiten evaluar, bajo diferentes criterios, la sostenibilidad ambiental de las diferentes soluciones. Estos impactos son calculados a partir de diferentes métodos de evaluación, en la bibliografía científica se utilizan alrededor de 50 métodos de evaluación de impactos diferentes, sin embargo los más utilizados son ReCiPe, CML 2001, TRACI, Impact 2002+ y Ecoindicator 99.

1.3.4. Interpretación de resultados

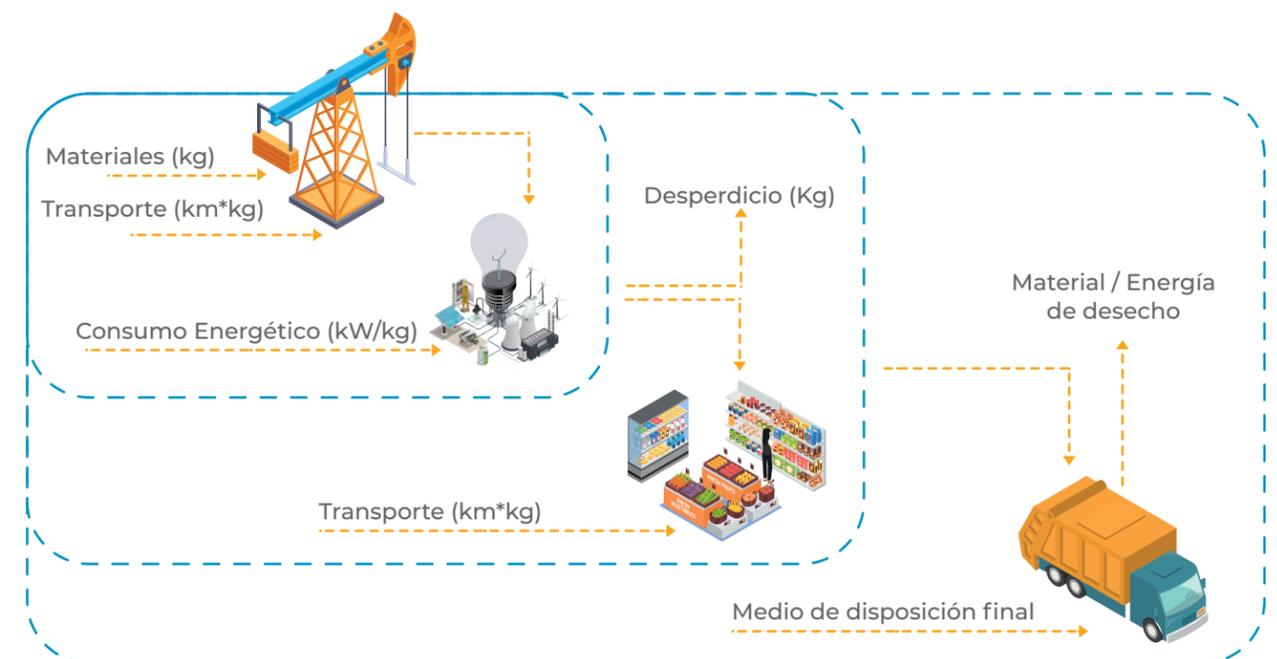
En esta etapa se interpreta y se da sentido a los resultados calculados. Estos resultados siempre deben estar relacionados con los límites y los supuestos utilizados, y se presentan las conclusiones y recomendaciones.

Es importante resaltar que las normas ISO 14040 y 14044 recomiendan procesos de revisión crítica, por parte de expertos o de un panel de partes interesadas, de tal forma que se facilite la comprensión del estudio y se aumente su credibilidad.

1.3.5. Ejemplo de análisis de ciclo de vida

En la **figura 2** se muestra un diagrama simplificado de la información necesaria para realizar un análisis de ciclo de vida de un producto de empaque. Se aprecian las entradas simplificadas de materiales y transportes necesarios para la extracción de materias primas, las entradas de materiales y energía para la producción del producto con sus salidas de desperdicios inherentes a la producción. El transporte necesario para que el usuario pueda adquirir el producto en las tiendas, supermercados o grandes superficies y por último las entradas y salidas correspondientes del proceso de fin de vida del producto, donde se pueden tener bien sea procesos de reciclaje o de relleno sanitario. Las diferentes líneas punteadas representan los límites del sistema que pueden ser seleccionados dependiendo del objetivo del análisis de ciclo de vida, donde se pueden destacar los límites de la cuna a la fábrica (Cradle-to-gate) y de la cuna a la tumba (Cradle-to-grave).

Figura 2: Ejemplo de entradas y salidas de información de un análisis de ciclo de vida de un empaque convencional

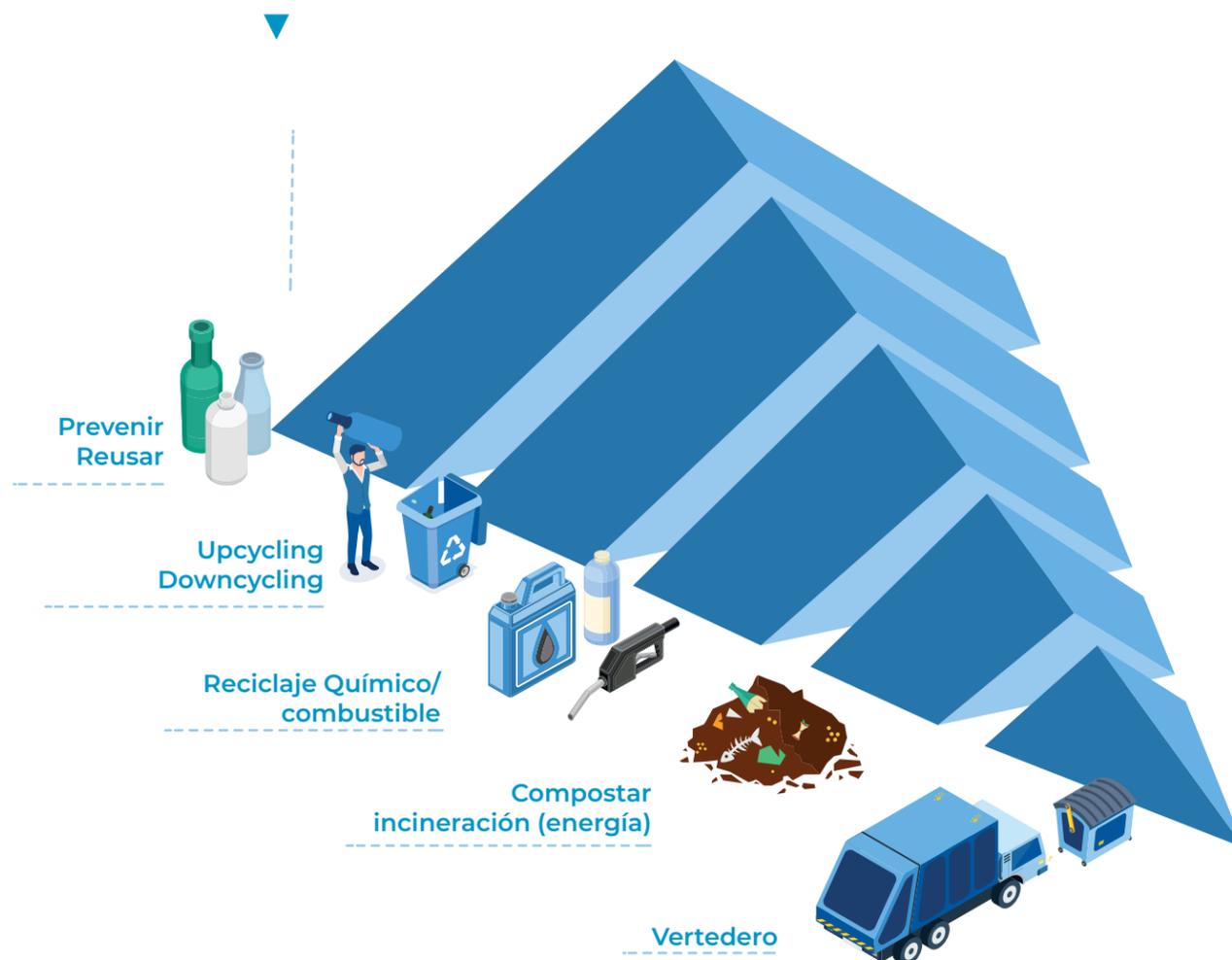


1.4. Jerarquía de disposición de residuos

El ecodiseño involucra contemplar los impactos ambientales potenciales del producto o empaque desde su concepción, antes de ponerlo en el mercado. Lo anterior implica llevar un análisis completo de cómo se va a fabricar, con qué materias primas, cómo se transportará y finalmente, cuál va a ser su esquema de disposición final.

En tal sentido, es importante definir una jerarquía de estrategias frente al posible cierre de ciclo de vida del producto, de tal forma que se contempla no únicamente cómo se va a fabricar o usar el producto, sino cómo se va a disponer. La **Figura 3** presenta una jerarquización sugerida para priorizar los residuos. En todo caso, para tener una visión más exacta en un diseño específico de la mejor alternativa para seguir, se sugiere llevar a cabo un análisis de ciclo de vida como se explicó anteriormente. A continuación, se discuten algunos elementos para cada una de las opciones de cierre de ciclo de vida.

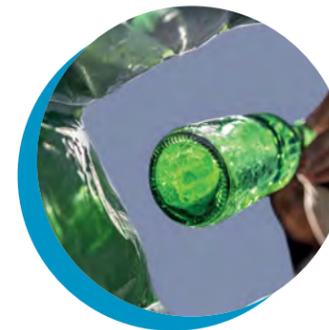
Figura 3: Pirámide de prioridades sugeridas de disposición final de residuos sólidos



1.4.1. Prevenir

En la parte más alta de la pirámide invertida, se sugiere prevenir. Lo anterior indica que para un empaque del sector químico y de cualquier otro sector, es necesario priorizar las siguientes estrategias:

- ▶ Prescindir de productos o envases que no son necesarios o que no aportan valor.
- ▶ Optimizar espesores del empaque, siempre y cuando no se ponga en riesgo la integridad del producto empacado.



1.4.2. Reusar

Un empaque reutilizable es aquel que por sus características técnicas permite ser usado varias veces sin que para ello se requiera procesos de transformación.

Los envases que permiten ciclos de reutilización para la misma aplicación, tienden a disminuir los impactos ambientales. Debido a que estos envases requieren usualmente espesores mayores que aquellos destinados a un único uso, debe garantizarse un número mínimo de reusos, de tal forma que se aporte a disminuir efectivamente la cantidad de materiales de empaque puesta en el mercado por masa de producto empacado. Por otro lado, deben considerarse los impactos ambientales derivados de la logística de un empaque de mayor peso, antes de optar por estas alternativas.

El desarrollo de envases de reuso implica modificar la estructura logística de venta y distribución de productos, pasando a esquemas de ventas a granel. Por otro lado, tiene implicaciones sanitarias que limitan su implementación en varios sectores, como es el caso del de alimentos.



1.4.3. Reciclado upcycling y downcycling

El esquema de reciclado donde el material del empaque es utilizado para obtener productos de la misma aplicación o aplicaciones de mayor valor agregado debe ser priorizado. Lo anterior implica priorizar diseños, que entre otros, tengan en cuenta los siguientes aspectos:

- ▶ Estructuras monomateriales o de fácil separación entre los materiales
- ▶ Evitar el uso de materiales degradables que tengan una alta posibilidad de entrar en las cadenas de reciclaje, afectando la calidad del material reciclado
- ▶ Colores claros que faciliten las posibilidades de aplicaciones de mayor valor agregado
- ▶ El uso de etiquetas de fácil remoción
- ▶ Estrategias de diferenciación para identificar fácilmente qué material es recuperable en aplicaciones de alto valor agregado
- ▶ Evitar o minimizar las impresiones sobre los empaques

Se conoce como “downcycling” al reciclaje de materiales para producir productos de menor valor agregado que el producto original. Ejemplos de aplicaciones “downcycling” incluyen la obtención de partes de grandes espesores o piezas fabricadas por moldeo por intrusión (generalmente conocidas como madera plástica). La opción de downcycling sólo es recomendada cuando la contaminación del material, la diversidad de colores o la dificultad de separar materias primas no permite la reincorporación en ciclo cerrado del material. En este caso, debe definirse una nueva estrategia para valorizar el material del nuevo producto de menor valor agregado, una vez termine su ciclo de vida.



1.4.4. Reciclado químico y generación de combustibles

Estas tecnologías aún se encuentran en desarrollo en Colombia y en el mundo. Son estrategias donde se utiliza el residuo de empaque para generar insumos para el sector químico o petroquímico o para generar combustibles. Son una solución recomendada cuando no se puede optar por una solución de reciclaje mecánico.

Para aumentar la eficiencia y calidad del producto químico o combustible resultante, este tipo de reciclaje sigue requiriendo algún nivel de separación de las familias de polímeros involucradas.



1.4.5. Compostar

Los materiales compostables y biodegradables sólo se recomiendan en aplicaciones donde se pueda garantizar su recuperación para ser llevados a condiciones adecuadas para su biodegradación o compostaje, y en ningún caso debe ser usado para reemplazar materiales que están siendo efectivamente reciclados.



1.4.6. Reciclado energético (incineración)

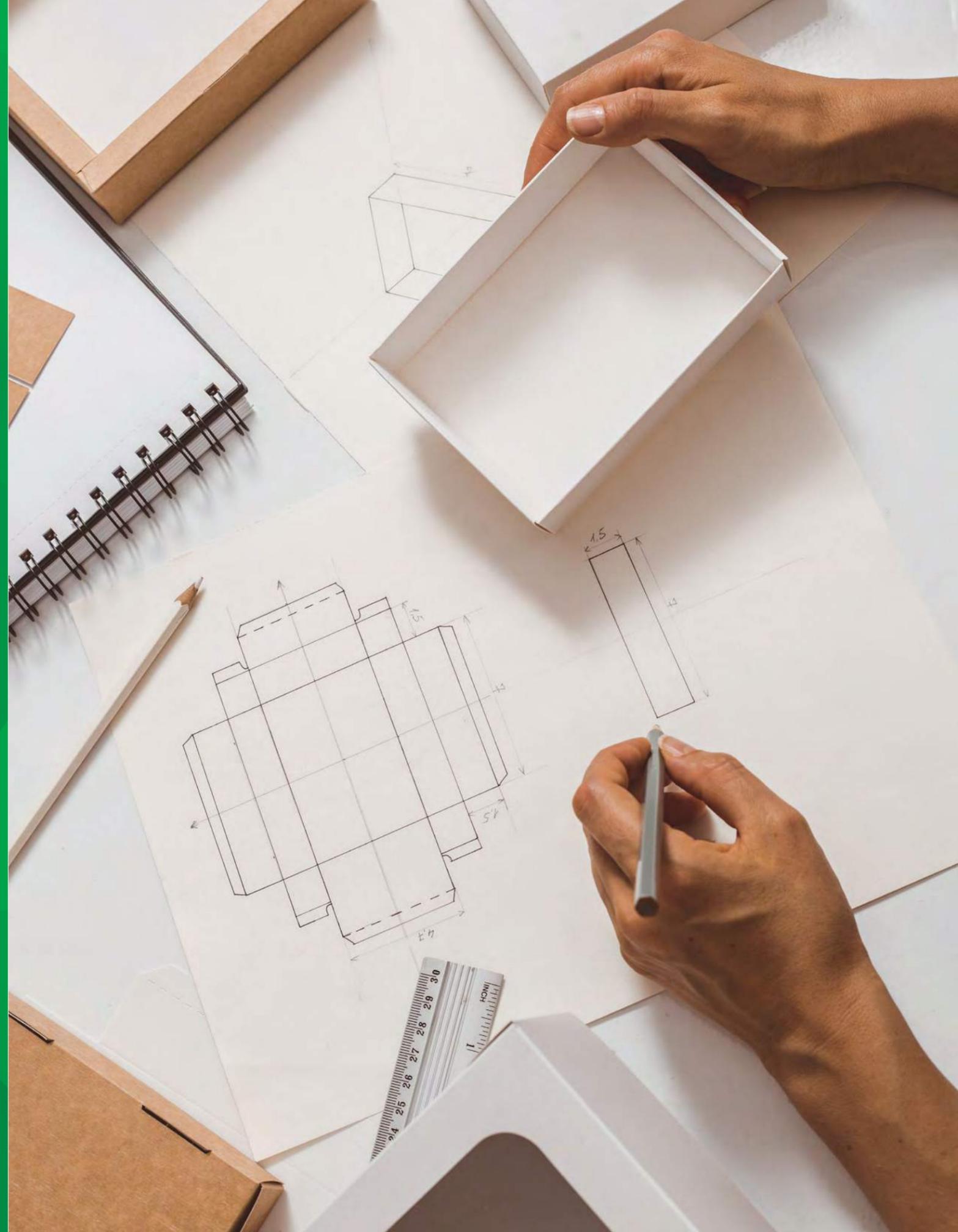
La incineración bajo condiciones controladas para la generación de energía eléctrica o calórica, sólo debe contemplarse en escenarios donde no es posible aplicar ninguna de las estrategias de la parte superior de la pirámide, debido a que inherentemente involucra emisiones de gases de efecto invernadero y otros impactos ambientales.



1.4.7. Vertedero

Todos los esfuerzos deben centrarse para que los residuos, incluyendo los de empaque, no tengan este fin de vida.

CAPÍ- TULO



Metodología y buenas prácticas para un buen diseño de empaques

El ecodiseño tiene la tarea de facilitar los procesos de reciclaje, al tener en cuenta todas las etapas del ciclo de vida del producto tales como:



Materias primas



Diseño



Producción



Ensamble



Distribución/ Venta



Uso



Disposición

El ecodiseño requiere de una metodología y una interdisciplinariedad para ser exitoso pues los productos (de manera específica refiriéndose a los plásticos) deben seguir cumpliendo con cuatro criterios principales:

- ◆ Cumplir con el desempeño esperado
- ◆ Deben ser factibles, técnicamente industrializables y financieramente rentables
- ◆ Atractivos para clientes y consumidores
- ◆ Sostenibles, con un óptimo consumo de recursos y mínima generación de impactos

La principal novedad que supone el ecodiseño con respecto a la forma tradicional de diseñar materiales de empaque es la propuesta de una visión integrada y sistémica más allá de la funcionalidad primaria del producto.

