

Hacia el 100% reciclado, hacia el 100% reciclable:

Actualidad y retos de la reciclabilidad de los envases de plástico.

Cátedra Mercadona de Economía Circular

**Laura Batlle Bayer
Alba Bala Gala
Pere Fullana Palmer**

Barcelona

5 de Mayo del 2022

**En colaboración con la
Cátedra UNESCO de
Ciclo de vida y Cambio
Climático, ESCI-UPF**



Contenidos

1.	INTRODUCCIÓN	3
2.	EL RECICLAJE	5
2.1.	TIPOS DE RECICLAJE	5
2.2.	TASA DE SELECCIÓN Y DE RECICLAJE	6
2.3.	RECICLAJE DE ENVASES EN ESPAÑA.....	8
3.	RECICLABILIDAD.....	11
3.1.	GLOBAL COMMITMENT	12
3.2.	SISTEMAS DE EVALUACIÓN Y CERTIFICACIÓN DE RECICLABILIDAD.....	13
3.2.1.	SISTEMA DE AUTODECLARACIÓN UNE-EN 13430	14
3.2.2.	RECYCLASS	15
3.2.3.	CYCLOS-HTP.....	17
3.2.4.	CERTIFICADO Y SELLO DE RECICLABILIDAD.....	19
3.2.5.	RESUMEN DE LOS SISTEMAS DE EVALUACIÓN DE LA RECICLABILIDAD	21
4.	RECICLABILIDAD TEÓRICA DE LOS ENVASES SELECCIONADOS	23
5.	CONCLUSIONES.....	25
6.	BIBLIOGRAFÍA	26
	ANEXOS.....	28
A1.	CÁLCULO TASA DE RECICLAJE DE LA DIRECTIVA 2018/852	28
A2.	NORMA UNE-EN: 13430.....	29
A3.	RECYCLASS.....	30
A4.	CYCLOS.....	36
A5.	SELLO DE RECICLABILIDAD	38

1. INTRODUCCIÓN

El plástico es un material de bajo peso, muy versátil y de bajo coste. En 2019, 51 millones de toneladas de plástico fueron transformadas en Europa para distintos usos, siendo la fabricación de envases la más importante (39,6%; Plastics Europe, 2020). Actualmente, los envases de plástico tienen un papel clave en las cadenas alimentarias para el almacenamiento, la manipulación, el transporte y la preservación de los alimentos, así como para la prevención del desperdicio alimentario. Sin embargo, el incremento de uso de este material ha aumentado la generación de sus residuos, pasando de un promedio europeo de 28,01 kg por habitante en 2010 a 34,52 kg por habitante en 2019 (Eurostat Database, 2022). De éstos últimos, solo el 40,6% fue reciclado (ibid.), siendo el resto incinerado, vertido o abandonado en el medio como *littering*.

Para dar respuesta a esta problemática global, se han puesto en marcha iniciativas gubernamentales, como la [Estrategia del 2018](#) de la Unión Europea (Matthews et al., 2021) , y privadas, como el [Global Commitment](#), liderado por la Fundación Ellen MacArthur y con la colaboración del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. Estas estrategias se centran principalmente en la economía circular, promoviendo la jerarquía de residuos: la reducción, la reutilización y el reciclaje de los productos.

Sin perder de vista el hecho de que la reducción y la reutilización son estrategias prioritarias para aumentar la circularidad (Potting et al., 2018), este documento se centrará en el reciclaje y, en concreto, en la reciclabilidad de los envases de plástico. En los últimos años han aumentado las declaraciones de reciclabilidad de envases. La falta de una legislación clara al respecto, sumada a la proliferación de sistemas de evaluación y declaración, requieren una revisión en profundidad de los conceptos de reciclaje y reciclabilidad¹. Por lo tanto, la primera parte de este informe define qué es el reciclaje y la reciclabilidad; y en la segunda expone distintos sistemas de evaluación existentes en el mercado.

Con el fin de dar ciertos ejemplos, la última parte de este estudio realiza un análisis preliminar de la reciclabilidad de ciertas tipologías representativas de envase primarios de plástico que

¹ Actualmente, la Comisión Europea está debatiendo estos conceptos en profundidad.

se encuentran en supermercados Españoles. Las razones de este alcance de estudio son las siguientes:

- Los envases de productos comprados en supermercados, se transforman en residuos en los hogares.
- El sector minorista es el actor de la cadena alimentaria que interacciona más con el consumidor, y, por lo tanto, tiene mayor capacidad de impacto.
- Los supermercados son claves generadores de envases de plástico primarios. Aunque faltan datos europeos del uso de plásticos por sector, Schweizer et al. (2018) estimó que los supermercados usan anualmente 900.000 toneladas de envases de plástico por país (un 44% del total)

Los envases de plástico primarios pueden distinguirse entre rígidos y flexibles. En el caso de los rígidos, estos son generalmente de Tereftalato de Polietileno (PET), Polietileno de alta densidad (HDPE) y Polipropileno (PP). Para alimentos, se usan como recipientes (como, por ejemplo, para yogures, platos preparados) y botellas. En cambio los envases flexibles, son aquellos a los que se pueden dar forma, e incluyen films de plástico y bolsas.

Este estudio se centra en los envases de plástico rígidos ya que representan un 68% de los plásticos en Supermercados (Schweizer et al., 2018). Sin embargo, no hay cuantificación de qué tipos de productos alimenticios usan plástico rígido. Eriksen and Astrup (2019) evaluó la composición de los plásticos rígidos de los residuos de plástico separados en los hogares de la ciudad de Copenhague. Encontraron que el 52% de plástico rígido era envase alimentario, mayoritariamente de PET y de PP, y eran contenedores de productos cárnicos y otros, botellas y lácteos.

En base a esta información, se escogieron para este estudio los envases rígidos para yogur y embutidos. En este último caso, los envases para embutidos son principalmente bandejas que están selladas con capas de film de distintos materiales (films multicapa) para mantener las cualidades del producto. Estos films multicapa son difíciles de reciclar. En España se estima que se reciclan alrededor del 3% (Lopez-Aguilar et al., 2022). Sin embargo, van apareciendo nuevas técnicas para su reciclaje, como presenta, por ejemplo, Mulakkal et al. (2021). Por último, para tratar envases no alimentarios, se han considerado también los envases de lejía.

2. EL RECICLAJE

2.1. TIPOS DE RECICLAJE

Según la Directiva 94/62/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, se entiende como reciclaje "*la transformación de los residuos, dentro de un proceso de producción, para su fin inicial o para otros fines, incluido el reciclado orgánico, pero no la recuperación de energía*". . Según la calidad del reciclado obtenido, se distinguen cuatro tipos de reciclaje (Merrington, 2015):

- **Reciclaje primario**, o de circuito cerrado, en el que el material reciclado tiene la misma calidad que el material virgen y, por lo tanto, se utiliza para los mismos fines.
- **Reciclaje secundario**, o de circuito abierto, en el que el material reciclado tiene unas calidades inferiores al virgen, y se utiliza para la fabricación de otros materiales con menores propiedades.
- **Reciclaje terciario**, o químico, en el que se extraen las sustancias químicas de los residuos plásticos para producir materiales con las mismas propiedades.
- **Reciclaje cuaternario**, que se refiere a la recuperación de la energía contenida en el material a través de la incineración con recuperación de energía.