2.1. Etapas del ciclo de vida del producto



2.1.1. Materias primas

La selección de materias primas se estima que es responsable de alrededor del 5 al 40% de los impactos ambientales de los productos de empaque. Para disminuir los impactos ambientales, tanto de la selección del material, como del final de su vida útil, es necesario que el empaque cumpla con los siguientes aspectos:

- ▶ **Mínima diversidad de materiales de empaque:** la cantidad de familias determina si el empaque es de fácil reciclado al final de su vida útil. Cuando se combinan diferentes familias poliméricas es necesario recurrir a estrategias de separación de materiales de alta complejidad para obtener materiales utilizables nuevamente en productos de alto valor agregado.
- ▶ **Máximo uso de materiales de origen local:** el transporte de materiales es una de las actividades que tiene un gran aporte a algunos impactos ambientales como agotamiento de recursos fósiles, toxicidad humana, ecotoxicidad de agua dulce y agua salada y agotamiento de la capa de ozono. Minimizar las distancias de transporte al incorporar materias primas de origen local es una estrategia para minimizar dichos impactos.
- ▶ **Máximo uso de materiales reciclados:** incorporar material recuperado (posindustrial para el caso de empaques para alimentos) es una alternativa para disminuir los impactos ambientales de los productos plásticos al evitar la extracción de recursos no renovables y su transformación en materia prima.
- ▶ **Óptimas prestaciones:** el objetivo primordial de los empaques es proteger el producto empacado para que este pueda soportar las condiciones de transporte hasta el lugar de consumo, cuando este objetivo no se cumple, no solo las emisiones generadas por el empaque se ven desaprovechadas, sino que es necesario volver a producir el bien empacado, lo cual en la gran mayoría de ocasiones genera un impacto mucho mayor al del empaque mismo.

Cabe recalcar que el uso de material biodegradable en empaques es importante debido a que al seleccionar un material biodegradable lo que se busca es que el producto pueda ser degradado por acción del medio ambiente; sin embargo los envases biodegradables deben estar en condiciones climáticas específicas y deben desecharse en contenedores especiales para que puedan cumplir su función y degradarse en el medio ambiente, de no darse estas condiciones, el envase permanecerá en el medio ambiente igual que los materiales fósiles no degradables. Además, los materiales biodegradables son de difícil reciclado en aplicaciones de alto valor agregado.

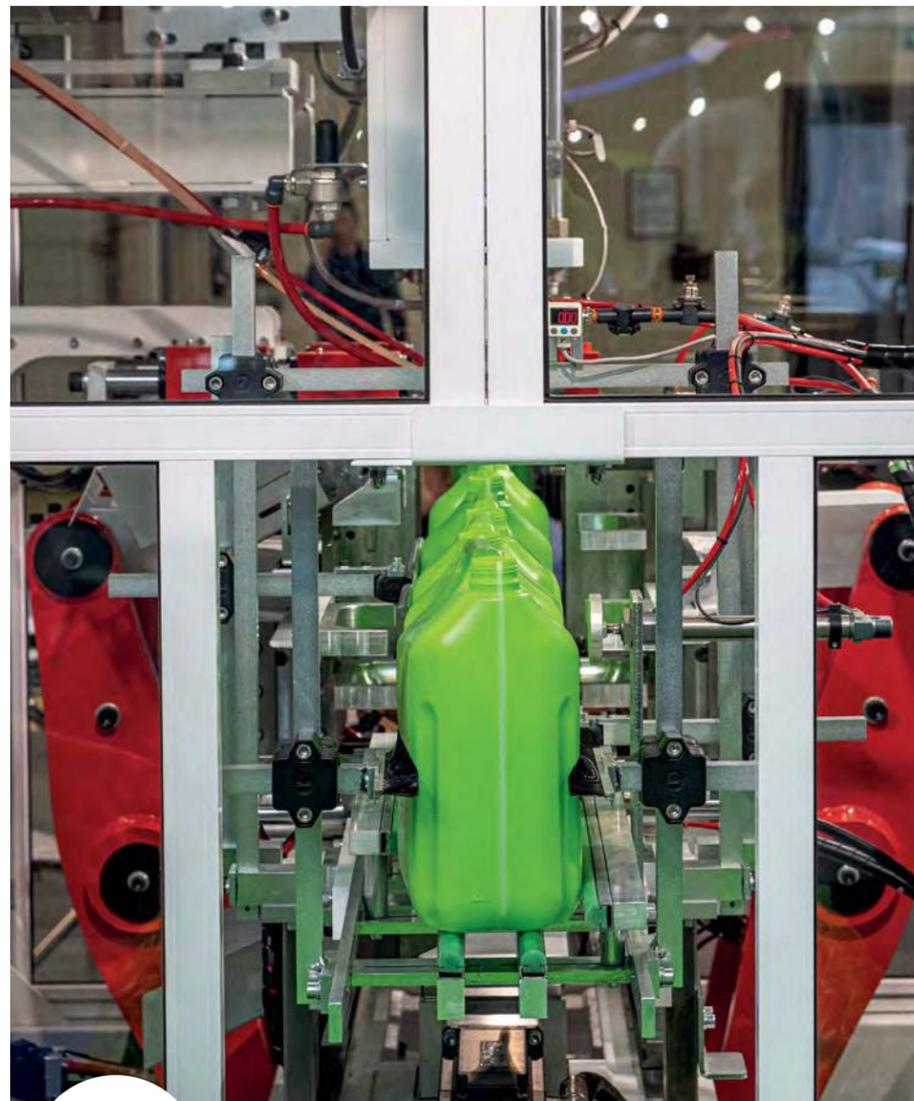


2.1.2. Diseño

Cerca del 80% de los impactos ambientales de los productos se derivan de esta actividad. En esta actividad también se encuentra la selección de materiales, dimensiones, cantidad de producto a empacar, entre otras tareas que definen el producto final. Algunos aspectos a tener en cuenta son:

- ▶ **Optimizar el uso de materiales:** una de las principales normas de ecodiseño es reducir, siempre que sea posible, el uso de materiales. Sin embargo, esta reducción nunca debe ir en contra de las propiedades necesarias para cumplir con la tarea del empaque, por lo que es necesario un proceso de optimización de propiedades y requerimientos necesarios.

- ▶ **Diseño de empaques reutilizables:** esta es una tendencia en el diseño de empaques que ayuda a extender su vida útil. Un punto importante a tener en cuenta es que por lo general, estos empaques requieren de mayores propiedades mecánicas debido a su larga vida. Dicha extensión de la vida útil no debe afectar el desempeño ambiental del producto ni su reciclabilidad final, ya que estos productos por lo general se perciben como amigables y reciclables.
- ▶ **Maximizar el aprovechamiento del producto:** una de las tareas del empaque debe ser dejar retirar con facilidad el producto empacado. Es importante diseñar los productos para que esta tarea de remoción sea fácil para el usuario y no provoque pérdidas del producto, ya que haría necesario una mayor cantidad de producto empacado.
- ▶ **Eliminar elementos no imprescindibles:** continuando con la optimización de materiales, es importante realizar un análisis de funcionalidad de los elementos que componen el empaque. Se revisan las funciones de cada uno de estos elementos y si alguno puede cumplir dos o más funciones que permitan disminuir la cantidad de componentes.
- ▶ **Optimizar el volumen para el transporte:** a pesar de que más adelante se menciona la distribución como una etapa del ecodiseño, la forma del empaque puede determinar la cantidad de empaques o envases que pueden ser transportados. Es importante diseñar los empaques con formas fácilmente apilables.
- ▶ **Fácil separación de multimateriales:** si un empaque, requiere del uso de varios componentes con diferente materialidad (revisar punto 4 de la presente lista), es importante diseñar las uniones de tal manera que sean de fácil separación e identificación de cada material.
- ▶ **La etiqueta debe ser menor a un tercio (1/3) del área total del empaque:** continuando con el punto anterior, las etiquetas no deben ocupar más de 1/3 del área total del empaque o envase para no entorpecer las tareas de identificación del material principal del empaque.
- ▶ **Uso de adhesivos solubles:** los adhesivos utilizados, en lo posible, deben ser de fácil remoción mediante inmersión en agua caliente.
- ▶ **Evitar el uso de colores oscuros:** debido a las capacidades actuales de las cadenas de recuperación de plásticos, los colores oscuros, en específico, el negro mate, no es identificable por las técnicas ópticas o FTIR (Espectroscopia infrarroja con transformada de Fourier). En lo posible, utilizar colores claros que permitan su identificación rápida.



2.1.3. Producción

La producción es la etapa en la cual las materias primas son convertidas en el producto final de empaque o envasado. Debido a que la gran mayoría de procesos requieren del uso de energía y materia, es importante conocer el proceso y el estado del mismo para minimizar los impactos generados al medio ambiente.

- ▶ **Uso de fuentes de energías renovables:** la energía utilizada para el proceso de fabricación de la materia prima a empaque, debe ser, en la medida de lo posible, de fuentes renovables que disminuyan el impacto ambiental de los productos. Energía como la solar, eólica, nuclear, geotérmica, entre otras se ven favorecidas en estudios ambientales debido a su origen y a los pocos desperdicios generados.
- ▶ **Mínima cantidad de sustancias tóxicas:** el uso de sustancias tóxicas para la elaboración de algunos productos o en algunos procesos industriales, debe verse reducido en lo posible para no contribuir a la pérdida de ecosistemas terrestres o acuáticos.
- ▶ **Máximo número de procesos eficientes energéticamente:** la eficiencia energética de los procesos es importante para reducir el impacto ambiental del uso de los diferentes tipos de energía durante el proceso de fabricación de los productos.
- ▶ **Máxima recuperación de subproductos:** la gran mayoría de procesos productivos cuentan con generación de subproductos. Es de vital importancia reducir la generación de estos subproductos y de no ser posible, maximizar la recuperación en aplicaciones de alto valor para reducir los impactos ambientales de estos subproductos de desperdicio.

Un punto importante de la producción de empaques plásticos es que no todas las empresas fabricantes de empaque cuentan con todos los procesos intermedios para la producción de un empaque final (impresión, sellado, entre otros), por lo tanto, estas tareas son enviadas a realizar por proveedores. Debido a esto, es importante exigir a los proveedores de servicios que cumplan con los mismos lineamientos establecidos anteriormente.



2.1.4. Distribución

La distribución de los productos es un eslabón importante en el ecodiseño de productos de empaque. La principal razón es que el transporte afecta significativamente muchos de los impactos ambientales evaluados mediante la metodología de análisis de ciclo de vida. Es importante recalcar que cada producto que no llegue al usuario final debido a problemas en el transporte contamina el doble.

- ▶ **Óptima cantidad de empaque vs. producto empacado:** uno de los principales problemas del diseño de los empaques plásticos es la relación cantidad de embalaje vs. producto empacado. Como se ha mencionado anteriormente, la optimización de la cantidad de empaque nunca debe ir en contra de las propiedades necesarias para cumplir con la tarea del empaque, por lo que es necesario un proceso de optimización de propiedades y requerimientos necesarios del producto empacado para optimizar esta relación.
- ▶ **Máxima recuperación de subproductos de empaque:** en muchos casos, el producto empacado requiere ser empacado nuevamente para su transporte. Estos materiales de sobre-empaque en la medida de lo posible deben ser recuperados para su incorporación en aplicaciones de alto valor agregado o reutilizados para evitar la generación de desperdicios.
- ▶ **Óptimo volumen de carga de transporte:** el diseño de los empaques debe tener en cuenta la distribución de los productos. En la medida de lo posible, los vehículos de carga deben tener su carga optimizada (tanto en peso como en volumen) para minimizar el número de trayectos necesarios para el transporte de los productos.
- ▶ **Rutas de distribución óptimas:** la distribución de los productos dentro de los diferentes territorios debe estar optimizada para disminuir los trayectos innecesarios o repetidos que aumenten la distancia de transporte de los productos.
- ▶ **Máximo de vehículos de transporte eficiente:** el transporte eficiente de productos es importante para disminuir la cantidad de combustible necesario para la distribución de productos por los diferentes territorios.



2.1.5. Uso

El uso del empaque es la etapa principal del producto plástico. Como se ha mencionado anteriormente, es importante recalcar que proteger el producto empacado es la principal función del empaque para evitar los impactos ocasionados por la producción y transporte de una nueva unidad empacada. Para minimizar los impactos ambientales en esta etapa es importante tener en cuenta:

- ▶ **Máxima eficiencia del empaque en la conservación del producto:** maximizar la protección del producto para aumentar la probabilidad de su buen consumo.
- ▶ **Óptimo formato para el modo de consumo:** cada uno de los productos empacados tiene diferentes particularidades a la hora de su consumo por parte de los usuarios finales. Un producto empacado que tenga una corta vida útil debe ser empacado en unidades pequeñas que permitan su consumo eficiente para evitar la pérdida de producto.



2.1.6. Mantenimiento

La mayoría de empaques plásticos de los sectores priorizados están diseñados para no requerir una gran cantidad de actividades de mantenimiento para su adecuado funcionamiento. Sin embargo, debido a las tendencias mundiales, es importante diseñar productos cuya vida útil sea de algunos años al posibilitar la reutilización de los mismos, para la misma aplicación. Debido a esto, no solo se debe diseñar adecuadamente el envase reutilizable, sino también el repuesto del mismo, de forma que cumpla con los mismos criterios de diseño anteriormente expuestos. Otro aspecto a tener en cuenta en esta etapa es que si un producto de empaque está pensado para su reutilización prolongada, se debe contemplar dentro del diseño del mismo, las piezas que debido a esta reutilización están expuestas a daños o averías que requieran su reemplazo. En lo posible, diseñar piezas duraderas, resistentes al impacto y que en caso de fallar puedan ser reemplazadas fácilmente sin la necesidad de desechar todo el producto por una pieza faltante.



2.1.7. Disposición

A pesar de que los empaques reducen la pérdida de productos durante las distintas etapas mencionadas anteriormente, la percepción pública de los empaques y envases, especialmente los de plástico, está dominada por aspectos relacionados con el final de su vida útil y por la imagen de estos convertidos en residuos que a menudo se encuentran en entornos urbanos, rurales y marinos. La contaminación causada por los empaques y envases es un tema de interés, porque las características y propiedades que hacen que los empaques de plástico sean tan atractivos también son motivo de preocupación medioambiental. Debido a su alta relación volumen / peso, los bajos precios de la materia prima virgen y los altos costos de transporte y reprocesamiento, los desechos plásticos se consideran un material antieconómico para la recolección y el reciclaje. Debido a esto, los siguientes aspectos deben ser tenidos en cuenta a la hora de diseñar un empaque para su adecuado cierre de ciclo:

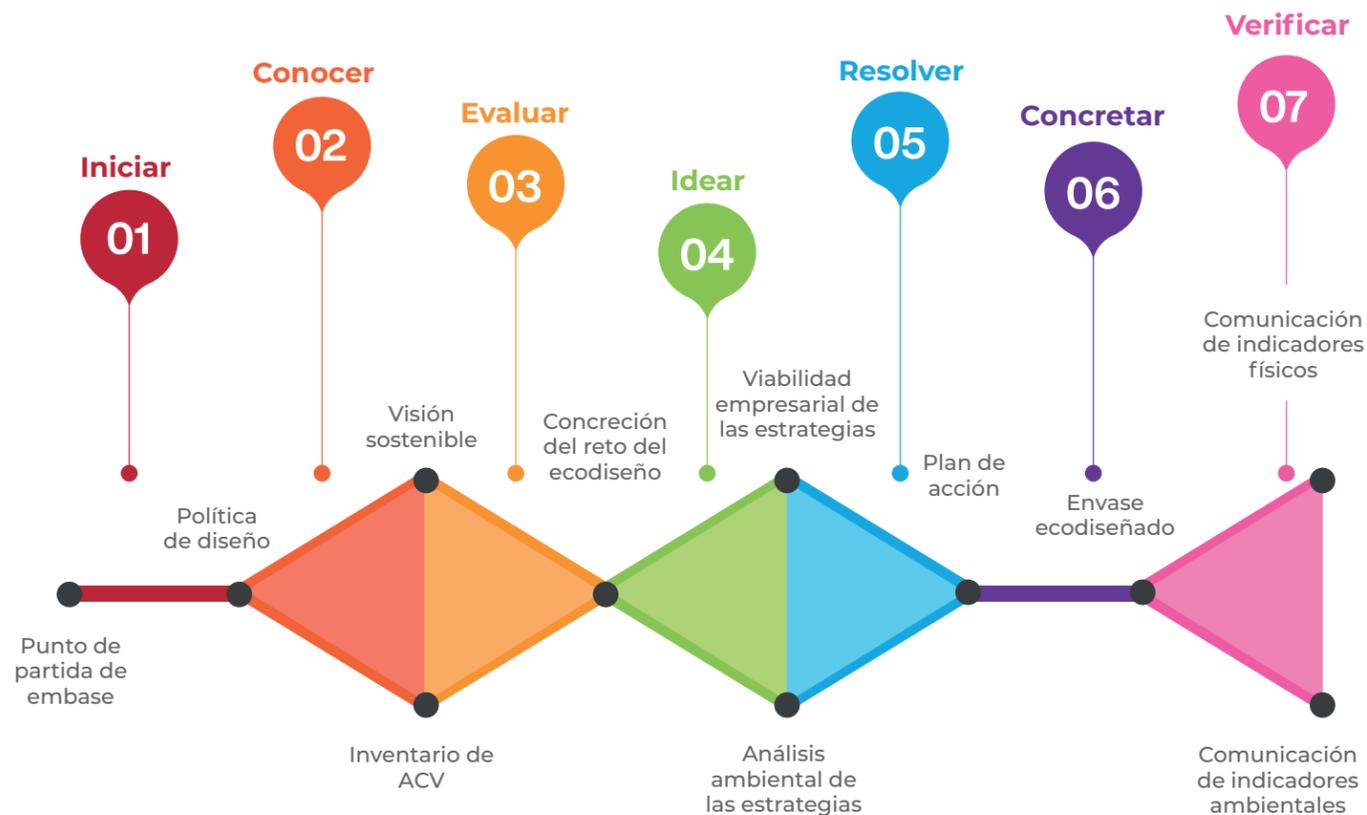
- ▶ **Mínima cantidad de material no valorizable:** los materiales usados para la fabricación del empaque deben contener a su vez materiales que tengan un valor remanente una vez se transforman en residuos. En caso de contener material no valorizable, este debe ser minimizado para reducir el desperdicio final del producto.
- ▶ **Óptima identificación de materiales de empaque:** el empaque o envase debe contar con las identificaciones que permitan realizar la separación de materiales adecuada, por parte de usuarios o gestores de reciclaje, para así maximizar la valorización del residuo final. Además debe comunicar adecuadamente los canales de gestión del mismo residuo.