En los cálculos de estadísticas sobre reciclaje de residuos en la UE, sin embargo, no se contempla reciclaje terciario ni el cuaternario.

Además, el reciclaje también puede clasificarse según el origen del material, distinguiéndose entre el reciclaje postindustrial y el de posconsumo. En el caso del reciclaje de residuos posconsumo, este se compone de dos etapas. La primera es la separación de los residuos mixtos con materiales reciclables (previamente separados en origen, en el hogar) en las *plantas de selección*. Estas plantas separan estos residuos mixtos por categorías y tipos de materiales, permitiendo minimizar las pérdidas de material y de calidad en su posterior reciclaje. Estas plantas normalmente están constituidas por diferentes unidades de selección como son el cribado de residuos, la separación por aire, balística, magnética o por corrientes de Foucault, la clasificación con sensores, como la tecnología de infrarrojo cercano (NIR) y la

clasificación manual (Kleinhans et al., 2021). Una vez preclasificados los residuos, los materiales reciclables se llevan a las *plantas de reciclaje*, donde son reciclados en materias primas secundarias, para su posterior uso en la fabricación de bienes de consumo.

2.2. TASA DE SELECCIÓN Y DE RECICLAJE

A nivel Europeo, y según establece la Directiva 2018/852 de envases y residuos de envases, la tasa de reciclaje se calcula a partir de una estimación de los residuos generados y reciclados en cada país miembro. A este efecto, se considera que los envases generados son iguales a los envases comercializados en el mismo año. Los envases reciclados son aquellos que, habiendo pasado por todas las operaciones de control y clasificación, entran en una planta de reciclado (ver Anexo 1). El límite, por lo tanto, se establece a la salida de las plantas de selección, y no a la salida de las plantas de reciclado. En la Tabla 1 pueden verse las tasas de algunos países y el promedio europeo.

Tabla 1: Tasas de reciclaje de los envases plásticos en 2019 de la UE. Fuente: EUROSTAT

PAÍS	TASA DE RECICLAJE DE ENVASES DE PLÁSTICO (%)
ALEMANIA	43,3
BÉLGICA	47,3
ESPAÑA	51,5
FRANCIA	26,9
ITALIA	44,7
PAÍSES BAJOS	57,2
SUECIA	53,2
PROMEDIO UE-27	40,6

Sin embargo, algunos autores argumentan que el cálculo se debería de extender hasta la salida de la planta de reciclado, y no a la entrada, como hace la Unión Europea. A tales efectos, Antonopoulos et al. (2021), por ejemplo, distingue entre la tasa de selección y la tasa de reciclaje de la siguiente forma:

- *Tasa de selección*: cantidad de un material (previamente separado en origen) que es clasificado en una planta de selección con respecto a su cantidad de entrada².
- *Tasa de reciclaje*: cantidad (en masa) de materia prima secundaria que sale de una planta de reciclaje con respecto a la cantidad total de reciclable que entra en la planta de reciclaje.

A nivel Europeo, Antonopoulos et al. (2021) recopilaron datos primarios para estimar las tasas de selección y de reciclaje de los residuos de envases plásticos en Europa (Tabla 2). Estimaron que, en 2017, el 75% de estos residuos acabaron en vertederos o en plantas de incineración, el 11% fueron exportados a países no europeos y solo el 14% fueron reciclados en EU-27. Si se considera que los residuos exportados fueron reciclados en el país de destino, la tasa global de reciclaje según su método de cálculo resultaría en un 25%. Este valor difiere del reportado en EUROSTAT para ese mismo año, que sería del 41,7%.

Tabla 2: Promedio de las tasas de selección y reciclaje para distintos polímeros de residuos plásticos de posconsumo en Europa en 2017. Fuente: Antonopoulos et al. (2021)

	TASA DE SELECCIÓN	TASA DE RECICLAJE
PET	81%	80%
PP	57%	71%
PS	47%	66%
FILMS	58%	71%
HDPE	76%	84%

Picuno et al. (2021), estudiaron los residuos de envases de plástico posconsumo en Alemania también para el 2017. Determinaron una tasa de selección del 75%, y un reciclaje de material neto total (considerando las pérdidas en cada una de las fases) del 37,8% de los residuos de envase de plástico generado. Este valor es más cercano al 48% publicado por EUROSTAT para Alemania en 2017. Sin embargo, el valor calculado por Picuno et al. también se refiere a la salida de la planta de reciclaje. Por ello, los autores recalcularon la tasa de reciclaje, tal y como es definida por la UE a la salida de las plantas de selección, y resultó ser del 64%.

² La *Tasa de Selección* propuesta por Antonopoulos et al., 2021, correspondería a la *Tasa de Reciclado* que se calcula a nivel europeo y se reporta en EUROSTAT.

Todos estos estudios pretenden mostrar la importancia de qué definición se utiliza para el cálculo de la tasa de reciclaje, y dónde se ponen los límites. Por ejemplo, los datos aportados por Antonopoulos et al., (2021) solo se podrían comparar con las tasas de EUROSTAT si se recalculan, como hizo Picuno, y se limitarían a reportar los valores a la salida de las plantas de selección o, lo que es lo mismo, a la entrada de reciclador.

Por último, cabe mencionar que la Comisión Europea ha establecido nuevos objetivos para los próximos años con las medidas actualizadas de la Directiva 94/62/CE (Tabla 3).

Tabla 3: Objetivos para la tasa de reciclaje en la UE. Fuente: Directiva 94/62/CE

TIPO DE ENVASES	OBJETIVOS DE RECICLAJE DE LA UE		
	2008	2025	2030
GENERAL	55-80%	>65%	>70%
PLÁSTICO	22,5%	>50%	>55%
PAPEL Y CARTÓN	60%	>75%	>85%

2.3. RECICLAJE DE ENVASES EN ESPAÑA

En el caso de España, Bala et al. (2020) evaluaron el impacto ambiental del sistema actual de gestión de los envases de un solo uso (tanto de plástico como de cartón o vidrio) para alimentos. El estudio distingue tres fuentes de recuperación de residuos: (i) la recogida selectiva municipal con contenedores específicos, (ii) la recogida de residuos contratada a través de gestores de residuos autorizados a grandes productores y (iii) la recogida no selectiva (recogida en masa).

Por lo que se refiere a las plantas de selección que tratan residuos de plástico, Bala et al. (2020) distinguen:

- *Plantas de selección de envases ligeros*: a estas plantas llegan los envases provenientes de la recogida selectiva y también de la recogida contratada a grandes productores.