Teniendo en cuenta los conceptos dados anteriormente, el ICIPC desarrolló una herramienta de evaluación del ecodiseño de empaques y envases plásticos conocida como Sello de Ecodiseño (numeral 2.4).

2.2. Metodología de ecodiseño

Actualmente se han propuesto metodologías similares que buscan orientar a las empresas para el desarrollo de envases y que integran aspectos ambientales y normativos. Para este documento, se tomó como referencia el *Manual para la implementación del ecodiseño en Centroamérica* [5] y la *Guía de Ecodiseño de Envases y Embalajes* difundida por el Ithobe, el Gobierno vasco y Ecoembes en 2017 [6]; en esta última se detalla la siguiente metodología de ecodiseño en siete pasos, como se observa en la **figura 4**:

Figura 4:
Pasos del proceso de ecodiseño de envases



2.2.1. Iniciar

El primer paso se centra en establecer las bases para comenzar el proyecto de ecodiseño. Para ello se selecciona el equipo de trabajo, que debe ser multidisciplinar (ya que en el Ecodiseño se van a tener que considerar aspectos de todo tipo), operativo (conformado por pocas personas) y con capacidad de decisión. Luego se pasa a definir la *política de ecodiseño* y metas que se pretenden alcanzar con éste. Para ello se pueden emplear herramientas de análisis como la matriz DOFA (Debilidades, Oportunidades, Fortalezas y Amenazas), que ayudará a determinar los estímulos internos y externos que dirigirán el rumbo del proceso. Finalmente se debe identificar el envase o empaque a ecodiseñar.

2.2.2. Conocer

En esta etapa se caracteriza el perfil ambiental del envase, definiendo en primera instancia la *visión sostenible* o proyección de cómo la empresa desea que sean sus envases en el futuro, luego se identifican y recopilan en detalle todas las características y cualidades del envase; estas son los requisitos, funciones y necesidades del envase, así como la descripción del ciclo de vida y se define el *Inventario de ACV* de todas las entradas (materiales, agua y energía) y salidas (emisiones, residuos, vertidos, etc.) para cada una de las etapas del ciclo del envase.

2.2.3. Evaluar

Siguiendo la metodología del ACV, se calculan y evalúan los impactos ambientales derivados del *inventario de ACV*. De esta forma se identifican las actividades que tienen mayor impacto y se pueden definir los requerimientos de mejora del envase que construirán el reto de ecodiseño.

2.2.4. Idear

En este punto, primero cada miembro del equipo de trabajo investiga posibles soluciones que respondan al reto de ecodiseño. Posteriormente, en base a los resultados de la investigación se proponen las estrategias de ecodiseño que ayudan al equipo a identificar posibles acciones de mejora en el producto.

2.2.5. Resolver

En este paso se evalúa la viabilidad de las estrategias, desde los puntos de vista técnico, legislativo, económico y ambiental, luego se preseleccionan las estrategias viables que son valoradas a través de indicadores de rendimiento KPI (definidos en el documento de referencia [6]). Las estrategias que presenten mejores prestaciones se incluyen en el plan de acción de ecodiseño, el cual define la planificación y responsabilidades en la implementación del ecodiseño.

2.2.6. Concretar

Se lleva a cabo el desarrollo conceptual y técnico del nuevo envase ecodiseñado y finalmente se realizan los ajustes necesarios en el plan de acción para alcanzar la industrialización y/o implementación del nuevo envase.

2.2.7. Verificar

En este último paso se evalúan los resultados finales del envase ecodiseñado con estudios analíticos de la propuesta final desde todos los puntos de vista (técnico, legislativo, económico y ambiental) y se define la

estrategia de comunicación de los resultados del proceso de ecodiseño, con sus objetivos, destinatarios e instrumentos de comunicación que se consideren oportunos.

2.3. Sellos de ecodiseño para empaques plásticos - referenciación internacional

A nivel internacional existe la norma UNE 150301 "Gestión ambiental del proceso de diseño y desarrollo - Ecodiseño" promovido por la AENOR (Organismo de certificación y normalización español), la cual fue promulgada en el año 2003, y ha evolucionado hasta llegar a ser incorporada por la ISO, dando como resultado la publicación, en el año 2011, de la norma ISO 14006 "Sistemas de gestión ambiental - Directrices para la incorporación del ecodiseño", norma que hace parte de la gran familia de las normas ambientales ISO 14000.

La ISO 14006 tiene los siguientes objetivos:

- ◆ Establecer una metodología sistemática para garantizar la mejora ambiental continua en el proceso de diseño y desarrollo de productos/servicios
- ◆ Enfoque basado en todas las etapas del ciclo de vida del producto/servicio, los aspectos ambientales y los impactos asociados en cada una de ellas
- ◆ Facilitar la comunicación de las empresas de su comportamiento ambiental mediante un certificado expedido, que acredite el cumplimiento de los requisitos exigidos
- ◆ Concienciar al mercado y sociedad en general sobre el impacto ambiental que generan los productos/servicios

La norma se encuentra bajo el mismo esquema de las normas de sistemas de gestión, lo que le permite guardar congruencia y adaptarse a un sistema existente.

La norma tiene tres principios fundamentales:

1. Mejora Continua
2. Consideración de los aspectos del Ciclo de Vida
3. Prevención

La norma como tal, al ser de carácter genérico no es específica para los materiales plásticos, ni aborda recomendaciones, o criterios más allá de los resultantes de un análisis de ciclo de vida.

Debido a lo anterior han proliferado criterios de ecodiseño más específicos para el sector plástico, abordado principalmente de dos maneras. La primera, enfocada en la capacidad del material o producto para ser reciclado (Design 4 recycling, D4R, Design for Recovery, Índice de Reciclabilidad, % reciclabilidad, Recyclability by Design, etc.) y la segunda, con criterios más amplios y generales del diseño. Estos conceptos han sido emitidos por diversas organizaciones o empresas, dentro de las cuales algunas de las más relevantes son:

2.3.1. Federación Británica de Plásticos (British Plastics Federation - BPF)

La BPF ha publicado el catálogo RECOUP - "Core principles for plastic packaging recyclability" A Summary of recyclability by design [7] donde presentan unas guías de carácter general, tal como se aprecia en la **figura 5**.



Use same material

Use mono-materials or mixed materials of the same type wherever possible. If different materials have to be used they should be different densities.



Minimise colour

Non-pigmented plastic is preferred. If colour is necessary, avoid strong colours as much as possible.



Easily separable closures

These should be easy to detach, should leave no attachments once removed and ideally be recyclable themselves.



Avoid full sleeves

If a sleeve must be used, it should be easily removable and there should be clear instructions explaining how to detach it.



Small, easily removable labels

Adhesives should be used sparingly and labels should cover no more than 60% of the product's surface area, as well as being easy to remove.



Figura 5: Reglas generales presentadas de diseño para el reciclaje (tomado de[7])

Figura 6: Acompañado de unas guías de carácter genérico por tipo de material y aplicaciones, por ejemplo: botellas de PET, bandejas de PET, HDPE, PP y PS en un esquema como se muestra en la **figura 6**.
Ejemplo de esquema de recomendaciones de diseño para el PP (tomado de [7])

		COMPATIBLE for recycling for most applications	MAY BE SUITABLE for recycling for some applications	NOT SUITABLE for recycling	PP MATERIALS GUIDELINES:
BODY	COLOUR	Clear / natural or lightly tinted	Opaque / Heavy colours	Carbon Black	
	BARRIER / COATINGS	None	EVOH / PA (incl.MXD6)	PVDC	
	ADDITIVES		Clarifier		
CLOSURE	CAPS	HDPE / LDPE / PP	HDPE / LDPE	PS / Thermoset plastics / Aluminium / Steel / PVC	
	LIDDING FILM	No residue after removal by consumer; or ; as main polymer (PP)			
DECORATION	DIRECT PRINTING	Minimal or moderate direct printing, e.g. production or expiry date laser printing (minimal)	Excessive direct printing		
	LABELS	HDPE / MDPE / LDPE / LLDPE PP / OPP / PS (US only) less than 60% coverage on face	paper over 60% coverage on face In Mould label	PVC / metallised PET / PS (except US)	
	SLEEVES (INCL.TAMPER RESISTANT)	PP / PE		PET / PVC	
	ADHESIVE	water soluble in ambient conditions	water soluble up to 80°C	not removable in water	
	INK	EuPIA good manufacturing practices (for non food applications)		Inks that bleed and dye-wash solution	

2.3.2. Instituto Cyclos

El Instituto Cyclos [8] certifica la reciclabilidad de los materiales plásticos en Europa bajo el sello de reciclabilidad tal como se aprecia en la **figura 7**, el propósito de este sello es certificar los materiales de empaque plástico en Europa y determinar su capacidad para ser reciclado bajo los estándares y las instalaciones europeas.



Figura 7: Sello de Reciclabilidad de ofrecido por Cyclos de Alemania (tomado de [8])

2.3.3. Recyclclass (Europa)

Recyclclass [9] es un consorcio impulsado por marcas, mayoristas convertidores y fabricantes de materias primas que busca promover la reciclabilidad de los envases y empaques plásticos, y otorga certificaciones sobre qué tan reciclable es un empaque, certificación de contenido de material reciclado entre otros, un ejemplo del certificado que otorga Recyclclass se aprecia en la **figura 8**.



Figura 8: Ejemplo de certificado de reciclabilidad de Recyclclass (tomado de [9])

También cuenta con herramientas en línea para la autoevaluación en su página web, las cuales incluyen criterios de ecodiseño para los empaques.

2.4 Sellos de ecodiseño para empaques plásticos – referenciación nacional.

En Colombia no existen alternativas o iniciativas locales asociadas con declaraciones ambientales y relacionadas con el ecodiseño, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible lanzó el Sello Ambiental Colombiano [10] en el año 2005 (ver **figura 9**) pero dentro de las categorías que cubre no se encuentran los productos plásticos.

Sello de ecodiseño - ICIPC

El ICIPC consciente de la necesidad de aportar a la sostenibilidad de los empaques plásticos y de las dificultades que tiene la cadena de valor del material reciclado, ha propuesto el denominado sello de Ecodiseño, el cual contempla la evaluación de los aspectos de ecodiseño de un empaque y el desempeño del material una vez es reciclado.

Debido a que las normas de ecoetiquetado (NTC ISO 14021) indican que las declaraciones de reciclabilidad (numeral 7.7) deben ir de la mano de una infraestructura y una realidad en un entorno al que puedan acceder una proporción razonable de compradores en aquellos lugares donde el producto es vendido, no es responsable hacer una declaración basada sólo en la posibilidad técnica de su reciclaje, por lo que la propuesta del ICIPC integra ambos elementos, la reciclabilidad de un empaque basado en la norma EN 13430 y bajo resultados reales de laboratorio y criterios de ecodiseño que han adoptado de manera armonizada diferentes entes internacionales.

Figura 9:
Sello Ambiental Colombiano



El sello de ecodiseño (**figura 10**) ofrecido por el ICIPC busca realizar la evaluación de los materiales que componen un empaque. El objetivo principal es demostrar para un empaque el cumplimiento de los criterios de ecodiseño así como pruebas de reciclabilidad, de esta manera permite evaluar la preparación para el cierre de ciclo. Se otorga al realizar la caracterización y análisis del empaque, sus componentes, diseño y conformación. Se contabiliza el porcentaje de material reciclable, se verifican áreas críticas en el diseño y se identifican algunas oportunidades de mejora.



Figura 10:
Sello de ecodiseño para empaques plásticos

Dentro de los seis criterios evaluados dentro del sello de ecodiseño se encuentran:



Eficiencia uso de los materiales:

evaluada a través de la relación $\text{Peso producto} / \text{Peso empaque}$.



Colores del empaque:

cantidad de pigmentos utilizados que puedan generar problemas en la valorización del producto reprocesado.



Adhesivos utilizados:

tipos de adhesivos utilizados en la elaboración de los productos y sus condiciones de solubilidad o facilidad de remoción.



Tintas e impresión:

cantidad de área superficial impresa.



Compatibilidad con el reciclaje:

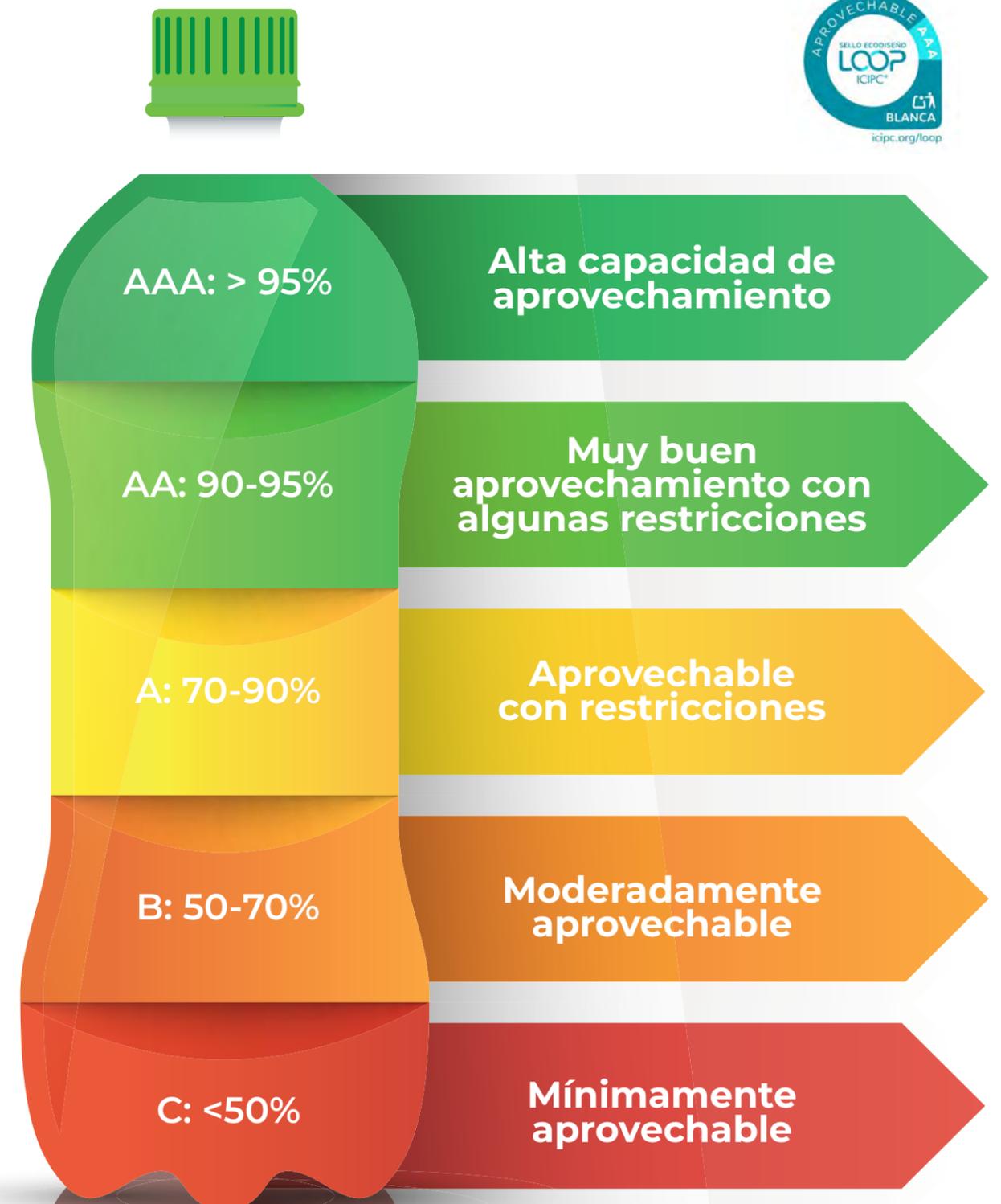
tipos de adhesivos utilizados en la elaboración de los productos y sus condiciones de solubilidad o facilidad de remoción.



Uso de resinas de barrera:

uso de materiales de alta barrera (EVOH, PA, PET, PVdC entre otros) que pueden afectar la valorización de dichos residuos debido a sus propiedades.

Dependiendo de la calificación, el sello otorga una serie de letras que evalúa el estado del empaque en criterios de ecodiseño (más información en <https://loop.icipc.org/>). Las categorías son las siguientes:



▲ **Figura 11:**
Esquema de calificación

CAPÍ-
tres
TULO





Estrategias de ecodiseño relevantes para los diferentes actores de la cadena de valor que apoyan el cierre de ciclo

A continuación se presentan las líneas estratégicas que se pueden aplicar en una metodología de ecodiseño de envase, así como el objetivo, los agentes de la cadena de valor y las etapas del análisis de ciclo de vida (ACV) involucrados en cada una de ellas. Estas líneas estratégicas se adaptaron de acuerdo a cada uno de los 5 sectores de interés; de esta forma se definen una serie de posibles acciones concretas para el ecodiseño de los envases. Es importante resaltar que para los sectores aseo y limpieza industrial, institucional y hogar y productos cosméticos de aseo y cuidado personal las estrategias definidas se fusionaron debido a la similitud en algunos envases y los materiales que los componen.