Al llegar, se pesan los camiones de basura y los residuos se descargan para su homogeneización. Los elementos susceptibles de provocar atascos en el resto de la línea son separados y apartados. Posteriormente, los residuos pasan por un

trommel, que separa los elementos más pequeños que no son reciclables, y por un separador balístico, que separa, por diferencia de densidad, el material plano ligero (como el film) del material más pesado. A continuación, los diferentes materiales se clasifican a través de distintas tecnologías (succión neumática, separadores magnéticos, separadores ópticos o separadores de inducción). El material rechazado durante el proceso se compacta para enviarlo a vertederos o plantas de incineración.

- *Plantas de tratamiento Mecánico-Biológico.* Estas plantas son responsables de los tratamientos mecánico y biológico de los residuos recogidos en masa. El tratamiento mecánico es para la valorización de los materiales reciclables (embalaje, papel, cartón y vidrio), mientras que el tratamiento biológico sólo se aplica a la fracción orgánica. Parte de los residuos de envases de la recogida en masa se destinan directamente a destino final (vertedero o incineración), sin someterse a tratamiento mecánico-biológico.

Los materiales recuperados de estas dos plantas se envían a las plantas de reciclaje para transformarlas en nuevos materiales.

Bala et al. (2020) estimaron los balances de material en cada una de estas plantas (Tabla 4). Para calcular la eficiencia, dividieron las salidas (materiales seleccionados/recuperados /reciclados) entre los materiales de entrada del mismo tipo, sin tener en cuenta los impropios que se pueden encontrar en el contenedor. Por lo tanto, esta eficiencia es diferente a la definición de tasa de reciclaje de la UE. De nuevo, se observa la importancia de interpretar los resultados en función de las definiciones y de la metodología empleada para su cálculo.

Dejando de lado la cuestión de las definiciones de las tasas, la Tabla 4 muestra claramente la importancia de separar los residuos en origen, ya que la eficiencia de selección de envases es mucho mayor en las plantas de selección de envases ligeros (79%), que en plantas de tratamiento mecánico (44%).

Tabla 4: Balance de material de las plantas de selección y reciclaje en España. Fuente: Bala et al. (2020)

	ENVASE DE CARTÓN PARA BEBIDAS	METALES	PLÁSTICO	VIDRIO
<i>Plantas de selección de envases ligeros</i>				
Entradas	55.717	71.736	298.443	12.959
Salidas	44.832	65.325	236.904	3.499
Eficiencia	80%	91%	79%	27%
Rechazo (incineración)	1.742	1.026	9.846	1.514
Rechazo (vertedero)	9.143	5.385	51.693	7.947
<i>Plantas de tratamiento mecánico</i>				
Entradas	37.229	167.567	224.957	385.371
Salidas	21.208	148.458	99.925	31.409
Eficiencia	57%	89%	44%	8%
Rechazo (incineración)	2.884	3.440	22.506	35.396
Rechazo (vertedero)	13.137	15.670	102.526	318.566
<i>Reciclaje</i>				
Entradas	94.589	276.459	410.845	953.100
Salidas	91.287	240.234	371.539	935.487
Rechazo	3.302	36.224	39.307	17.614
Eficiencia	97%	87%	90%	98%
<i>Incineración</i>				
Entradas	9.255	25.302	60.324	84.829
<i>Vertedero</i>				
Entradas	29.152	53.561	195.736	410.043

3. RECICLABILIDAD

Además de la importancia de definir qué es la tasa de reciclaje, existe otro concepto controvertido, y es el de la reciclabilidad. How2recycle³, un sistema de etiquetaje en EEUU, define un envase reciclable como aquel que se puede recoger, clasificar, reprocesar y, en última instancia, reutilizar en la fabricación o fabricación de otro artículo. APCO⁴ (The Australian Packaging Covenant Organisation) asegura que *“el reciclaje no está realmente completo hasta que el embalaje se recupera con éxito y se usa nuevamente como contenido reciclado, con su valor potencial más alto durante el mayor tiempo posible”*.

Actualmente, están proliferando los envases de plástico que declaran una reciclabilidad del 100%. Pero, ¿qué significa este 100% cuando observamos los datos de las tasas de selección y de reciclaje en la sección anterior?

En Australia, la organización WWF Australia, evaluó la reciclabilidad de los envases de plástico de 82 productos alimentarios⁵: el 19,5% eran reciclables, el 25,5% eran difíciles de reciclar y el 55% restante eran “condicionalmente reciclables”. Este último concepto significa que solo serán reciclables si se siguen las instrucciones de reciclado correcto que aparecen en el embalaje. En caso contrario, el envase se debería de depositar en el flujo de residuos indiferenciados ya que, si no, podría causar contaminación del flujo de reciclaje de otros materiales. En España, la OCU (2021) afirma que *“en estos momentos en España es imposible que un envase tal y como llega al consumidor sea 100% reciclable”*. La OCU evaluó la clasificación en una planta de selección de envases los residuos plásticos de 10 hogares españoles. A pesar de no ser una muestra representativa, este estudio de la OCU reportó, como promedio, que solo el 53% de los residuos fueron seleccionados; de los cuales solo un 32% fueron reciclados.

³ <https://how2recycle.info/guide>

⁴ <https://apco.org.au/50-of-average-recycled-content-included-in-packaging>

⁵ <https://www.wwf.org.au/news/blogs/how-recyclable-are-your-favourite-food-products>

3.1. GLOBAL COMMITMENT

En octubre del 2018, la Fundación Ellen MacArthur, junto con el Programa de la ONU para el Medio Ambiente (PNUMA), lanzaron la iniciativa de “Global Commitment” para combatir la problemática del plástico a nivel global. Más de 1.000 organizaciones forman parte del Global Commitment, representando más del 20% del mercado de envases de plástico, y se han comprometido a 3 objetivos para el 2025 (EMF, 2021): (i) eliminar los artículos de plástico innecesarios; (ii) innovar para que todos los plásticos puedan ser reutilizados, reciclados o compostados; y (iii) hacer circular todo lo que usamos para mantenerlo en el economía y fuera del medio ambiente.

Global Commitment define el reciclaje siguiendo la definición del reciclaje de material (“material recycling”) de la ISO 18604:2013:

“Reprocesamiento, mediante un proceso de fabricación, de un material de envase usado en un producto, un componente incorporado en un producto o una materia prima secundaria (reciclada); excluyendo la recuperación de energía y el uso del producto como combustible.”

A diferencia de la UE, que todavía no lo considera en sus estadísticas, esta definición considera tanto el reciclaje mecánico como el químico. Explícitamente se menciona el reciclaje químico como estrategia circular si la tecnología se utiliza para crear materia prima que luego se pueda usar para fabricar nuevos materiales. Además, también resaltan que el reciclaje y los materiales reciclados deben ser de alta calidad, para poder mantener su valor al máximo de utilidad dentro de la economía.