Las líneas estratégicas son las siguientes:



Diseño de envase eficiente

Objetivo:

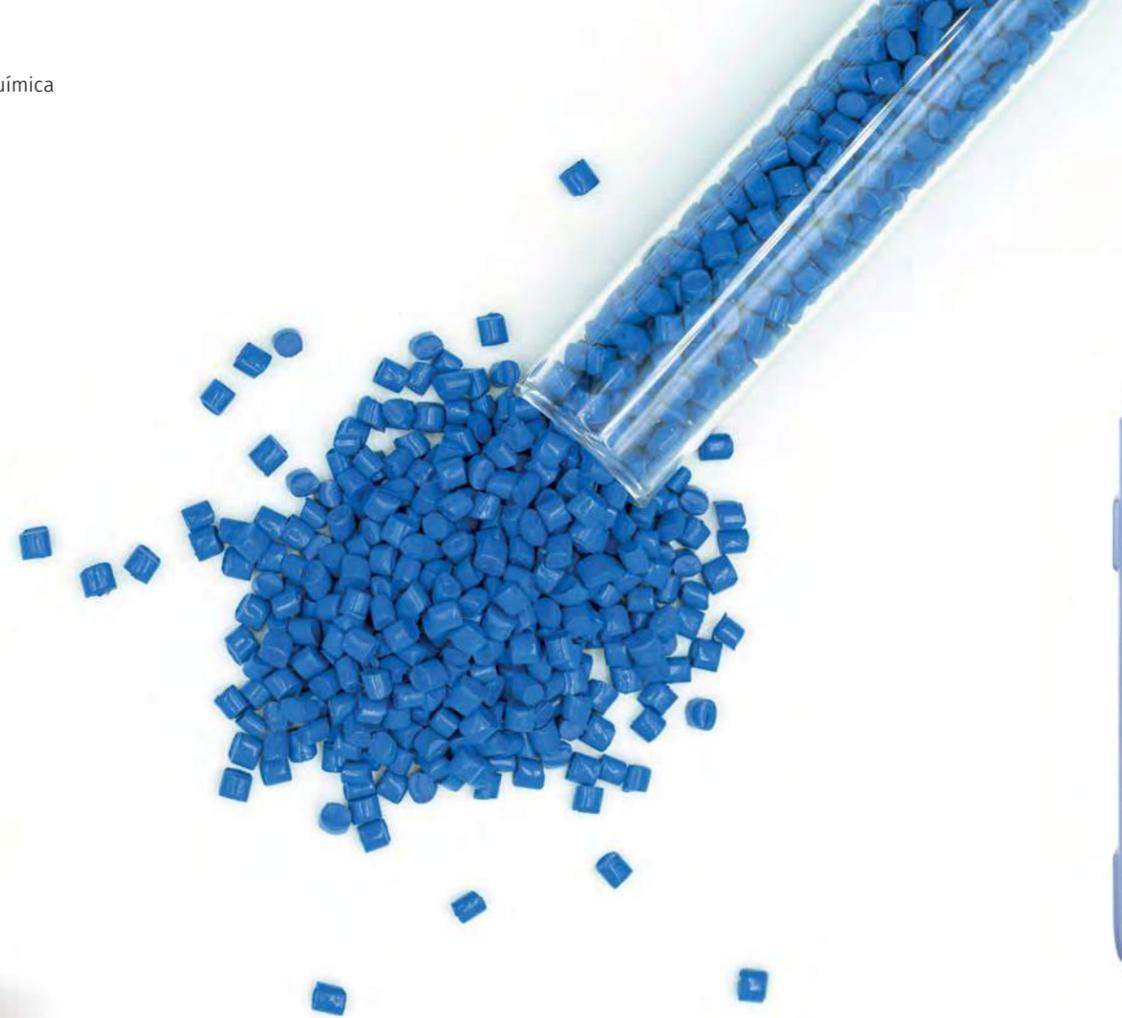
diseñar y desarrollar productos con el mínimo posible de recursos necesarios, manteniendo o mejorando los niveles de calidad del mismo.

Agentes de la cadena de valor involucrados:

procesador, usuario, gestor, transformador.

Etapas del ACV:

producción, empaquetado, distribución, uso, fin de vida.



Selección de materias primas sostenibles

Objetivo:

seleccionar los materiales con menor impacto ambiental.

Agentes de la cadena de valor involucrados:

procesador, gestor, transformador.

Etapas del ACV:

materiales, fin de vida.



Fabricación y envasado optimizado

Objetivo:

conseguir procesos de producción más eficientes y/o de menor impacto ambiental, es lo que se conoce como Producción Limpia.

Agentes de la cadena de valor involucrados:

procesador, transformador.

Etapas del ACV:

producción, empaquetado.



Logística eficiente

Objetivo:

transportar/distribuir los productos de la manera más eficiente posible.

Agentes de la cadena de valor involucrados:

procesador, transformador, usuario, gestores.

Etapas del ACV:

envasado, distribución.

Óptimo fin de vida del envase

Objetivo:

realizar un diseño del producto de manera que se asegure una gestión adecuada de los residuos, con la finalidad de valorizar la totalidad o la mayor parte del producto.

Agentes de la cadena de valor involucrados:

gestores, procesador, transformador

Etapa del ACV:

producción, fin de vida.



3.1. EMPAQUES DEL SECTOR DE PINTURAS ARQUITECTÓNICAS

Los materiales plásticos utilizados para envasar las pinturas arquitectónicas son principalmente polietileno de alta densidad, PEAD, con tapas usualmente fabricadas en polipropileno. Los galones o cuñetes de pintura también pueden ser fabricados en polipropileno.

El PEAD usualmente es de muy bajo índice de fluidez (MFI) debido a que el material requiere una alta resistencia al “Environmental Stress Cracking” (generación de grietas por combinación de condiciones de esfuerzo y condiciones ambientales). Estos valores de MFI tan bajos no son típicos de los procesos de inyección.

3.1.1. Estrategias para un diseño de empaque eficiente

- ▶ El ecodiseño del empaque o contenedores de pinturas debe considerar dos aspectos muy importantes como son: i) la optimización de espesores garantizando los requerimientos mecánicos de almacenamiento y ii) transporte, como son la resistencia al apilado, resistencia al impacto, resistencia a la caída, que sean fáciles de abrir y que al tapar varias veces se logre buena hermeticidad. El envase también debe tener buena resistencia al “Environmental stress cracking”.
- ▶ Otro aspecto relevante del ecodiseño es evitar diseños que tengan refuerzos o costillas al interior del envase y otros elementos que dificulten que la pintura se aproveche completamente y la limpieza posterior del envase para su recuperación. Un ejemplo de un envase con un posicionamiento adecuado de elementos de refuerzo se presenta en la **figura 12**.

Figura 12:

Cuñete de pintura y la ubicación adecuada de los elementos de refuerzo



Las costillas de refuerzo están ubicadas correctamente en la cara externa



- ▶ El diseño debe tener en cuenta las propiedades del material polimérico empleado y plástico postconsumo reciclado, con un porcentaje que podría ser del 70% o más siempre y cuando se cumpla con las especificaciones del producto. De esta manera se optimiza y se le da valor al material reciclado.
- ▶ Otro aspecto a tener en cuenta en el ecodiseño es la forma del envase, las formas rectangulares optimizan la logística, requieren menos espacio, son más fáciles de apilar pero presentan mayores retos de desempeño mecánico ya que las esquinas pueden ser concentradores de esfuerzos, ver **figura 13**. La manija debe ser de fácil remoción para facilitar el reciclaje.



▲
Figura 13:
Contenedor
de pinturas
rectangular[11],[12]

- ▶ Respecto a la decoración del envase y etiqueta, el sistema de etiquetado en el molde “IML: in mold labeling” es una técnica avanzada y ampliamente utilizada para esta aplicación y ha reemplazado la decoración con autoadhesivos. Si bien el material es polipropileno, al quedar integrada la etiqueta a la pieza, todas las tintas y colores de la etiqueta afectarán el reciclaje. El ecodiseño debe incluir el uso de etiquetas de fácil remoción y que sea preferiblemente un tercio del tamaño del envase en lugar de imprimir toda la superficie, ver **figura 14**.



- ▶ Para algunas aplicaciones se podría diseñar la tapa del envase para que también sirva de canastilla para aplicar la pintura, con este diseño se lograría eliminar un elemento que normalmente se compra por aparte.

▲
Figura 14:
Contenedores
para pinturas con
etiquetas siguiendo
recomendaciones de
ecodiseño (izquierda)
y no siguiendo las
recomendaciones
(derecha).

3.1.2. Estrategias para la selección de materias primas sostenibles

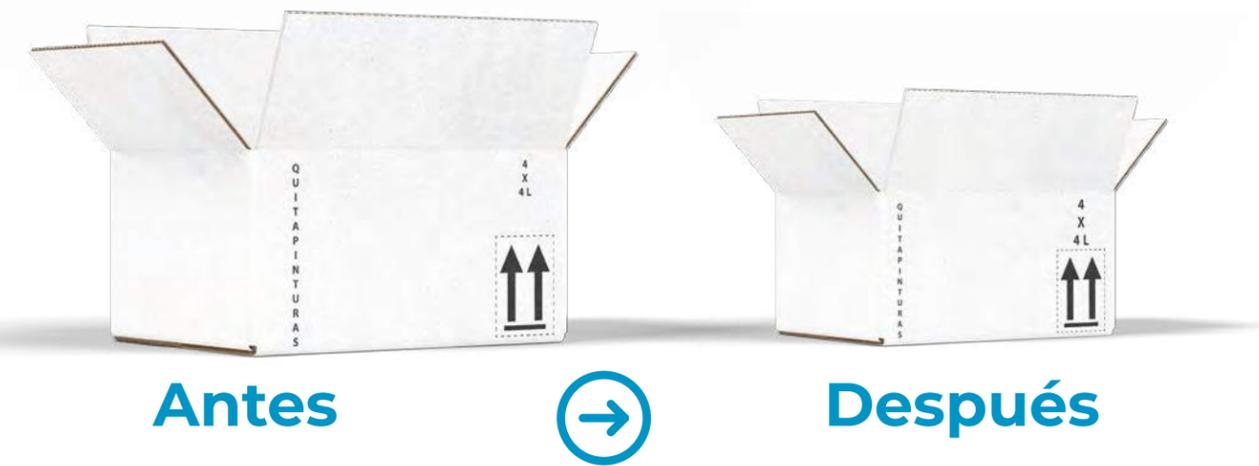
- ▶ Los contenedores para pinturas son fabricados con monomateriales, en el mercado se encuentra principalmente polietileno de alta densidad pero también se pueden producir con polipropileno. Ambos polímeros son reciclables. Las tapas son normalmente de polipropileno.
- ▶ La estrategia en términos de sostenibilidad sería volver a producir contenedores para pinturas utilizando los residuos plásticos (canecas) que generan las constructoras, involucrando a los gestores o cooperativas de reciclaje y a las empresas que producen estos envases principalmente. Se debería implementar ensayos de aceptación del material reciclado, como la resistencia al impacto, para que pueda ser utilizado como materia prima en producción de envases rígidos.
- ▶ Respecto a las recomendaciones del material reciclado se debería considerar el caso exitoso de la empresa JUNO que comercializa las dos líneas de pintura con certificación ecológica en un nuevo recipiente fabricado a partir de residuos de polipropileno. Desde enero de 2019, las pinturas B7 ecológica y B4 nature se comercializan en envases reciclados. Los cuñetes están fabricados íntegramente en polipropileno reciclado. El material recuperado procede de envases de polipropileno ya utilizados anteriormente

en el mercado que terminan en plantas de reciclaje. Sólo la tapa y la cogedera están hechas en material virgen debido a las resistencias mecánicas requeridas. Teniendo en cuenta el conjunto del cuñete, la tapa y la cogedera, este envase contiene un 80% de material reciclado [13].

3.1.3. Estrategias para una fabricación y envasado optimizado

- Procurar procesos de producción más eficientes con menor impacto ambiental. Se recomienda como estrategia realizar visita de diagnóstico a la planta para optimizar el consumo energético, también es muy importante como estrategia procurar que el material polimérico reciclado no se esté degradando durante el procesamiento por temperaturas altas en las extrusoras o tiempos de residencia prolongados.
- Respecto al envasado, es importante que el envase se diseñe para que sea reutilizable y con un coeficiente de fricción muy bajo para que la pintura no se adhiera a la superficie. El envasado podría realizarse directamente en las obras desde un tanque grande o un IBC (del inglés "Intermediate bulk container") dependiendo la demanda. De esta manera se optimizaría el uso de material polimérico porque no se van a requerir tantas canecas como en la actualidad se están necesitando.
- El ecodiseño debe tener en cuenta tanto el empaque primario en contacto con el producto como los empaques secundarios y terciarios. Se busca rediseñar logrando reducción de peso y volumen. Por ejemplo, la empresa Mongay, S.A. que fabrica pinturas, barnices y productos afines desde 1917, reduce la altura de embalaje haciendo cambios en el diseño, redujo la altura de la caja de embalaje (empaque secundario), que contiene 4 latas de 4 litros. Con esta medida consiguió disminuir el peso de la caja en 52 gramos, **figura 15**.

La empresa Pinturas Lepanto utilizaba 60 cajas de cartón (empaque secundario) para realizar los envíos de potes de pintura de 4 litros en estibas (empaque terciario). Las cajas, con capacidad para dos potes de pintura cada una, se aseguraban con una película plástica a la estiba para asegurar su transporte. El ecodiseño consistió en eliminar dichas cajas, transportando los potes directamente sobre la estiba, protegidos con la película estirable. Con esto se dejaron de utilizar 15 kg de cartón por cada envío de la estiba, **figura 16**.



▼ **Figura 15:**
Aligeramiento del envase por cambio de diseño



► **Figura 16:**
Eliminación de cajas de agrupación para el transporte de potes de pinturas en estibas

Se han implementado estrategias para sustituir envases pequeños por envases de 20 litros o mayores pero las constructoras prefieren utilizar cuñetes de 5 galones que son de más fácil manipulación.

3.1.4. Estrategias para una logística eficiente

- Considerar el transporte y las especificaciones técnicas de la materia prima, procurar alianzas con los gestores o cooperativas de reciclaje que garanticen una buena separación y calidad del material reciclado, ya que la mayoría de la materia prima que se utilizará es de fuente local, material polimérico postconsumo.

- ▶ Permitir identificar los envases de pintura base solvente que son considerados residuos peligrosos por su inflamabilidad y toxicidad y no son reciclables.

3.1.5. Estrategias para optimizar el fin de vida del envase

- ▶ Diseñar canecas reutilizables o retornables con paredes más gruesas para que tengan mayor durabilidad. El principal consumidor de estas canecas son las firmas constructoras que compran un gran número de estos envases por su facilidad de transporte y manipulación en las obras. La reutilización de estos contenedores podría hacerse por medio de una empresa que se encargue de la recolección, acondicionamiento y llenado. Otra alternativa sería por medio de un carrotanque que llene nuevamente estos contenedores con pintura blanca en las obras arquitectónicas, optimizando el transporte y la vida del envase.

3.1.6. Conclusiones y retos en la implementación de ecodiseño

Tanto el material polimérico como el diseño del empaque son campos con gran impacto ambiental, por una parte se ha discutido la importancia de reducir el uso de plástico virgen derivado del petróleo utilizando un alto porcentaje de plástico postconsumo que puede estar entre el 70% y el 80%. Se presentan diferentes mejoras en el diseño del contenedor de pinturas como alternativas más sostenibles buscando reducción de volumen con la modificación de la forma del envase y así poder apiilar mayor cantidad de contenedores. Optimización de espesores, evitar refuerzos al interior del envase, utilización de etiquetas de fácil remoción. Se resaltó la importancia de la reutilización de estos envases desde el punto de vista ambiental. La reutilización es la jerarquía más alta en la disposición de residuos frente al posible cierre del ciclo de vida del producto, se tendría que diseñar pensando en la reutilización del envase para ser utilizado nuevamente en pinturas. Este sería uno de los retos más importantes en la implementación del ecodiseño.

3.2. EMPAQUES DEL SECTOR AGROINDUSTRIAL (SACOS TEJIDOS)

Los sacos normalmente son fabricados a partir de polipropileno, con un MFI que va de 4 a 8 g/10min [14]. Algunos sacos se encuentran con una laminación de polipropileno o polietileno, normalmente para mejorar la barrera, la resistencia y la capacidad de impresión y reducir la posibilidad de fugas. Esta laminación es una aplicación de una capa de polímero fundido sobre el saco tejido, en una extrusora de laminación/recubri-

miento. Adicionalmente, algunos sacos tienen un liner interno que es una bolsa de polietileno de alta o baja densidad, que evita fugas del producto empacado o su contaminación cuando la manipulación del saco es exigente.

3.2.1. Estrategias para un diseño de empaque eficiente

- ▶ La primera recomendación consiste en optimizar el uso de materiales en estos empaques. Para poder optimizar el uso de materiales en los sacos tejidos, se recomienda cambiar los criterios de homologación de empaques y proveedores por parte de los usuarios finales. Usualmente, los usuarios de este tipo de empaques utilizan el gramaje por metro cuadrado como uno de los criterios de homologación. En su lugar, deben realizarse homologaciones basadas en pruebas de desempeño, tales como resistencias al impacto, resistencia a la penetración, resistencia a la tensión, resistencia a los ciclos de carga y descarga del saco, coeficiente de fricción, entre otros, tomando el criterio de menor gramaje como una ventaja competitiva desde el punto de vista de sostenibilidad.
- ▶ De igual forma, debe optimizarse el gramaje por metro cuadrado dependiendo del tamaño del saco y el peso del contenido. Es así como el gramaje por metro cuadrado de un saco destinado a contener 5 Kg, debería ser significativamente inferior al destinado a contener 50kg. Sin embargo, usualmente se utilizan los mismos gramajes, lo cual constituye un error de ecodiseño. Este mismo criterio debe considerarse para los liners.
- ▶ Las opciones de laminado o liners sólo deben usarse cuando son requeridos por la aplicación, de lo contrario constituyen un sobre empaque innecesario. Ejemplos de requerimientos de uso de laminados o liners incluyen evitar la fuga de producto a través del empaque, o la necesidad de una menor permeabilidad al vapor de agua.
- ▶ Es importante minimizar el área de impresión del saco, ya sea este laminado o no, buscando la utilización de tintas con base agua y colores pasteles. Una alta impresión, vuelve inviable la recuperación del producto. Se recomienda imprimir sólo un área específica del empaque en uno de los extremos, para que dicha área pueda ser fácilmente retirada en el proceso de reciclaje. Un ejemplo de usos de impresión recomendados y no recomendados se presentan en la **figura 17**.



▲ **Figura 17:** Impresión no recomendada (izquierda) y recomendada (derecha) para sacos tejidos de polipropileno.