Por lo que se refiere al concepto de reciclabilidad, las Guías del Global Commitment (EMF, 2021) resaltan que **“la reciclabilidad es quizás el término más ambiguo entre toda la terminología de circularidad de los envases. ‘Reciclable’ significa diferentes cosas para diferentes personas en diferentes contextos.”** Resaltan que considerar la reciclabilidad técnica⁶ no es suficiente. Como se comenta en las guías, este tipo de reciclabilidad considera la posibilidad técnica de reciclar un envase, pero no tiene en cuenta si todos los procesos (recogida, selección y reciclaje) ocurren en la práctica. Es decir, puede reciclarse en un

⁶ En inglés, “Technically recyclable”.

laboratorio o en una prueba piloto, pero puede no ser económicamente viable a gran escala, o puede ser que en el país donde se comercialice no exista la infraestructura necesaria para que sea recogido, seleccionado y efectivamente reciclado. Entonces, tal definición no corresponde con lo que realmente se recicla en la práctica, y resultaría que casi todos los envases se podrían considerar "reciclables".

La iniciativa de Global Commitment considera que:

“Un envase⁷ o un componente del envase⁸ es reciclable si se ha demostrado que la recogida, la clasificación y el reciclaje⁹ posconsumo funcionan en la práctica y a escala industrial¹⁰”(EMF, 2020).

Por lo tanto, Global Commitment quiere asegurarse de que para evaluar la reciclabilidad se considera el reciclaje real a lo largo de todo el sistema. Sin embargo, no se determina dónde se recicla, dejando en manos de las empresas a tener en cuenta este factor. También resalta que la definición de "envase reciclable" se aplica a nivel global, sin vincularse a ningún contexto local o área geográfica específica. Finalmente, comentar que Global Commitment no es un sistema de certificación, ni pretende serlo.

3.2. SISTEMAS DE EVALUACIÓN Y CERTIFICACIÓN DE RECICLABILIDAD

Actualmente no existe una metodología clara, única y preceptiva a nivel europeo que defina la reciclabilidad y cómo medirla. Esta sección trata de resumir y comparar los sistemas de evaluación de reciclabilidad (voluntarios) principales en Europa. Sin embargo, hay que tener en cuenta que la Directiva Europea que rige la gestión de los envases y sus residuos, la Directiva 94/62/EC, fue modificada en 2018 y establece nuevos objetivos de reciclaje

⁷ Dentro del Global Commitment, un **envase reciclable** es aquel en el que sus principales componentes (representando >95% de todo el peso del envase) son reciclables de acuerdo con la definición, y los componentes menores restantes son compatibles con el proceso de reciclaje y no obstaculizan la reciclabilidad de los componentes principales. De lo contrario, solo los componentes reciclables de un envase (o las partes reciclables de los componentes) pueden contarse.

⁸ Un **componente** de un envase solo se considera reciclable si todo él es reciclable de acuerdo con la definición. Si solo un material de un componente de múltiples materiales es reciclable, solo se puede reclamar la reciclabilidad de ese material, no del componente como un todo.

⁹ Envases cuyo reciclaje solo es para aplicaciones que no permiten otro ciclo de uso adicional (por ejemplo, plásticos en carreteras) no puede considerarse "envase reciclable".

¹⁰ La prueba y el umbral sugeridos en el Global Commitment para evaluar si la reciclabilidad está probada "en la práctica y a escala" es: *¿Ese envase logra una tasa de reciclaje post-consumo del 30 % en múltiples regiones, que representan colectivamente al menos 400 millones de habitantes?* Otra alternativa es verificar si hay una tasa de reciclaje post-consumo del 30% en todos los mercados donde se venden los envases.

(Tabla 5). Esta directiva europea está recogida en la Ley 11/1997 de Envases y Residuos de Envases, y modificada y aprobada recientemente en 2022.

Tabla 5 Objetivos para la tasa de reciclaje en la UE. Fuente: Directiva 94/62/CE

TIPO DE ENVASES	OBJETIVOS DE RECICLAJE DE LA UE		
	2008	2025	2030
GENERAL	55-80%	>65%	>70%
PLÁSTICO	22,5%	>50%	>55%
PAPEL Y CARTÓN	60%	>75%	>85%

3.2.1. SISTEMA DE AUTODECLARACIÓN UNE-EN 13430

En términos de reciclabilidad, en Europa rige la norma UNE-EN 13430 (AEN/CTN, 2005) que sirve de guía para los proveedores¹¹ de envases y embalajes para *autoevaluar* la reciclabilidad de sus productos. Para ello, esta norma establece una serie de requisitos que los envases y embalajes deben tener para ser recuperables mediante el reciclaje:

- I. Demostrar que el diseño del envase ha seguido los tres criterios de reciclabilidad: (i) asegurar que la composición de los envases y embalajes no afecta a su reciclabilidad, (ii) asegurar que los materiales seleccionados son reciclables con las tecnologías actuales disponibles de reciclaje y (iii) evaluar el impacto ambiental potencial del reciclaje. Cada criterio es importante en distintas etapas del ciclo de vida del envase, y la norma establece los procedimientos para evaluar los criterios de reciclabilidad en cada una de las etapas.
- II. Declarar el porcentaje de materiales reciclables, es decir, el porcentaje en peso de la unidad funcional del envase o embalaje para reciclar.
- III. Declarar el porcentaje del peso del envase para el reciclado.
- IV. Preparar y declarar la conformidad con los dos requisitos anteriores.
- V. Proporcionar una documentación de apoyo (Anexo A2).

Esta norma no es obligatoria y, por lo tanto, los envasadores no están obligados a evaluar la reciclabilidad de sus envases. No obstante, frente a la creciente concienciación de la población sobre los impactos ambientales de los envases, sobre todo por la contaminación

¹¹ Definición de proveedor de la norma UNE-EN 13427: “agente responsable de la puesta en el mercado del envase, embalaje o producto envasado”

en ecosistemas marinos, las empresas empiezan a estar interesadas en evaluar la reciclabilidad de sus envases.

3.2.2. RECYCLASS

Recyclclass es una plataforma, constituida por los actores (*stakeholders*) de la cadena de valor de plásticos Europeos, que ha desarrollado una metodología para evaluar la reciclabilidad de los plásticos. Ésta define cuatro características para que un producto pueda ser reciclable:

- Tiene que ser recogido para el reciclaje, tener valor de mercado y/o estar respaldado legislativamente.
- Debe de clasificarse y agregarse en flujos definidos para los procesos de reciclaje.
- Tiene que ser procesado y reciclado con procesos de reciclaje comercial.
- El plástico reciclado debe usarse como materia prima para la fabricación de nuevos productos.

Recyclclass tiene dos tipos de evaluaciones (Recyclclass, 2021): la Certificación del Diseño para el Reciclaje y la Certificación de la Tasa de Reciclaje.

Evaluación del Diseño para el Reciclaje

Se analiza y estima el nivel de reciclabilidad de un envase de plástico utilizando la Guía de Diseño para el reciclaje de Recyclclass y su herramienta en línea de autoevaluación gratuita. Esta herramienta permite clasificar la reciclabilidad técnica de un envase de plástico en el mercado de la UE en 6 categorías (**Ilustración A3.1**):

- *Categoría A*: envase totalmente reciclable en un sistema de circuito cerrado.
- *Categoría B*: la calidad del plástico reciclado está ligeramente afectada, pero puede ser usado en un circuito cerrado.
- *Categoría C*: la calidad del plástico reciclado puede ser menor, utilizándose para un circuito abierto, o pueden haber pérdidas de material en el reciclaje, pero el reciclado puede continuar en un circuito cerrado.
- *Categoría D*: el diseño del envase complica la reciclabilidad o implica elevadas pérdidas de material. En ambos casos, el plástico reciclado resultante solo puede usarse en aplicaciones de menor valor, lo que se denomina *downcycling*.