3.2.2. Estrategias para la selección de materias primas sostenibles

- ▶ Debido a que la laminación queda íntimamente adherida al saco, es recomendable realizarla con copolímeros de propileno que son más compatibles con la resina original con la cual se fabrica el saco y mejora las operaciones de reciclaje. En términos de reciclabilidad, se recomienda priorizar las tecnologías de laminado con copolímeros de propileno sobre el uso de liners internos, y el uso de liners internos sobre los laminados con polietilenos o copolímeros de etileno.
- ▶ Los liners usualmente son producidos de polietileno, pero se trata de un sistema de dos materiales de fácil separación y que usualmente permite reducir la suciedad del saco tejido de PP, ya que este no está en contacto directo con el contenido, lo que puede representar una ventaja para productos que tiendan a generar migraciones desde el producto hacia el empaque.
- ▶ Se recomienda la incorporación de material reciclado para la generación de sacos. Se sugiere utilizar como fuente, residuos de sacos no tejidos, sin imprimir o con una baja impresión y un adecuado nivel de limpieza. Usualmente, no se logra obtener sacos fabricados con material 100% reciclado. Debe tenerse en cuenta que el material reciclado puede presentar degradación, debido a que los sacos están constantemente expuestos a la intemperie durante su vida útil. Lo anterior sugiere que es posible que se requiera acudir a tecnologías de generación de compuestos para mejorar las prestaciones del material reciclado. Finalmente, debe considerarse que si el saco resultante va a estar en contacto con alimentos, deben cumplirse todos los requisitos normativos y legales para tal fin.

3.2.3. Estrategias para una fabricación y envasado optimizado

- ▶ Como se mencionó anteriormente, la optimización del uso de materiales del empaque, va de la mano de la optimización de su gramaje, siempre y cuando se cumplan las especificaciones del empaque evaluadas mediante pruebas de desempeño requeridas para la aplicación. Para optimizar el gramaje del saco manteniendo un adecuado desempeño mecánico, se requiere incrementar la tenacidad de la cinta del saco, lo cual se logra generando una mayor orientación de la misma y una adecuada relajación de las tensiones residuales, lo que se traduce en un menor espesor de la cinta, y por lo tanto, en un menor gramaje del saco.
- ▶ También existen estrategias desde el tejido a través de la optimización del ancho de las cintas de trama y urdimbre.

3.2.4. Estrategias para una logística eficiente

- ▶ Los sacos plásticos tejidos son de fácil identificación y tienen una altísima probabilidad de estar compuestos únicamente por polipropileno. Se recomienda identificar desde la impresión del saco, aquellos que están destinados a ser utilizados para empacar sustancias peligrosas o dañinas para el proceso de reciclaje (ejemplo: arena, gravilla, etc.). De esta forma, el reciclador, en una inspección visual puede descartar rápidamente estos empaques.
- ▶ Por otro lado, se requiere involucrar en una estrategia de logística eficiente a grandes consumidores de este tipo de sacos, como plazas de mercado mayoristas y minoristas, depósitos de productos químicos, agroindustriales y de construcción, entre otros.

3.2.5. Estrategias para optimizar el fin de vida del envase

- ▶ Para facilitar el proceso de reciclaje, debe retirarse la totalidad del producto empacado.
- ▶ En caso tal que el saco tenga liner, se le recomienda al usuario final retirarlo para darle una disposición distinta.
- ▶ Como se mencionó anteriormente, los sacos que contengan productos dañinos para los equipos de reciclaje, como arena o gravilla, deben ser descartados.
- ▶ Los sacos deben ser compactados y embalados para facilitar su transporte.
- ▶ Se recomienda minimizar la exposición a la intemperie en la cadena de reciclaje para evitar degradaciones en el material por radiación UV.

3.2.6. Conclusiones y retos en la implementación de ecodiseño

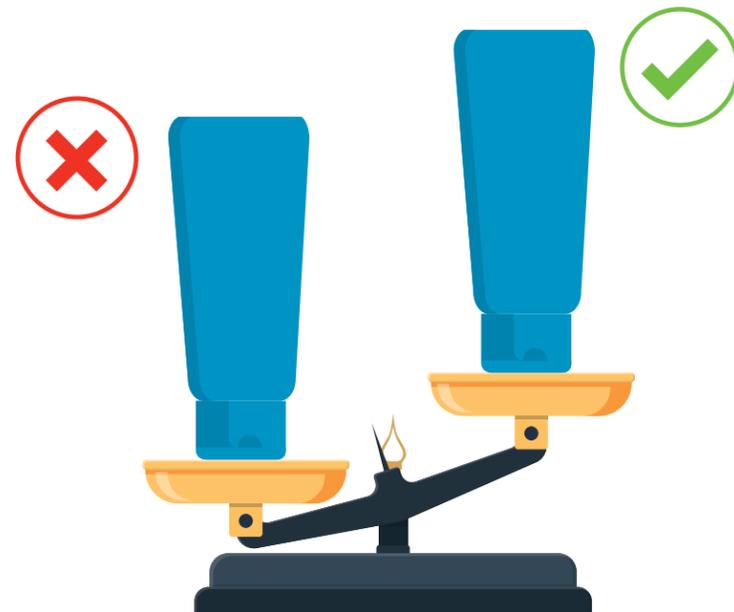
En conclusión, para el ecodiseño de sacos de polipropileno, se recomienda optimizar el gramaje acorde a las necesidades de la aplicación, priorizar el color blanco y minimizar el área de impresión usando colores pasteles para facilitar que puedan ser reciclados para la misma aplicación. Cuando se permita, se recomienda diseñar sacos con las suficientes prestaciones mecánicas para ser reutilizados varias veces. Se recomienda, en lo posible, no utilizar laminaciones o liners. En caso de requerirse laminaciones, la capa adicional debe ser de polipropileno. Los liners se recomiendan cuando el producto empacado tienda a generar migraciones de sustancias y aromas hacia el empaque, caso en el cual el liner haría las veces de una capa protectora. El ecodiseño de sacos sólo puede trasladarse a una solución sostenible en la medida en que se diseñen e implementen las estrategias de logística de recuperación de estos empaques.

3.3. EMPAQUES DE ASEO Y LIMPIEZA INDUSTRIAL, INSTITUCIONAL Y HOGAR, Y DE PRODUCTOS COSMÉTICOS DE ASEO Y CUIDADO PERSONAL

3.3.1. Estrategias para un diseño de envase eficiente

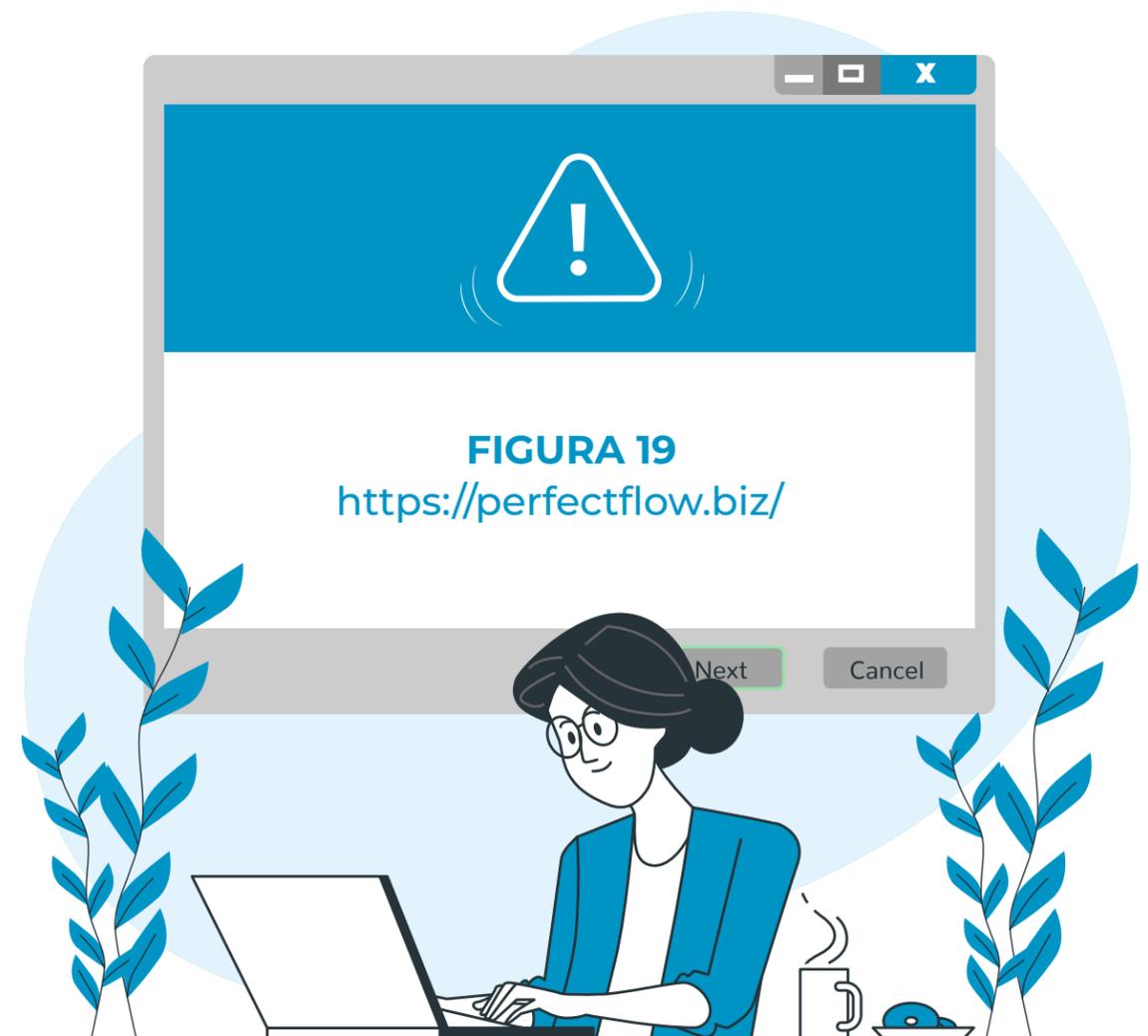
- ▶ Disminuir el peso (espesor) de los envases, desarrollando un diseño más ligero para reducir la cantidad de material, esto también conlleva cambios en los procesos de transformación, líneas de empaque y distribución.

▶ **Figura 18:**
Disminución de peso del envase



Si bien la reducción de peso es un factor importante este no debe ser el único criterio a seguir, dado que en un momento determinado puede dificultar su capacidad para ser separado o reciclado, por lo tanto este aspecto deberá ser validado con los demás actores de la cadena de valor y en conjunto con los demás criterios.

- ▶ Considerar un diseño de envase que permita hacer refill (rellenado) de los productos como detergentes y agentes de limpieza del sector industrial y hogar; y del sector cosmético o de cuidado personal, como shampoo, cremas para el cuerpo, jabón líquido, geles, etc. Esto ayuda a alargar su ciclo de vida y a reducir los residuos, un ejemplo de esto es el sistema que ofrece la compañía perfect flow, tal como se aprecia en la **figura 19**.



Si bien este sistema es ampliamente promocionado a nivel mundial como una de las estrategias exitosas para este tipo de productos, el reuso aún no se encuentra reglamentado por el Invima, por lo que se convierte en una oportunidad para el sector una vez se llegue a un consenso a nivel reglamentario

- ▶ Uso de elementos que optimicen el aprovechamiento del producto, por ejemplo: emplear revestimientos que se aplican al interior del envase y que facilitan el vaciado completo, diseñar envases boca ancha o envases boca abajo (como se aprecia en la **figura 20**), entre otras alternativas que ayudan a la extracción del contenido; de esta forma se evitan desperdicios, adicionalmente se tendrán envases más limpios al momento de disponerlos, lo que permitirá que su reciclado sea más fácil y efectiva.

Figura 20:
Envases que se pueden poner boca abajo, facilitando su vaciado



- ▶ Evitar el uso de tintas o reducir la superficie impresa, lo que significa una reducción del impacto ambiental, consecuencia del uso de estas sustancias químicas. Se recomienda que las etiquetas no cubran más de un tercio del envase, como se puede ver en la **figura 21**.



Figura 21:
Menor área impresa o etiquetas <math>< 1/3</math> del envase

- ▶ Para el caso de los productos de aseo y limpieza industrial e institucional, si el contenido tiene características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas o inflamables de acuerdo con el Decreto 4741 de 2015 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia, su envase o etiqueta deben ir adecuadamente identificados de acuerdo con el sistema global armonizado (SGA) (Decreto 1496 de 2018 del ministerio de Trabajo) para la clasificación y etiquetado de productos químicos, pues el envase de este tipo de productos es considerado como un residuo peligroso (RESPEL), tal como se puede apreciar en la **figura 22**, estos envases requieren de una gestión especial.

Figura 22:
Ejemplo de identificación para productos con contenido peligroso [16]



Las etiquetas o información en el envase deben identificarse claramente con los símbolos respectivos de acuerdo con el SGA, algunos de ellos se aprecian en la **figura 23**.



Figura 23: Ejemplos de pictogramas para algunas de las características del contenido

Ejemplos de pictogramas para algunas de las características del contenido

3.3.2. Estrategias para la selección de materias primas sostenibles

- ▶ Evitar el uso de multimateriales o cuando se utilicen diferentes materiales en el diseño del envase hay que tener en cuenta su compatibilidad y densidad, todo con el fin de facilitar su reciclabilidad tal como se aprecia en la **figura 24**. Por ejemplo el PP y PET; estos materiales tienen diferentes densidades por lo que se podrán separar por flotación/decantación durante los procesos de reciclado, lo contrario sucede con el PVC y PET, que tienen densidades similares.

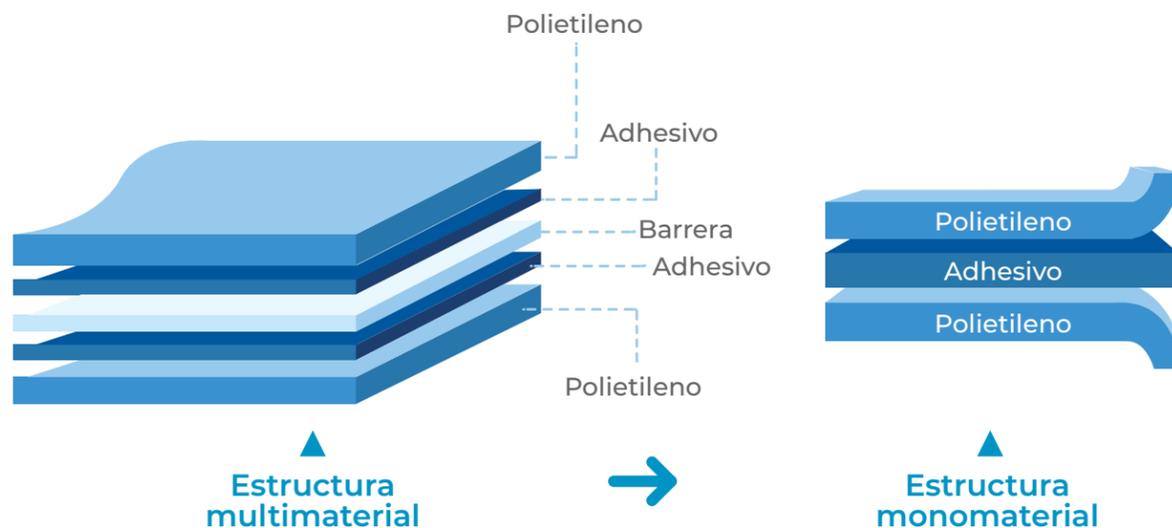


Figura 24: Ejemplo de transición al uso de un sólo material (monomaterial)

- ▶ Reducir la cantidad de plástico virgen en los envases y sustituirlos por PCR (plástico postconsumo reciclado) o biobasados, empresas como Unilever, L'Oreal, P&G han sido pioneras en esta estrategia.
- ▶ El uso de materiales biodegradables y/o compostables, sólo se recomienda en aquellos casos en que exista la posibilidad de separar el residuo de manera sistemática y se cuente con instalaciones de compostaje industrial adecuadas para este tipo de residuos, en caso de no contar con esta posibilidad el uso de estos materiales tendría un efecto más negativo que el beneficio que se busca. (Esta recomendación es aplicable a cualquier sector).
- ▶ No se recomienda el uso de aditivos pro-degradantes (oxo, oxo-bio, enzimático o similar) en combinación con los plásticos tradicionales, pues afectarán de manera significativa la cadena de reciclaje y de valorización del residuo. (Esta recomendación es aplicable a cualquier sector).
- ▶ Se recomienda tener precaución con el uso extendido de cargas inertes (carbonato de calcio, talco, o similares) ampliamente usadas para abaratar el costo del producto. Estas cargas modifican la densidad del material plástico, lo que puede dificultar su separación por densidad a lo largo de la cadena de reciclaje y disminuye la cantidad de polímero aprovechable para otras aplicaciones.