- *Categoría E*: el envase presenta problemas significativos de diseño que dificultan su reciclabilidad o implican importantes pérdidas de material. El envase no es reciclable y solo puede incinerarse con recuperación de energía.
- *Categoría F*: el envase no es reciclable, ya sea por problemas de diseño o por la falta de una infraestructura específica para la recogida, clasificación y reciclaje en la EU28+2.

La herramienta de Recyclclass se divide principalmente en 3 pasos. Primero, se analiza la idoneidad del envase para ser reciclado; preguntando si contiene un mínimo del 50% de plásticos; si está destinado a contener mercancías no peligrosas, y si contiene cualquier material bio-/oxodegradable (véase **Ilustración A3.2** del Anexo A3. RECYCLASS). El segundo paso es definir la tipología del envase y polímero y, el último paso, el cual tiene 5 partes¹², evalúan una serie de cuestiones sobre el diseño del envase para el reciclaje. Una vez respondidas todas las preguntas, se obtiene un resultado preliminar de la categoría de reciclabilidad del envase. En todas las categorías se pueden añadir de uno a tres “+” para indicar la cantidad de plástico reciclado posconsumo. La categoría obtenida es una primera indicación de la reciclabilidad del envase y puede ser auditada externamente para validar que los datos incorporados se corresponden con los que se han introducido en la herramienta, obteniéndose un certificado. Esta auditoría externa no incluye la revisión o crítica de los criterios de la herramienta para ese envase concreto.

Evaluación de la Tasa de Reciclaje

En esta segunda etapa, se realiza una estimación de la tasa de reciclabilidad, en porcentaje, de un envase de plástico, definida como la ratio entre el peso del plástico reciclable y el peso total del envase. Para ello, se evalúan distintos aspectos del diseño del envase (como en el caso anterior), y la compatibilidad de este diseño con los sistemas de recogida, selección y reciclaje de una zona geográfica específica. En el caso de encontrar incompatibilidades con los sistemas de selección y reciclaje, se estiman factores para considerar la disminución de calidad del material o atribuir un factor de “0” para aquellos casos en que los materiales comprometan totalmente la reciclabilidad del envase. En resumen, la

¹² Parte 1: cuestiones generales sobre el contenido de plástico reciclable; Parte 2: incompatibilidades del diseño del producto para su reciclaje; Parte 3: índices de easy-to-empty y easy-to-access; Parte 4: cumplimiento con la regulación REACH; Parte 5: contenido reciclado

ecuación de Recyclclass (**Ilustración A3.3**) para calcular la tasa de reciclabilidad tiene en cuenta (véase también Tabla A3.1):

- La recogida de residuos plásticos (local a nivel Europeo)
- La disponibilidad de infraestructuras de clasificación y reciclaje (a nivel local o europeo),
- La compatibilidad del envase con la selección;
- La compatibilidad del envase con el reciclaje
- La calidad del plástico reciclado generado por los envases

Esquemas de certificación

Recyclclass tiene dos sistemas de certificación, que aseguran estar de acuerdo con la Norma UNE-EN 13430); uno para cada sistema de evaluación. En el caso de la *Certificación del Diseño para el Reciclaje*, es un documento certificado (véase Ilustración A3.4) que puede usarse para la comunicación busines-to-business (comunicaciones como web, comunicados de prensa, redes sociales, proveedores, etc.; en albaranes de entrega de documentación o fichas de producto), pero no para comunicaciones business-to-costumers. Sin embargo, la Certificación de la Tasa de Reciclabilidad puede usarse en todo tipo de comunicaciones, pudiéndose usar el logotipo en productos para comunicar directamente al consumidor (Ilustración A3.5, Ilustración **A3.6**).

Estas certificaciones están dirigidas a envases de plástico dentro del mercado europeo. En particular, pueden certificarse aquellos envases que se han introducido en el mercado europeo, y también aquellos que, aun no habiendo sido todavía introducidos en el mercado, ya tienen el envase final, el cual no tendrá más modificaciones.

3.2.3. CYCLOS-HTP

Desde 2011, el instituto cyclos-HTP ha desarrollado una guía de requisitos y criterios de evaluación para evaluar y verificar la reciclabilidad de envases. En este caso, definen la reciclabilidad como la idoneidad de un material de un producto para cerrar ciclos de materiales una vez reciclados. De este modo, su metodología se basa en evaluar qué porcentaje del material de un producto que es reciclado puede resultar en un material secundario de la

misma calidad que el virgen y, de este modo, usarse para la misma aplicación. En concreto, CYCLOS considera que:

“La reciclabilidad se entiende como el reciclaje de materiales de alta calidad en contraste con la definición de la ley alemana de gestión del ciclo de vida (KrWG). La reciclabilidad es la idoneidad individual gradual de un envase después de pasar por procesos de recuperación industrial para sustituir un material idéntico al material virgen”.

Por lo tanto, este método no incluye el material secundario con calidad inferior que el material original ni tampoco la valoración energética a través de la incineración.

Este sistema de evaluación cumple con la UNE-EN 13430 para la clasificación de reciclabilidad posconsumo, y se puede aplicar a envases tanto de plástico como de vidrio, metálicos o de papel. El alcance de esta metodología es Europa, con aplicación a nivel nacional y, por lo tanto, la reciclabilidad se calcula en función de las instalaciones de selección y reciclaje de una determinada zona geográfica.

La metodología de CYCLOS sigue 13 pasos o criterios para poder evaluar la reciclabilidad de los materiales (véase Ilustración A4.1). El primer criterio (C0) es la disponibilidad de instalaciones para el reciclaje. El segundo (C1) es el contenido de material valorizable, el cual determina la proporción de material potencialmente reciclable. Definen como contaminantes aquellos componentes que no se pueden reciclar, y distinguen tres clases de contaminantes: (i) materiales que pueden separarse, pero reducen la reciclabilidad del producto (CAT1), (ii) materiales que no son separables pero no afectan a la reciclabilidad (CAT2) y (iii) materiales que no son separables y afectan significativamente a la calidad del material reciclado.

Los siguientes 3 criterios hacen referencia a la identificación de los materiales a través de la medición de infrarrojo cercano (NIR) o por sensores (C2), por conductividad eléctrica (C3) o por ferromagnetismo (C4). A continuación, se comprueba cuan recuperable es un material a través del criterio de la densidad (C5), considerando la clasificación por flotación-sumidero como paso principal para producir reciclados de plásticos de alta calidad; por la tasa de disolución, en el caso de reciclar papel (C6) y el comportamiento de fusión (C7). Se evalúan los componentes inseparables del material (C8), basándose en la información del fabricante.