3.3.3. Estrategias para una fabricación y envasado optimizado

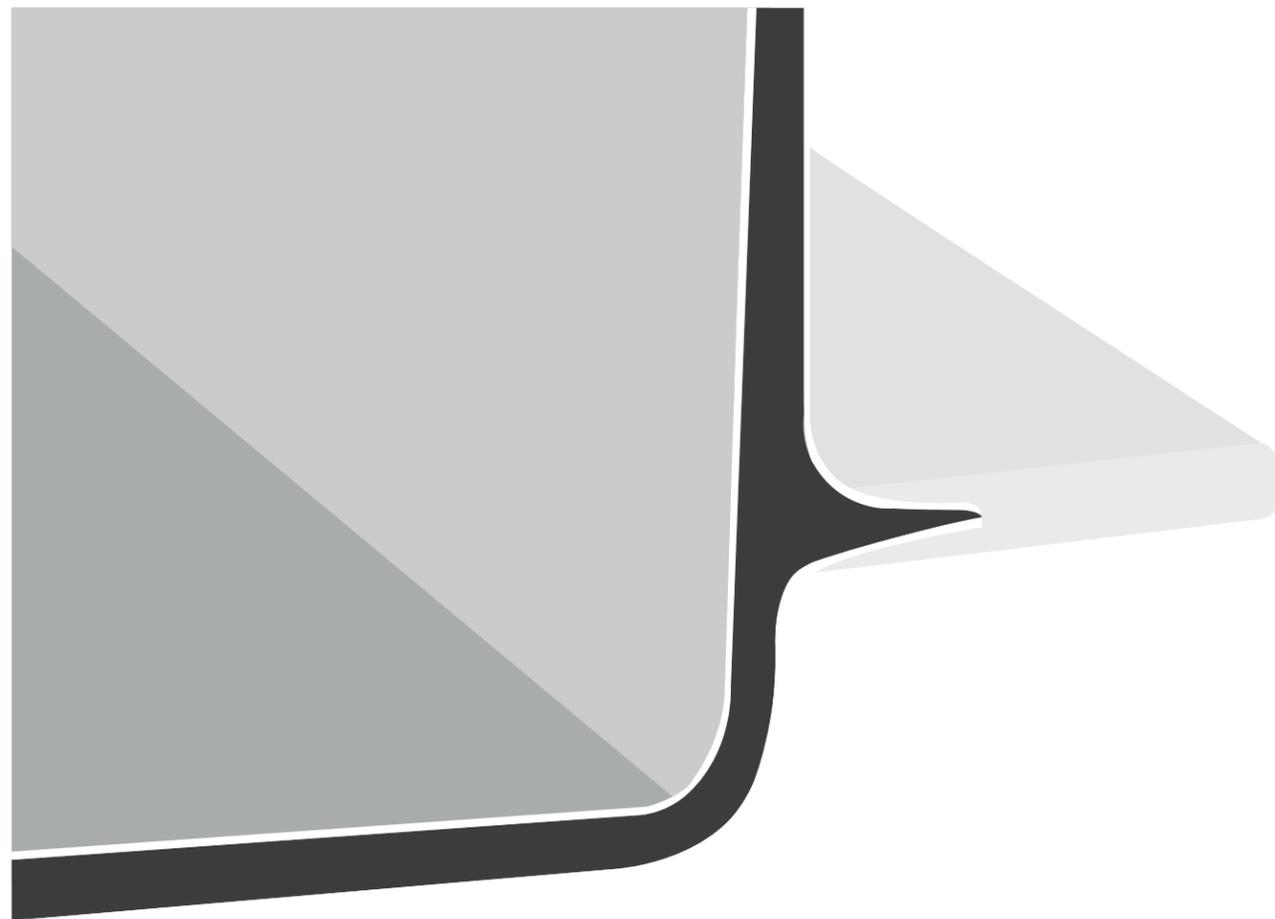
- ▶ Mejorar la eficiencia de los procesos de producción, disminuyendo la generación de residuos, las emisiones, realizando un mayor aprovechamiento de las materias primas e incrementando la eficiencia energética de estos procesos, etc. De esta forma se minimiza el impacto ambiental y se obtienen ahorros en los costos de producción. Por ejemplo: Producir un envase con material reciclado consume 80% menos de energía, emite un 67% menos de gases con efecto invernadero y utiliza menos recursos.[17]
- ▶ Una estrategia aplicable es emplear tecnologías de espumado por agentes físicos, para el moldeo por extrusión y soplado (EBM). Esta consiste en inyectar un gas especial para espumar la capa central de la botella multicapa, en consecuencia, se reduce la densidad del material y por tanto también el consumo de plástico, además las botellas conservan la misma funcionalidad que las botellas convencionales durante el llenado, transporte y manipulación. Emplear los materiales espumados no genera problemas en las tecnologías de separación de poliolefinas, porque igual flotarán en agua dulce, sin embargo, sí puede afectar la identificación de otros materiales como

el PET, debido a que éste flotará y sería descartado en los procesos tradicionales.

- ▶ Otra estrategia viable técnicamente es el uso de técnicas de “sándwich” que permitan usar el material reciclado en el centro de la pieza y recibirla con materias primas vírgenes en menor proporción (sólo aspectos estéticos) tal como se aprecia en la **figura 25** en donde el centro de la pieza es de material reciclado de color negro y las paredes son de color blanco.

Figura 25:
Ejemplo de
Inyección en
Sándwich ofrecido
por la compañía
Engel [18]

Este mismo principio puede ser usado en la fabricación de empaques flexibles por técnicas de laminación o co-extrusión, en donde la capa externa es la responsable de la apariencia del producto, permitiendo el uso al interior de material reciclado.



3.3.4. Estrategias para una logística eficiente

- ▶ Incluir una correcta identificación del material que compone el envase, para facilitar su recuperación y posterior reciclado, por ejemplo el uso de códigos QR son de gran ayuda para que los consumidores realicen una apropiada separación en casa.
- ▶ Una estrategia muy empleada en el sector cosmético es aplicar logística inversa para recuperar los envases plásticos de los productos invitando y sensibilizando a los usuarios para que entreguen los envases vacíos en puntos especiales para que puedan ser recolectados, recuperados y reciclados; ofrecer “recompensas” puede ayudar a que la estrategia sea más eficiente.
- ▶ Explorar alianzas con grandes superficies, retailers o distribuidores de los productos con el propósito de incorporar puntos de recolección específicos para los productos a valorizar.

3.3.5. Estrategias para optimizar el fin de vida del envase

- ▶ Emplear adhesivos que sean solubles en agua caliente, para facilitar la reciclabilidad.
- ▶ Evitar emplear pigmentos negros u oscuros, ya que absorben gran cantidad de luz y no podrían ser clasificados mediante los sistemas ópticos (p.ej. Infrarrojo cercano o NIR), dificultando su separación y reduciendo la calidad del material reciclado obtenido.

Figura 26:
Evitar colores oscuros



- ▶ Aplicar estrategias que impliquen la reducción del consumo de material virgen e incrementen el uso de PCR. Así lo hacen actualmente las empresas Unilever y P&G, líderes en la producción de productos para cuidado personal. Unilever asumió el compromiso de reducir a la mitad el consumo de plástico virgen y sustituirlo por plástico reciclado para 2025 y participar en el proceso de recolección para recuperar más plástico del que coloca en el mercado. Por su parte, P&G anunció en 2018 que varias de sus marcas ya utilizan un 25% de PCR en sus envases y aspira a que en 2030 el 100% de sus envases plásticos sean reciclables o reusables. También, anunció que lanzó la primera botella reciclable de shampoo Head & Shoulders fabricada con plástico recolectado de playas latinoamericanas, contribuyendo así a la limpieza de los mares y reducción del litter marino.

3.3.6. Conclusiones y retos en la implementación de ecodiseño

Si bien se han expuesto las diferentes alternativas y presentado lineamientos y mejores prácticas para abordar los criterios de ecodiseño, se debe tener en cuenta que cada aplicación deberá sopesar las diferentes alternativas planteadas y ponderar su nivel de implementación teniendo en cuenta indicadores relevantes de ecodiseño tales como:

- ◆ Relación peso del envase / peso del producto
- ◆ Porcentaje de material reciclado usado
- ◆ Cantidad de material proveniente de fuentes renovables
- ◆ Reciclabilidad del envase y valor para la cadena de reciclado
- ◆ Eficiencia logística
- ◆ Eficiencia en el procesamiento

Entre otros indicadores, y a su vez balancear los resultados bajo la óptica de un Análisis de Ciclo de Vida (ACV). De esta manera el ecodiseño se integra como eje transversal para la optimización del envase y la minimización de los impactos ambientales del mismo.

Este planteamiento a su vez plantea retos importantes para toda la cadena de valor, liderada por las marcas productoras, sus proveedores de materiales de empaque y envase y la red de comercialización y postconsumo, retos que para que sean abordados de manera exitosa suponen trabajo colaborativo incluso entre empresas o instituciones que pueden llegar a ser competidores en un mercado determinado, pero cuyo propósito superior logrará beneficios para todos.

3.4. EMPAQUES DEL SECTOR DE ACEITES Y LUBRICANTES

Los envases del sector de aceites y lubricantes normalmente son fabricados a partir de polietileno de alta densidad (HDPE), con un MFI que va de 0.3 a 2 g-10min. Sin embargo, existe una pequeña cantidad de envases de polipropileno PP en algunos territorios específicos (Australia).

3.4.1. Estrategias para un diseño de envase eficiente

Dentro de esta estrategia cabe destacar las siguientes acciones:

- ▶ Disminuir el peso (espesor) de los envases, desarrollando un diseño más ligero para reducir la cantidad de material, esto también conlleva a mejoras en los procesos de transformación y distribución. Una estrategia utilizada es retirar las sujeciones propias de los empaques para reducir la cantidad de material (Ver **figura 27**).

Figura 27: Disminución de peso del envase



- ▶ Considerar un diseño de envase que permita hacer refill de aceite y de lubricantes de manera sencilla y con poco desperdicio de producto nuevo. Esto ayuda a alargar su ciclo de vida y a reducir los residuos. (ver ejemplo Diseño de empaques reutilizables - Shell y JDO).
- ▶ Uso de elementos que optimicen el aprovechamiento del producto, por ejemplo: emplear revestimientos que se aplican al interior del envase y que facilita el vaciado completo, diseñar envases boca ancha o envases boca abajo, que ayudan a la extracción del contenido; reparar en servitecas y empresas de recolección de este tipo de residuos dispositivos B.O.B (Bottom of the Bottle, ver **figura 28**).



Con estas estrategias se busca evitar desperdicios, adicionalmente se tendrán envases más limpios al momento de disponerlos, lo que permitirá que su reciclado sea más fácil y efectivo.

- ▶ Reducir la superficie de etiquetas del producto, o usar etiquetas de fácil remoción lo que significa una reducción del impacto ambiental, consecuencia del uso de estas sustancias químicas (ver **figura 29**).

Figura 29: Menor área impresa o etiquetas < 1/3 del envase



3.4.2. Estrategias para la selección de materias primas sostenibles

- ▶ Continuar evitando el uso de multimateriales para facilitar la reciclabilidad. El sector de aceites y lubricantes en su gran mayoría utiliza HDPE para sus envases y una pequeña cantidad de PP. Se recomienda a las empresas fabricantes de este tipo de productos en PP, migrar su producción a HDPE para mejorar sus porcentajes de aprovechamiento.
- ▶ Reducir la cantidad de plástico virgen en los envases y sustituirlos por PCR (plástico postconsumo reciclado). (Ver ejemplo Incorporación de material reciclado en envases - Incoplas S.A. Sección 4.5.1).

3.4.3. Estrategias para una fabricación y envasado optimizado

Algunas acciones relacionadas con esta estrategia son:

- ▶ Mejorar la eficiencia de los procesos de producción, disminuyendo la generación de residuos y emisiones, realizando un mayor aprovechamiento de las materias primas e incrementando la eficiencia energética de estos procesos, etc. De esta forma se minimiza el impacto ambiental y se obtienen ahorros en los costos de producción.

3.4.4. Estrategias para una logística inversa eficiente

- ▶ Incluir una correcta identificación del material que compone el envase, para facilitar su recuperación y posterior reciclado por parte de los gestores de este tipo de productos.
- ▶ Una estrategia muy empleada en el sector de envases de aceites y lubricantes es aplicar logística inversa para recuperar los envases plásticos de los productos. Mientras que en las servitecas locales no se hace entrega del residuo al consumidor para que este no disponga inadecuadamente de él, los establecimientos de venta de este tipo de productos a consumidores finales han implementado pagos a los consumidores que devuelven los envases usados para ayudar a que la estrategia sea más eficiente.
- ▶ Evitar el uso de pigmentos negros en específico el negro mate, ya que absorben gran cantidad de luz y no podrían ser clasificados mediante los sistemas ópticos FTIR, dificultando su separación en líneas de separación industrializadas (ver ejemplo ENI IBERIA S.L.U. Sección 4.5.2).

Figura 30:
Evitar pigmentos
negros



3.4.5. Estrategias para optimizar el fin de vida del envase

- ▶ Aplicar estrategias de inclusión de material recuperado post consumo en envases nuevos por medio de la adecuada limpieza y reciclado de envases desechados. Empresas como Shell y TOTAL QUARTZ ya realizan dichas prácticas en sus empaques.
- ▶ Para facilitar el proceso de reciclaje, debe retirarse la totalidad del producto empaquetado.

3.4.6. Conclusiones y retos en la implementación de ecodiseño

- ▶ En conclusión, para el ecodiseño de envases de aceites y lubricantes, la principal recomendación es mantener la producción de envases monomateriales de polietileno de alta densidad para garantizar una homogeneidad en la materia prima. Se debe priorizar el uso de colores claros y minimizar el área de etiquetas para facilitar que puedan ser reciclados para la misma aplicación. Cuando se permita, se recomienda utilizar la mayor cantidad de material recuperado posible para disminuir los impactos asociados a la extracción de materias primas. El ecodiseño de envases de aceites y lubricantes sólo puede trasladarse a una solución sostenible en la medida en que se diseñen e implementen las estrategias de logística de recuperación de este tipo de envases para que controladamente se realice la disposición adecuada de los residuos de aceite y lubricantes remanentes en los envases.

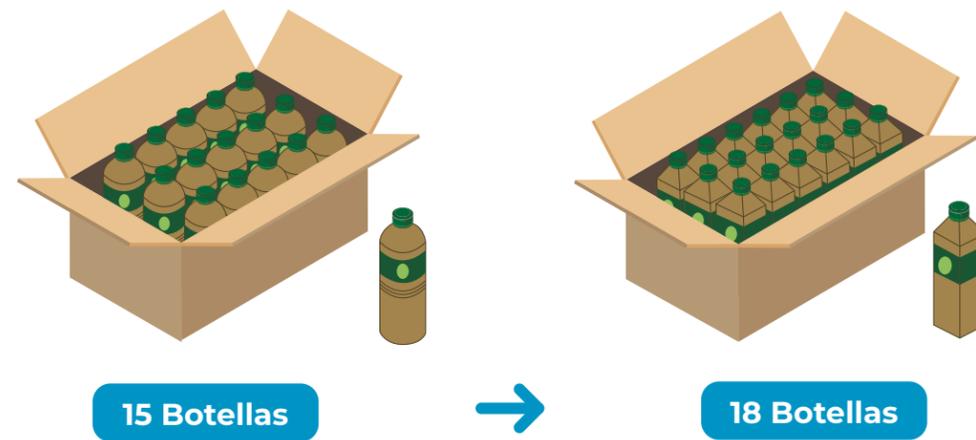


3.5. Consideraciones complementarias: empaques secundario y terciario

Dentro de las estrategias de ecodiseño, no es suficiente considerar sólo el empaque primario (aquel que está en contacto directo con el producto) los empaques secundarios y terciarios también aportan impactos ambientales, por lo que estos deberán ser tenidos en cuenta con las mismas consideraciones que para los primarios. Por ejemplo, Ecoembes ha publicado unas medidas de prevención que incluyen los empaques secundarios y terciarios [19], dentro de las cuales se resaltan:

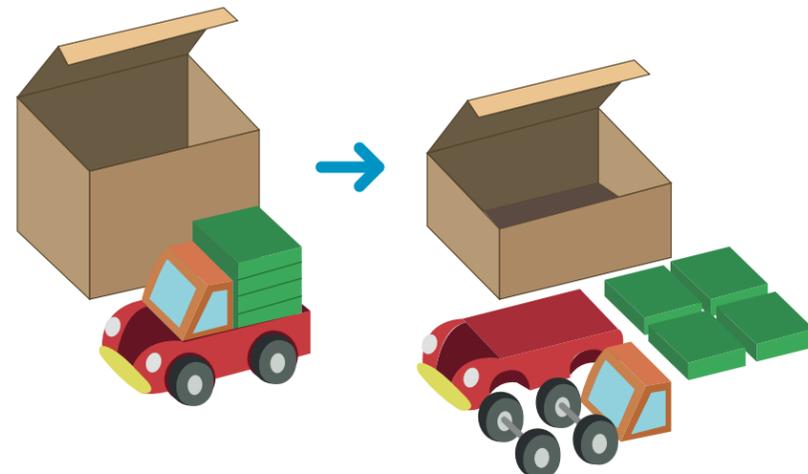
Figura 31: Aumento en la eficiencia del uso del empaque secundario (tomado de [19])

- ▶ **Aumento de las unidades de envase primario por cada envase secundario:** un ejemplo de esto se aprecia en la **figura 31**.



- ▶ **Reducción del volumen del producto:** para utilizar una menor cantidad de envase (productos apilables, concentrados, desmontables, etc.) tal como se ejemplifica en la **figura 32** lo cual optimiza el uso del empaque secundario.

Figura 32: Reducción del volumen del producto (tomado de [19])



- ▶ **Optimización en la forma de paletización:** una adecuada distribución, reorganización o redimensionamiento permite optimizar la cantidad de material en los pallet o estibas, disminuyendo el uso por unidad de producto de película stretch por ejemplo, tal como se ejemplifica en la **figura 33**.

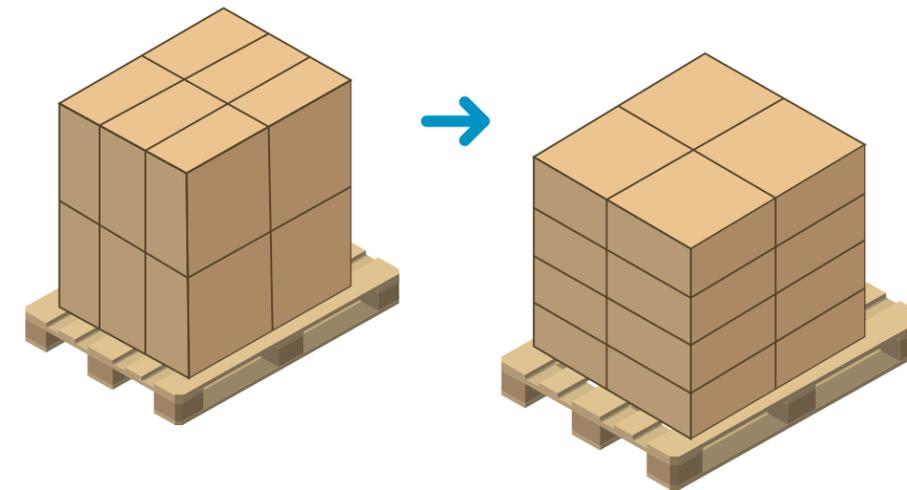


Figura 33: Optimización en la forma de paletización

- ▶ **Sustitución por elementos reutilizables:** en ocasiones es necesario balancear el criterio de reducción con el de reutilización y determinar el impacto de usar menor cantidad de material pero de manera más frecuente que un empaque más robusto pero que permita su reutilización más de una vez, tal como se ejemplifica en la **figura 34**.