Si esta información no está disponible, la evaluación se lleva a cabo en base a la información disponible o mediciones. Finalmente, se evalúan otros criterios (C9) como es por ejemplo el formato del envase.

Los factores individuales de C1 a C9 son multiplicados, clasificando los resultados en función de la norma UNE EN 13430. La evaluación es en “% reciclable”, y determina la proporción del producto que está realmente disponible para el reciclaje de alta calidad. También se puede especificar una clasificación (Tabla A4.1) del grado de reciclabilidad.

3.2.4. CERTIFICADO Y SELLO DE RECICLABILIDAD

La empresa consultora española, Dríade Soluciones Medioambientales (DRIADE SM), ha elaborado una metodología para evaluar y certificar la reciclabilidad del material de los envases, basándose en la experiencia de un grupo de 300 empresas del sector de recuperación y reciclaje, y el apoyo científico de la Cátedra Unesco de Ciclo de Vida y Cambio Climático de ESCI-UPF.

DRIADE SM define la reciclabilidad como la obtención de un material reciclado de envase de calidad, es decir, que el material obtenido tiene una calidad como la del material virgen, con el cual se puede fabricar el mismo producto, aunque luego se fabrique con él otro producto. En definitiva, el % de reciclabilidad depende de la cantidad y calidad del material reciclado obtenido.

Para la evaluación, el Sello de Reciclabilidad tiene en cuenta (i) los procesos y tecnologías de reciclaje actualmente disponibles y aplicados en cada país, (ii) así como los criterios propios establecidos según la experiencia de los recuperadores, (iii) las características de los envases que interfieren en su reciclabilidad, como son el color y las dimensiones, y, finalmente, (iv) los resultados de ensayos y pruebas realizadas a cada envase. Además, esta metodología tiene como base las norma UNE EN 13430:2005/ISO 18604 (ver sección 3.2.1), la UNE-EN ISO 14021 “Etiquetas y declaraciones ambientales”, y el Informe UNE-CEN/T 13688:2008 IN “*Informe sobre los requisitos de los materiales y sustancias para prevenir impedimentos continuos al reciclado*”.

Dentro del Sello de Reciclabilidad se incluyen tres tipos de evaluaciones, los cuales serán descritos a continuación.

Test rápido de diseño para el reciclaje teórico

Es un test opcional que permite conocer si un envase sigue los requisitos teóricos de diseño para el reciclaje, teniendo en cuenta las guías de diseño para el reciclaje (como CTIEO, Recoup, Plastic Recyclers Europe, PETCore y Plastic Recyclers Europe) y las características del envase, como son las dimensiones, separabilidad entre componentes, tintas, aditivos, materiales, color, barreras, adhesivos y aplicaciones. En esta evaluación no se otorga una certificación, ni se autoriza a indicar mensajes en el envase, y se obtiene un documento tipo *check list*, en el que se visualizan los iconos de la Ilustración A5.1, explicados en la Tabla A5.1.

Evaluación y certificación cualitativa de la reciclabilidad

Es una evaluación completa de las interferencias o impedimentos posibles que pueden dificultar la reciclabilidad del material o materiales de un envase. Para ello, la evaluación resulta de un test de selección *in situ* en plantas de selección reales, y en procesos de reciclado, siguiendo los protocolos del Sello de Reciclabilidad. Las pruebas y resultados son externamente revisados y firmados por el Gremi Recuperació de Catalunya (GRC).

Para esta evaluación se tienen en cuenta las fases del proceso de reciclado de cada tipología de envase, disponibles en la zona geográfica determinada, y el origen del residuo (posconsumo o postindustrial). La Tabla A5.2 resume todos los procesos de las fases de consumidor, recogida, clasificación y reciclaje que considera la metodología del Sello de Reciclabilidad.

En este caso se obtiene un informe de evaluación cualitativa, firmado por DríadeSM y el GRC, y un Certificado de la evaluación en código semafórico (véase Ilustración A5.2) para el diseño para el reciclaje, el flujo de clasificación, flujo de reciclado y el material reciclado.

Evaluación cuantitativa y certificado del porcentaje de material de envase disponible para un reciclado de calidad.

Esta evaluación determina el porcentaje de material disponible para un reciclaje de alta calidad. Para esta evaluación se tienen en cuenta factores como elementos (por ejemplo, peso, tintas, etc..) que no se reciclan y cualquier interferencia durante los procesos de reciclado. Si el resultado obtenido es superior al 20%, se otorgan dos certificados: (i) en guarismo, con el porcentaje obtenido (Ilustración A5.3), y (ii) en niveles, representado mediante estrellas (Ilustración A5. 4). Si el resultado es inferior al 20%, se otorga un certificado, en guarismo, con el porcentaje obtenido.

El informe es revisado externamente por el GRC y la Cátedra Unesco de Ciclo de Vida y Cambio Climático de ESCI-UPF, y firmado por las tres entidades. Finalmente, se otorga el Certificado de Reciclabilidad, que es una autodeclaración que permite a las empresas fabricantes de envases y/o empresas envasadoras identificar la cantidad de material de envase disponible para un reciclado de calidad. Las empresas pueden solicitar la concesión del uso del Sello de Reciclabilidad (Ilustración A5.5). Esta es una etiqueta voluntaria para envases que comunica el resultado del Certificado de Reciclabilidad, con una duración de dos años. Se distinguen dos tipos de sello (Ilustración A5.5), uno que muestra el porcentaje de reciclabilidad, y otro el nivel de reciclabilidad a través de estrellas (Tabla A5.3). Además, SGS puede auditar el proceso de concesión del Sello de Reciclabilidad del envase (Ilustración A5.6).

3.2.5. RESUMEN DE LOS SISTEMAS DE EVALUACIÓN DE LA RECICLABILIDAD

Con la falta de una regulación que defina la metodología a seguir para evaluar la reciclabilidad de los envases, en los últimos años han ido surgiendo sistemas de evaluación voluntarios. Los tres sistemas descritos en este informe (Cyclos, Recyclclass y el Sello de Reciclabilidad) se basan en la norma UNE-EN 13430; aunque cada sistema de evaluación de reciclabilidad tiene sus consideraciones particulares.

Cyclos y el Sello de Reciclabilidad evalúan todo tipo de materiales de envases, mientras que Recyclclass sólo el plástico. Esto puede dificultar a la hora de analizar un envase que contenga

distintos tipos de materiales (por ejemplo, una bandeja de plástico con fajín de cartón), ya que no se podría calcular la reciclabilidad del envase completo.

Otra diferencia clave entre métodos es su definición de reciclabilidad. Recyclclass considera reciclable cualquier calidad resultante. Es decir, las categorías de reciclabilidad se definen en función de la calidad del reciclado (ver Ilustración A3.1) y considera reciclado de circuito abierto y cerrado. Sin embargo, el Sello de reciclabilidad y Cyclos solo consideran reciclabilidad cuando el material secundario equivale a la calidad del material virgen. Por lo tanto, en este caso las categorías son % de la cantidad de reciclado con la misma calidad del virgen (véase Tabla A4.1 para Cyclos y Tabla A5.3 para el Sello de Reciclabilidad).

De los tres métodos, Recyclclass cuenta con 60 miembros¹³ y 5 comités técnicos. Esto es importante a la hora de considerar la cadena valor y la aceptación del sistema de certificación. En el caso del Sello de Reciclabilidad ha sido diseñado por DRIADE SM, y está apoyado por el Gremio de Recuperadores de Catalunya¹⁴, el cual está formado por 300 empresas de recuperación y reciclaje, y la Cátedra UNESCO de Ciclo de Vida y Cambio Climático, ESCI-UPF.

Todos los métodos aseguran que tienen en cuenta todos los procesos de recogida, selección y reciclaje, y explican sus metodologías de cálculo. Recyclclass también ha documentado los protocolos de evaluación de la selección y de la reciclabilidad de 5 tipos de materiales-envases¹⁵. Sin embargo, solo el Sello de Reciclabilidad realiza pruebas con los envases en plantas de selección reales para estimar la reciclabilidad.

Finalmente, cabe mencionar que ninguno de los tres sistemas de evaluación evalúa el impacto ambiental de los envases, que debería realizarse mediante un análisis de ciclo de vida.

¹³ <https://recyclclass.eu/members-supporters/>

¹⁴ <https://www.gremirecuperacio.org/>

¹⁵ <https://recyclclass.eu/recyclability/test-methods/>

4. RECICLABILIDAD TEÓRICA DE LOS ENVASES SELECCIONADOS

Esta sección realiza un análisis simplificado y teórico de la reciclabilidad de tres tipos de envases de plástico representativos (envases de lejía, de yogures y envases flexibles).

Los **envases de lejía** son principalmente de polietileno de alta densidad (PEAD), y están envueltos por una etiqueta de film, la cual puede generar problemas a la hora de clasificarlos en las plantas de selección automatizadas. Como los sensores detectan el material mayoritario de los envases, si la etiqueta es de otro material que el de la botella, y ocupa más de dos tercios de la misma, el sensor detecta el material erróneo. Por lo tanto, es necesario que sea visible como mínimo un tercio del total del envase. Además, el color del cuerpo de la botella es crucial para una correcta selección. El uso de colores oscuros no permite su detección por los sensores ópticos. Por ello, se recomiendan envases de color blanco.

En el caso de los **yogures**, el principal material es el poliestireno (PS) y, en algunos casos, el polipropileno (PP). En la planta de selección éstos acaban en el flujo de plástico mixto y, por lo tanto, su reciclado tiene aplicaciones de menor calidad. Los yogures presentan tres características que dificultan su selección: el tamaño, la presencia de etiquetas y los colores oscuros. Para hacer frente a esto, hay distintas estrategias como son, por ejemplo, usar etiquetas removibles, usar PET transparente o envases blancos sin tintes ni etiquetas. En el caso de que se pretenda un reciclaje en bucle cerrado, es decir, aprovechar el PS de los yogures para fabricar nuevos yogures, existe la limitación de la certificación de la EFSA para plásticos que puedan estar en contacto con alimentos. Esto supone una limitación importante. Sin embargo, ésta no existe en el caso de un reciclaje en bucle abierto que pueda usar los polímeros recuperados para otro tipo de productos que no tengan contacto con alimentos.

En el caso de los films, que son plásticos **flexibles**, cabe mencionar que éstos son recuperados a través de separadores balísticos y sistemas de absorción en las plantas de selección de envases. Sin embargo, debido a la mezcla de polímeros y también a su baja densidad, su selección y reciclado son económicamente inviables (Hahladakis and Iacovidou, 2019). Esto también ocurre con los **plásticos multicapa**, ya que separar los distintos componentes es técnica y económicamente costoso, motivo por el cual muy pocas empresas

disponen de la tecnología necesaria para su separación¹⁶ . Un ejemplo de envase multicapa son los films de envases de embutidos. Éstos, para poder mantener las propiedades del producto, combinan capas de film de distintos materiales, normalmente de poliamida (PA) y polietileno (PE) (Pauer et al., 2020), lo que dificulta su reciclabilidad Poco a poco van apareciendo envases de embutidos con declaraciones de su reciclabilidad. Sin embargo, estas declaraciones pueden ser confusas ya que normalmente no utilizan un sello certificado, o no declaran el % del material que puede ser reciclado, qué componente del envase es reciclable (el film o la bandeja) y el tipo de material.

¹⁶ En España, la empresa Sulayr ha desarrollado un sistema para el reciclado de bandejas de PET monocapa y multicapa. Para garantizar un suministro de entrada de bandejas en su planta, han establecido acuerdos con recicladores de PET botella que seleccionan las bandejas que les llegan en las balas de las plantas de selección y las hacen llegar a Sulayr.

5. CONCLUSIONES

El aumento de residuos plásticos, debido al mayor uso de envases de plástico, a la baja tasa de reciclado y, en algunos casos, a la inadecuada gestión de sus residuos, ha generado una problemática ambiental a nivel mundial. Por ello, son esenciales las iniciativas y estrategias que reduzcan la generación de residuos de plástico así como su buena gestión, para revertir la situación actual. Este informe se ha focalizado en el reciclaje de los envases de plástico y, en particular, en la reciclabilidad.

Las conclusiones más importantes de este estudio son:

- El valor de la tasa de reciclaje dependerá de la definición escogida para su cálculo, como se ha discutido en la sección 2.2., dependiendo fundamentalmente de si el límite se establece a la salida de la planta de selección o a la salida de la planta de reciclaje.
- Al haber un vacío legal en la definición de reciclabilidad, este concepto se ha transformado en un concepto ambiguo, con distintos significados dependiendo de los contextos; como se ha comentado en la sección 3.1.
- Para solucionar este vacío, han surgido iniciativas privadas en los últimos años. Iniciativas que promueven compromisos por parte de empresas y gobiernos a nivel global (Global Commitment; sección 3.1), y otras que definen y proponen sistemas de evaluación y certificación de la reciclabilidad de envases de productos (sección 3.2).
- No se debe hablar de reciclabilidad técnica, sino de la reciclabilidad a escala o real. Ésta debe considerar los procesos de reciclaje que tengan en lugar en el área geográfica donde se vaya a reciclar el envase.
- Existen diferencias metodológicas entre los distintos sistemas de evaluación y certificación evaluados. Uno clave es la consideración o no de la pérdida de calidad del material secundario y su equivalencia con el material virgen.