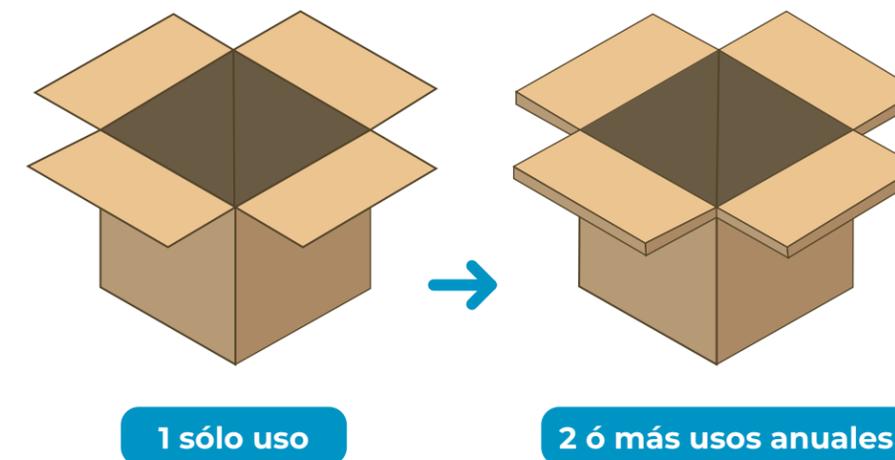


Figura 34: Reutilización para los empaques secundarios

CAPÍ-
cuatro
TULO

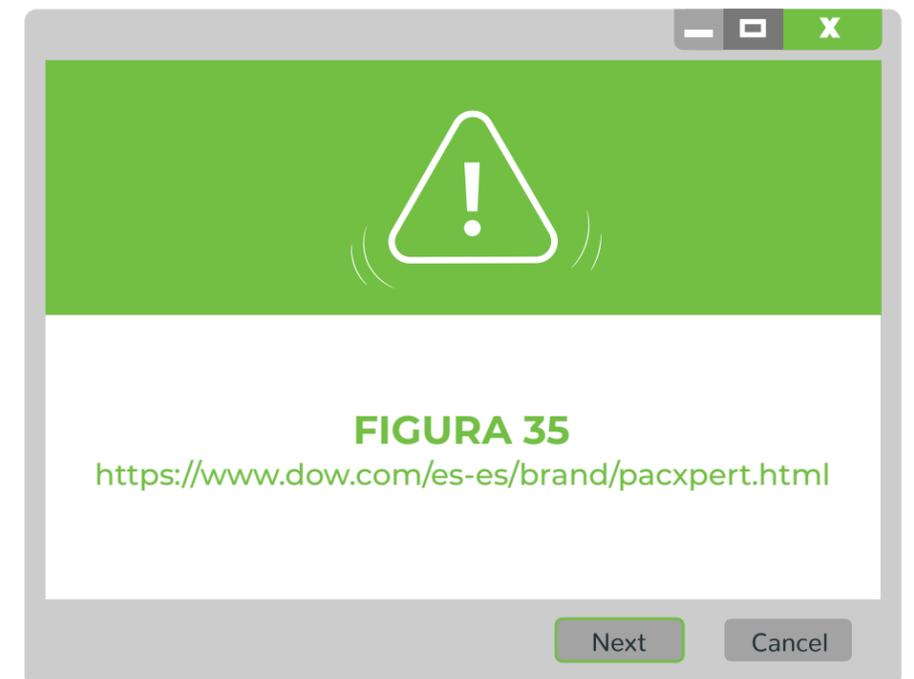


Casos prácticos

4.1. EJEMPLOS EMPAQUES DEL SECTOR DE PINTURAS ARQUITECTÓNICAS

4.1.1. Disminución en la utilización de material de empaque

La empresa DOW, una de las principales compañías de la industria química que produce una gran variedad de plásticos como polietileno, polipropileno, poliestireno, poliuretanos y cauchos sintéticos, ha desarrollado y patentado un empaque flexible como alternativa a los contenedores rígidos. Este puede ser usado por el sector de pinturas, llamado "PacXPERT®", ver **figura 35**, como una alternativa sostenible y flexible dentro del concepto de economía circular, el cual es reutilizable y reciclable después del uso. Este producto es flexible y liviano permitiendo reducción de costos en el almacenamiento y transporte, contribuyendo a la reducción de emisiones de dióxido de carbono a la atmósfera. Este caso exitoso muestra como los empaques necesitan ser sostenibles desde el diseño y el uso diario.



4.1.2. Reutilización y reincorporación de material reciclado

La empresa Crown ha desarrollado contenedores para pinturas con material 100% reciclado, ver **figura 36**, mediante un innovador proceso de manufactura utilizando polipropileno reciclado proveniente de botellas de shampoo, de yogurt y plásticos del hogar.

Las empresas Veolia Polymers, Verstraete y otras compañías han unidos esfuerzos para desarrollar contenedores para pinturas con material reciclado post consumo 100% reciclado, ver **figura 36**.

Pinturas Juno S.A de España incorpora envases fabricados con un 80% de material reciclado en el sector de la pintura. La empresa obtuvo el certificado EPD-DAP Cradle to Grave para todos sus productos base agua de interior y exterior, lo que contribuye a obtener los certificados de edificación sostenible LLED y BREEAM. Además en 2021 JUNO obtuvo la EPD-DAP para sus gamas de esmaltes y barnices [13].



4.2 EJEMPLOS EMPAQUES DEL SECTOR AGROINDUSTRIAL (SACOS DE PP)

4.2.1 Disminución en la utilización de material de empaque.

Una importante empresa agroindustrial colombiana decidió cambiar la estrategia para homologar sus empaques y seleccionar sus proveedores de sacos de polipropileno tejido. Normalmente, el único criterio técnico utilizado para la decisión de compra era el cumplimiento de la especificación de gramaje, en donde debía cumplirse con un valor nominal, dentro de una variabilidad aceptable.

En su lugar, se definieron una serie de pruebas de desempeño diseñadas a la medida para la aplicación del saco, en donde se dejó libertad de variar el gramaje por metro cuadrado del saco. De hecho, como criterio de selección para estimular aspectos económicos y de sostenibilidad, se le daba una mayor puntuación al proveedor que ofreciera una disminución en el uso de materiales. Las pruebas de desempeño incluían:

- ◆ Coeficiente de fricción en el sentido de la trama y la urdimbre superior a un requerimiento.
- ◆ Resistencia a la caída: esta caída se hacía sobre las caras del saco, el fondo y el cierre. La altura de la caída se definía acorde con la aplicación.



Figura 36:

Imagen de referencia de envases de pinturas que pueden usar material reciclado

- ◆ Resistencia a la fatiga: número de ciclos de cargue y descargue y otros esfuerzos a los cuales puede estar sometido el saco durante el proceso logístico sin presentar fallas.
- ◆ Resistencia a la penetración en los sacos sin que se presente falla.

Definidas las especificaciones, se invitó a tres proveedores a proponer alternativas de sacos para diferentes aplicaciones y pesos del producto empacado. Los proveedores optimizaron sus condiciones de proceso y el diseño del tejido, obteniendo, a modo de ejemplo las siguientes mejoras para dos de las referencias analizadas:

- ◆ Para un saco destinado a empacar un producto de 10 Kg netos se tenía anteriormente un requerimiento de peso base de 75g/m² con una variabilidad aceptable de ±5%. Para este producto, se estimaba un consumo de 14.000 sacos al mes. Con el cambio de criterios técnicos en la compra, todos los proveedores propusieron sacos de menor gramaje que el original, cumpliendo todos con las pruebas de calidad. El saco de mejor desempeño fue el del proveedor 1 con un gramaje de 58g/m². Este saco representaría un ahorro de 1.8 toneladas de material plástico de empaque puesto en el mercado por año, sólo en esta referencia.
- ◆ Para un saco destinado a empacar un producto de 25Kg netos se tenía anteriormente un requerimiento de peso base de 75g/m² con una variabilidad aceptable de ±5%. Para este producto, se estimaba un consumo de 104.000 sacos al mes. Con el cambio de criterios técnicos en la compra, sólo un proveedor (proveedor 2) propuso un saco de menor gramaje que el original, cumpliendo todos con las pruebas de calidad. El nuevo saco propuesto tenía un gramaje de 65g/m². Este saco representaría un ahorro de 8.6 toneladas de material plástico de empaque puesto en el mercado por año, sólo en esta referencia.

4.2.2 Reutilización y reincorporación de material reciclado dentro de sacos de polipropileno

En la medida de lo posible, y de acuerdo a la aplicación, se debe procurar la reutilización de los sacos de polipropileno, de esta forma se maximiza su uso, y se disminuye su impacto ambiental. Sacks and Bags ofrece este tipo de sacos prometiendo durabilidades de hasta 8 años. Los sacos reutilizables son abiertos (sin coser) y deben utilizar porcentajes bajos de material reciclado para garantizar su durabilidad. Un ejemplo de estos sacos se presenta en la **figura 37**.

La incorporación de material reciclado es posible en los sacos de polipropileno. Usualmente, no es fácil de lograr porcentajes altos. Sin embargo, Sacks and Bags ha logrado poner en el mercado sacos hechos de 70% de material reciclado. En ese caso, agregan agentes de resistencia UV para extender su vida útil. Un ejemplo de estos sacos se presenta en la **figura 37**.

Figura 37:
imagen de referencia de sacos de polipropileno que pueden fabricarse con material reciclado

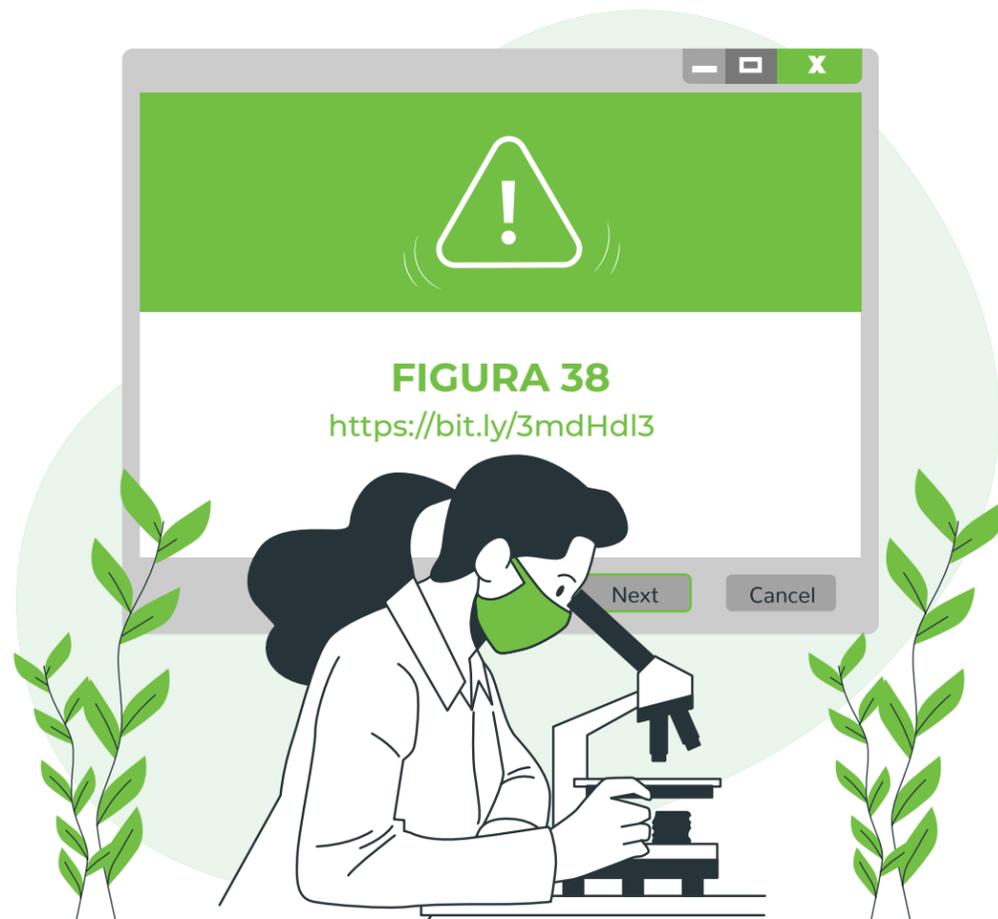


4.3. EJEMPLOS EMPAQUES DEL SECTOR DE ASEO Y LIMPIEZA INDUSTRIAL, INSTITUCIONAL Y HOGAR

4.3.1. Reducción de peso de los envases [25]

Incoplas S.A.

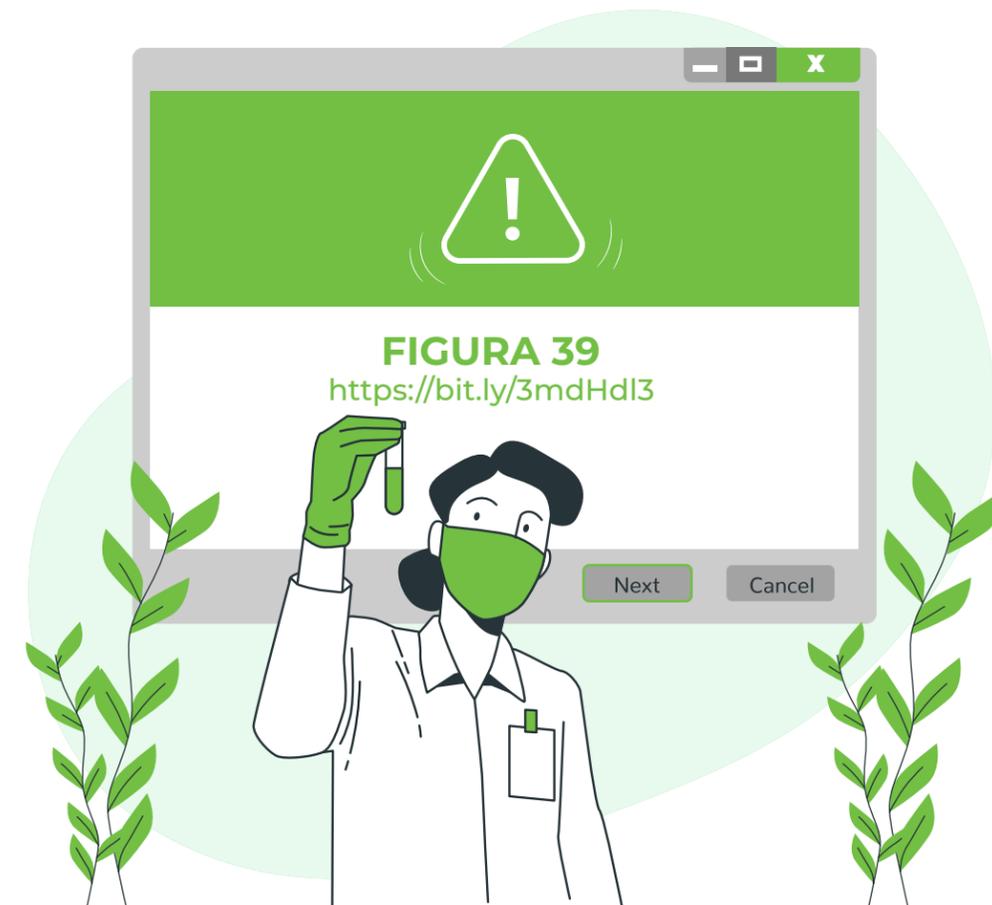
La botella LSO representa una innovación tecnológica gracias a su proceso de fabricación y a su fin de vida, ya que se fabrican con HDPE biorientado, lo que permite una reducción del peso de la fuente del 45%, adicionalmente ofrece propiedades mecánicas mejoradas de las botellas. Según la compañía, los análisis del ciclo de vida han demostrado que la reducción de la fuente de resina es el factor principal para reducir el impacto medioambiental durante toda la vida útil de las botellas de plástico. Las botellas LSO se pueden emplear en aplicaciones de botellas de plástico y productos químicos domésticos, como el cuidado del cuerpo o la alimentación, como se observa en la **figura 38**.



4.3.2. Optimización del uso del producto [25]

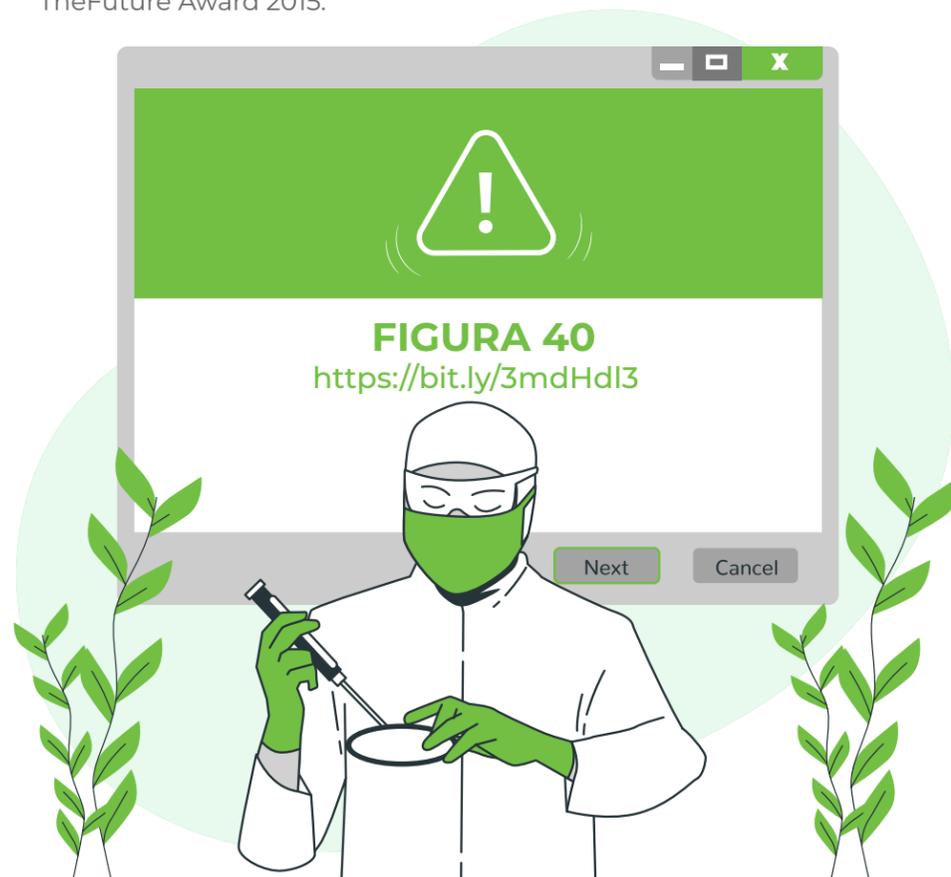
Georg MENSHEN GmbH & Co K.

Desarrollaron un sistema de dosificación donde la extracción de producto (y al mismo tiempo la dosificación de la siguiente dosis) se realizan en una sola operación y por lo tanto es adecuado para su uso con líquidos, geles, polvos y gránulos. El volumen medido se cambia reemplazando el componente de medición inferior o ajustándose como se desee. El sistema contribuye a una mejora de apariencia del producto, ya que éste resalta en el punto de venta, y al ser principalmente funcional, le confiere un valor añadido que influye positivamente en la decisión de compra del consumidor, puesto que una dosificación exacta de los detergentes, agentes de limpieza o concentrados puede ser necesaria o deseable por varias razones. Una dosificación incorrecta conduce a cambios no deseados en las propiedades del producto y una dosis excesiva cuesta dinero y contamina innecesariamente el medio ambiente. Por lo tanto, este sistema de medición también contribuye activamente a la protección del medio ambiente.

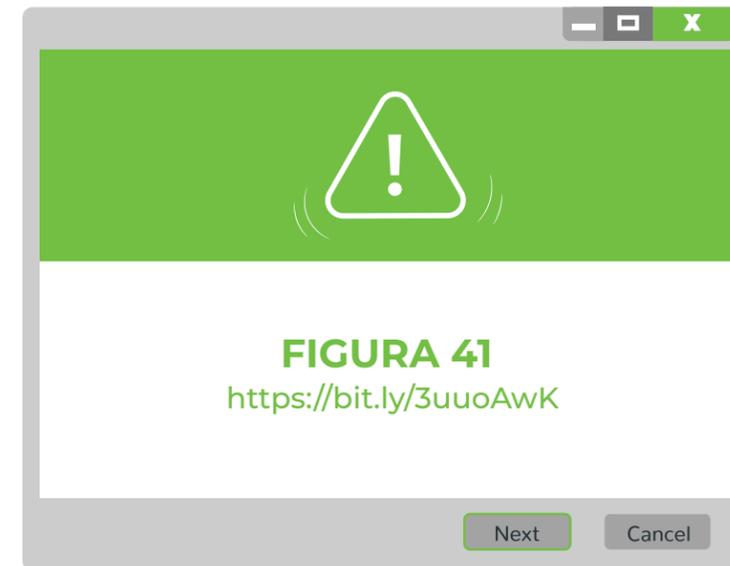


Ozembal

Más que una botella, es un sistema de envasado inteligente que proporciona la dosis adecuada. Es económico, ecológico, minimiza los residuos, estético y muy práctico. Con un sistema “Fácil de usar”: voltee el frasco boca abajo / gírelo de la manera correcta hacia arriba / La dosis estará lista / Abra la tapa / Vierta: solo se administra la dosis correcta. El sistema se adapta a todas las formas y tamaños y es posible de producir en cualquier color. Fue premiado en la Categoría de Beneficio Social, en Pack-TheFuture Award 2015.

**Aptar Beauty + Home [26]**

Runway ofrece al consumidor una opción de acción de pulverización: accionar verticalmente o mediante el gatillo para una máxima facilidad de uso. La actuación vertical estándar es adecuada para aplicaciones breves y precisas, mientras que usar el gatillo integrado es la opción más conveniente para un uso prolongado. El fabricante menciona que Runway se puede bloquear de forma segura utilizando una tecnología integrada de giro y el sistema de cerradura con piezas no extraíbles proporciona una portabilidad de valor agregado para la distribución del comercializador y el transporte del consumidor.

**4.3.3. Selección de materiales sostenibles****ALPLA Werke Alwin Lehner GmbH & Co KG [27]**

Esta innovación se trata de botellas de HDPE producidas en tecnología de moldeo por extrusión- soplado que tienen las siguientes particularidades:

- ◆ Por primera vez hecho de material 100% reciclado de las “Yellow Bag” (materiales reciclados postconsumo).
- ◆ Mantener la apariencia familiar, la impresión de calidad y la imagen de la marca sin reducir la seguridad del producto. Desde septiembre de 2016, las primeras botellas producidas en este grado están en el mercado alemán, designadas para productos y agentes de limpieza.

Figura 42: Imagen de referencia de botella de HDPE que pueden fabricarse de material 100% reciclado



4.4. EMPAQUES DE PRODUCTOS COSMÉTICOS DE ASEO Y CUIDADO PERSONAL

4.4.1. Reducción de peso de los envases [25]

ALPLA Werke Alwin Lehner GmbH & Co KG

En esta innovación se emplea la tecnología MuCell, que consiste en inyectar un gas especial en la capa central de una botella multicapa, induciendo a la formación de espuma, el proceso es puramente físico y no requiere ningún aditivo químico. En consecuencia, se reduce la densidad del material y por tanto también el consumo de plástico; el grosor de la pared de la botella sigue siendo el mismo. Esto significa que las botellas tienen la misma funcionalidad que las botellas convencionales durante el llenado, transporte y manipulación. Además, se conserva la percepción y el diseño del producto para el consumidor y la apariencia del producto en el punto de venta para el productor / comercializador. En consecuencia, las botellas son 100% reciclables (**figura 43**). Según la empresa, esta tecnología es otra contribución importante destinada a conservar recursos e introducir soluciones de envasado más sostenibles en el mercado.

Figura 43: Imagen de referencia de botella de cuidado personal de HDPE que pueden fabricarse con una estructura multicapa y espumada



4.4.2. Optimización del uso del producto

LiquiGlide [28]

El revestimiento denominado LiquiGlide (“Deslizador de Líquidos”) fue desarrollado en el Instituto de Tecnología de Massachusetts, y consiste en una técnica que crea una capa a base de nanotecnología que se aplica al interior de una botella y que facilita el vaciado completo del contenido de cualquier envase (**figura 44**). Otro factor muy importante es su contribución al reciclaje, el poder tener envases más limpios permitirá que su reciclado sea más fácil y efectivo.



Figura 45: imagen de referencia de envases de distribución de crema cosmética que pueden incorporar material reciclado



RPC Bramlage [29]

Un sistema de envasado 100% plástico que consta de una botella y una bomba dispensadora que contiene una válvula unidireccional que ha sido desarrollada para dispensar cremas cosméticas muy viscosas, lo que ayuda a reducir las pérdidas de producto en la botella (**figura 45**). Además, la botella “Airless” permite integrar plástico postconsumo reciclado (PCR) en la capa externa y entre esta capa de PCR y la fórmula cosmética se coloca una barrera funcional que protege la fórmula contra una posible migración del plástico PCR.

4.4.3. Selección de materiales sostenibles

Colgate - Palmolive [30]

En marzo de 2020, la compañía Colgate lanzó el primer tubo colapsible de pasta de dientes reciclable (ver **figura 46**), con el propósito de asegurar la compatibilidad real con un flujo de reciclaje existente y de alejarse de los empaques multimateriales y fabricar productos con material más homogéneo; esto debido a que los tubos de pasta dental plantean un problema para el reciclaje ya que, por lo general, constan de varias capas de diferentes plásticos generalmente intercaladas con una fina capa de aluminio. Dado que las diferentes capas no se pueden volver a separar, es prácticamente imposible reciclarlas de la forma convencional.

Este tubo colapsible de Colgate está hecho de polietileno de alta densidad (HDPE), que también se utiliza en la industria alimentaria de EE.UU para fabricar botellas de plástico para leche. Sin embargo, el HDPE se había considerado demasiado rígido y quebradizo para producir un tubo colapsible; este es precisamente el mayor desafío en el cambio a monomateriales. Colgate dice que ha encontrado una manera de combinar diferentes grados y espesores de película de HDPE para cumplir con los estándares de reciclaje y, al mismo tiempo, ser lo suficientemente flexible como para permitir que el tubo se comprima cómodamente.

Figura 46: imagen de referencia de un tubo colapsible de pasta de dientes



Albéa [31]

Los tubos patentados Greenleaf están compuestos por estructuras laminadas totalmente de plástico para el cuidado bucal, así como para el cuidado personal y las marcas farmacéuticas de venta libre. Por su diseño ecológico ofrecen un impacto medioambiental menor que las estructuras estándar a base de aluminio. Su red de barrera más ligera asegura una protección óptima de la fórmula para todas las aplicaciones. Además las propiedades mecánicas de su estructura fuerte y su tapa de PE podrían incluso resistir la eliminación del embalaje secundario.

Las pruebas de la Asociación de Recicladores de Plástico (APR) garantizan que los envases son compatibles con los flujos de reciclaje de botellas de HDPE y por lo tanto, pueden unirse a un proceso de reciclaje eficiente existente.



4.5. EMPAQUES DEL SECTOR DE ACEITES Y LUBRICANTES

4.5.1. Incorporación de material reciclado en envases - Incoplas S.A.

La empresa fabricante de envases para el sector automotriz Incoplas S.A. fue ganadora de un premio en la categoría de Ecodiseño en los premios PackTheFuture-Sustainable Plastic Packaging Awards del 2018 otorgado por ELIPSO (Asociación francesa de envases plásticos y flexibles) y la

Figura 47: imagen de referencia sobre tubos colapsibles usados para la higiene bucal

Figura 48: asociación Alemana de empaques plásticos y flexibles (IK). El envase desarrollado contiene al menos 50% de material recuperado, manteniendo la calidad y las prestaciones de la aplicación[29]. Un ejemplo de los envases desarrollados se encuentra en la **figura 48**.
Imagen de referencia de envases del sector automotriz que puede incorporar material postconsumo



4.5.2. Diseño de empaques reutilizables - Shell y JDO

La empresa fabricante de aceites de motor Shell fue ganadora del premio en innovación en empaques y diseño sostenible en los PAC Global Leadership Awards del 2021[32] con el envase de su producto Shell Helix Ultra Net Zero Carbon (ver **figura 49**). El premio fue otorgado debido a que el envase está pensado para ser reutilizado hasta 100 veces antes de pasar a un proceso de aprovechamiento o reciclaje. El envase es fabricado por la empresa JDO y considerando la necesidad de fabricar un empaque pensado en todo el ciclo de vida del producto, así como en la capacidad de ser limpiado fácilmente y la durabilidad del producto. Este envase fue diseñado en el marco de la estrategia de basura-cero “Loop”, que espera recolectar, limpiar y reutilizar estos empaques bajo el esquema de lecheros del siglo pasado.



Figura 49: Imagen de referencia de envases del sector automotriz que pueden ser reutilizables

4.5.3. Cambio de color del envase - ENI IBERIA S.L.U.

La empresa ENI IBERIA realizó el cambio del color de la botella de lubricante de 1 litro para los aceites de la línea Fórmula Moto de negro a dorado. Esta acción busca mejorar los procesos de identificación y reciclado del envase.

Figura 50: Cambio de color en envases de lubricante de 1 litro [33]



Antes → Después

BIBLIO-
Bibliografía
GRAFÍA

- [1] 14:00-17:00, «ISO 14006:2011», ISO. <https://www.iso.org/cms/render/live/en/sites/isoorg/contents/data/standard/04/32/43241.html> (accedido mar. 29, 2021).
- [2] 14:00-17:00, «ISO 14040:2006», ISO. <https://www.iso.org/cms/render/live/en/sites/isoorg/contents/data/standard/03/74/37456.html> (accedido mar. 29, 2021).
- [3] 14:00-17:00, «ISO 14001:2015», ISO. <https://www.iso.org/cms/render/live/en/sites/isoorg/contents/data/standard/06/08/60857.html> (accedido mar. 29, 2021).
- [4] Directiva 94/62/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 20 de diciembre de 1994, relativa a los envases y residuos de envases, vol. OJ L. 1994.
- [5] Cegesti, M. Crul, y J. C. Diehl, Manual para la implementación del ecodiseño en Centroamérica. San José, C.R.: CEGESTI, 1999.
- [6] Guía de ecodiseño de envases y embalajes. ©Ecoembes, ©INHOBE, 2017.
- [7] «Core Principles for the Recyclability of Plastics». <https://www.bpf.co.uk/design/recyclability-by-design.aspx> (accedido abr. 20, 2021).
- [8] «Verification and examination of recyclability», Institut cyclos-HTP. <https://www.cyclos-htp.de/publications/r-a-catalogue/> (accedido abr. 20, 2021).
- [9] «Certificación / Label – Recyclclass». <https://recyclclass.eu/es/recyclclass/certificacion-label/> (accedido abr. 20, 2021).
- [10] «Sello Ambiental Colombiano | Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible». <https://www.minambiente.gov.co/index.php/component/content/article/366-plantilla-asuntos-ambientales-y-sectorial-y-urbana-19> (accedido may 04, 2021).
- [11] «Rectangular paint bucket 7Euromarine .5L». <https://www.nootica.com/rectangular-paint-bucket-7euromarine-5l.html> (accedido abr. 15, 2021).
- [12] «HTB1a4pWKeySBuNjy1zdq6xPxFXah.jpg (600×600)». <https://sc04.alicdn.com/kf/HTB1a4pWKeySBuNjy1zdq6xPxFXah.jpg> (accedido abr. 15, 2021).
- [13] «Pinturas JUNO incorpora envases fabricados con un 80% de material reciclado en el sector de la pintura.», Ecoembes, oct. 05, 2020. <https://www.ecoembes.com/es/empresas/empresas-adheridas/ecodiseno/pinturas-juno-incorpora-envases-fabricados-con-un-80-de> (accedido abr. 21, 2021).
- [14] GreenMax, «The recycle of PP woven bag». <https://www.intcorecycling.com/the-recycle-of-pp-woven-bag.html> (accedido ene. 13, 2021).
- [15] admin, «Home», PerfectFlow Fluid Dispenser. <https://perfectflow.biz/> (accedido abr. 16, 2021).
- [16] «Riesgo químico: El Reglamento CLP avanza a buen ritmo.» <http://riesguquimicu.blogspot.com/2011/10/el-reglamento-clp-avanza-buen-ritmo.html> (accedido abr. 16, 2021).
- [17] Ecoplas, «INNOVACIÓN Y SUSTENTABILIDAD DE LOS PLÁSTICOS PARA ENVASES COSMÉTICOS Y PRODUCTOS DE CUIDADO E HIGIENE PERSONAL», Ecoplas, Publicación N°58, Diciembre 2020. [En línea]. Disponible en: www.ecoplas.org.ar.
- [18] «» Types of sandwich injection moulding», ENGEL Blog. <https://www.engelglobal.com/en/dk/blog/types-of-sandwich-injection-moulding.html> (accedido abr. 16, 2021).
- [19] «medidas-de-prevencion.pdf». Accedido: abr. 20, 2021. [En línea]. Disponible en: https://www.ecoembes.com/sites/default/files/archivos_publicaciones_empresas/medidas-de-prevencion.pdf.
- [20] «BOB, the Bottom Of the Bottle Oil Recovery System». <http://www.bob2000.com/> (accedido abr. 15, 2021).
- [21] «PACXPERTTM». <https://www.dow.com/en-us/brand/pacxpert.html> (accedido abr. 15, 2021).
- [22] «100% recycled plastic containers», Crown Paints. <https://www.crownpaints.co.uk/crown/sustainability/100-percent-recycled-plastic-containers> (accedido ene. 27, 2021).
- [23] «Reuseable Recyclable Sacks from Sackmaker». <https://sackmaker.com/70-percent-recycled-kerbside-bags.html> (accedido abr. 14, 2021).
- [24] «70% Recycled Kerbside Bags | Kerbside Recycling Bags from Sackmaker». <https://sackmaker.com/70-percent-recycled-kerbside-bags.html> (accedido abr. 14, 2021).
- [25] «2015 Companies and Products Awarded», PackTheFuture 2020, oct. 19, 2016. <http://www.packthefuture.com/en/gallery/1394-2/2015-companies-products-awarded/> (accedido abr. 09, 2021).
- [26] «2014 Companies and Products Awarded», PackTheFuture 2020, mar. 16, 2015. <http://www.packthefuture.com/en/gallery/2014-edition/2014-companies-products-awarded/> (accedido abr. 13, 2021).
- [27] «2017 Companies and Products Awarded», PackTheFuture 2020, may 23, 2017. <http://www.packthefuture.com/en/2017-companies-products-awarded/> (accedido abr. 13, 2021).
- [28] «LiquiGlide is Revolutionizing the Way Liquids Move». <https://liquiglide.com/> (accedido abr. 09, 2021).
- [29] «2018 Companies and Products Awarded», PackTheFuture 2020, oct. 29, 2019. <http://www.packthefuture.com/en/gallery/gewinner-2018/> (accedido mar. 29, 2021).

BIBLIOGRAFÍA

[30] «FAQ Toothpaste | Colgate®». <https://www.colgate.com/en-us/power-of-optimism/faq> (accedido abr. 12, 2021).

[31] «Greenleaf tube», Albéa, sep. 24, 2018. <https://www.albea-group.com/en-gb/products/greenleaf-tube> (accedido abr. 13, 2021).

[32] «2021 Winners — PAC Global Leadership Awards». <https://www.pac-awards.com/2021winners> (accedido abr. 06, 2021).

[33] «Cambio del color de la botella de lubricante de 1 litro para los aceites de la línea Fórmula Moto.», Ecoembes, dic. 07, 2017. <https://www.ecoembes.com/es/empresas/empresas-adheridas/ecodiseno/cambio-del-color-de-la-botella-de-lubricante-de-1-litro-para> (accedido abr. 21, 2021).



GQSP COLOMBIA

Calle 115 No. 5-50, Bogotá

Tel: +57 1 477 98 88

www.gqspcolombia.org

2021

ISBN

978-958-53760-3-8

Elaborado por:



INSTITUTO DE
CAPACITACIÓN
E INVESTIGACIÓN
DEL PLÁSTICO Y
DEL CAUCHO

GQSP Colombia es un programa de:



ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS
PARA EL DESARROLLO INDUSTRIAL



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Confederación Suiza

Departamento Federal de Economía,
Formación e Investigación DEFI
Secretaría de Estado para Asuntos Económicos SECO



El progreso
es de todos

Mincomercio