6. BIBLIOGRAFÍA

- AEN/CTN, 2005. UNE-EN 13430. Requisitos para envases y embalajes recuperables mediante reciclado de materiales
- Antonopoulos, I., Faraca, G., Tonini, D., 2021. Recycling of post-consumer plastic packaging waste in EU: Process efficiencies, material flows, and barriers. *Waste Manag.* 126, 694–705. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2021.04.002>
- Civancik-Uslu, D., Nhu, T.T., Van Gorp, B., Kresovic, U., Larrain, M., Billen, P., Ragaert, K., De Meester, S., Dewulf, J., Huysveld, S., 2021. Moving from linear to circular household plastic packaging in Belgium: Prospective life cycle assessment of mechanical and thermochemical recycling. *Resour. Conserv. Recycl.* 171, 105633. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2021.105633>
- Hahladakis, J.N., Iacovidou, E., 2019. An overview of the challenges and trade-offs in closing the loop of post-consumer plastic waste (PCPW): Focus on recycling. *J. Hazard. Mater.* 380, 120887. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2019.120887>
- Kleinhans, K., Hallemans, M., Huysveld, S., Thomassen, G., Ragaert, K., Van Geem, K.M., Roosen, M., Mys, N., Dewulf, J., De Meester, S., 2021. Development and application of a predictive modelling approach for household packaging waste flows in sorting facilities. *Waste Manag.* 120, 290–302. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2020.11.056>
- OCU, 2021. Reciclaje de envases: separar no es suficiente. *Compra Maest.* 12–16.
- Pauer, E., Tacker, M., Gabriel, V., Krauter, V., 2020. Sustainability of flexible multilayer packaging: Environmental impacts and recyclability of packaging for bacon in block. *Clean. Environ. Syst.* 1, 100001. <https://doi.org/10.1016/j.cesys.2020.100001>
- PlasticsEurope, 2020. Plásticos – Situación en 2020. Un análisis de los datos sobre la producción, demanda y residuos de plásticos en Europa.
- Matthews, C., Moran, F., Jaiswal, A.K., 2021. A review on European Union's strategy for plastics in a circular economy and its impact on food safety. *J. Clean. Prod.* 283, 125263. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.125263>.
- AEN/CTN, 2005. UNE-EN 13430. Requisitos para envases y embalajes recuperables mediante reciclado de materiales.
- Antonopoulos, I., Faraca, G., Tonini, D., 2021. Recycling of post-consumer plastic packaging waste in EU: Process efficiencies, material flows, and barriers. *Waste Manag.* 126, 694–705. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2021.04.002>
- Bala, A., Laso, J., Abejón, R., Margallo, M., Fullana-i-palmer, P., Aldaco, R., 2020. Environmental assessment of the food packaging waste management system in Spain : Understanding the present to improve the future. *Sci. Total Environ.* 702.

- Cyclos-HTP, 2021. Verification and examination of recyclability. Requirements and assessment catalogue of the Institute cyclos-HTP for EU-wide certification (CHI-Standard).
- EMF, 2021. Global Commitment. 2021 Reporting. Guidelines.
- EMF, 2020. New Plastic Economy Global Commitment. Commitments, vision and definitions.
- Eriksen, M.K., Astrup, T.F., 2019. Characterisation of source-separated, rigid plastic waste and evaluation of recycling initiatives: Effects of product design and source-separation system. *Waste Manag.* 87, 161–172. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2019.02.006>
- Eurostat Database, 2022. <https://ec.europa.eu/eurostat/data/database>
- Lopez-Aguilar, J.F., Sevigné-Itoiz, E., Maspoch, M.L., Peña, J., 2022. A realistic material flow analysis for end-of-life plastic packaging management in Spain: Data gaps and suggestions for improvements towards effective recyclability. *Sustain. Prod. Consum.* 31, 209–219. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2022.02.011>
- Matthews, C., Moran, F., Jaiswal, A.K., 2021. A review on European Union’s strategy for plastics in a circular economy and its impact on food safety. *J. Clean. Prod.* 283, 125263. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.125263>
- Merrington, A., 2015. 9 Recycling of Plastics, Second Ed. ed, *Applied Plastics Engineering Handbook*. Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-39040-8/00009-2>
- Mulakkal, M.C., Castillo Castillo, A., Taylor, A.C., Blackman, B.R.K., Balint, D.S., Pimenta, S., Charalambides, M.N., 2021. Advancing mechanical recycling of multilayer plastics through finite element modelling and environmental policy. *Resour. Conserv. Recycl.* 166, 0–2. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2020.105371>
- Picuno, C., Alassali, A., Chong, Z.K., Kuchta, K., 2021. Flows of post-consumer plastic packaging in Germany: An MFA-aided case study. *Resour. Conserv. Recycl.* 169, 105515. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2021.105515>
- Potting, J., Hanemaaijer, A., Delahaye, R., Ganzevles, J., Hoekstra, R., Lijzen, J., 2018. *Circular Economy : What We Want To Know and Can Measure*. Planbur. voor Leefomgeving 20.
- Recyclclass, 2021. Recyclclass recyclability methodology. Version 2.0.
- Schweizer, J., Gionfra, S., Pantzar, M., Mottershead, D., Watkins, E., Petsinaris, F., ten Brink, P., Ptak, E., Lacey, C., Janssens, C., 2018. Unwrapped: How throwaway plastic is failing to solve Europe’s food waste problem. Brussels.

ANEXOS

A1. CÁLCULO TASA DE RECICLAJE DE LA DIRECTIVA 2018/852

«Artículo 6 bis

Normas relativas al cálculo de la consecución de los objetivos

1. A los efectos de calcular si se han alcanzado los objetivos establecidos en el artículo 6, apartado 1, letras f) a i):
 - a) los Estados miembros calcularán el peso de los residuos de envases generados y reciclados en un año natural determinado. Se considerará que los residuos de envases generados en un Estado miembro son iguales a la cantidad de envases comercializados en el mismo año en dicho Estado miembro;
 - b) el peso de los residuos de envases reciclados se calculará que corresponde al peso de los envases que se hayan convertido en residuos que, habiendo sido objeto de todas las operaciones de control, clasificación y previas de otro tipo necesarias para eliminar materiales de residuos que no estén previstos en la posterior transformación y para garantizar un reciclado de alta calidad, entren en la operación de reciclado por la que los materiales de residuos se transformen realmente en productos, materiales o sustancias.
2. A los efectos del apartado 1, letra a), el peso de los residuos de envases reciclados se medirá cuando los residuos entren en la operación de reciclado.

Como excepción a lo dispuesto en el párrafo primero, el peso de los residuos de envases reciclados podrá medirse cuando salgan de cualquier operación de clasificación, siempre y cuando:

- a) dichos residuos de salida sean reciclados posteriormente;
- b) el peso de los materiales o sustancias eliminados mediante otras operaciones previas a la operación de reciclado y que no sean reciclados posteriormente no se incluya en el peso de los residuos comunicados como residuos reciclados.

Ilustración A1.1: Descripción de la metodología para calcular la tasa de reciclaje de la Directiva 2018/852 de envases y residuos de envases. Fuente: Directiva 2018/852

A2. NORMA UNE-EN: 13430

1	Unidad Funcional de Envase o Embalaje	Descripción:		
2	Componente véase la NOTA 1	Componente 1	Componente 2	Componente 3
2	Descripción			
3	Peso del componente como % de la unidad funcional total			
4	Si el componente es aceptado en su totalidad para el reciclado, en base a normas o especificaciones nacionales, europeas, internacionales o comerciales, se proporciona una referencia detallada			
5	Si el componente cumple con tal(es) norma(s) o especificación(es) se rellena la línea 6- después se va a la línea 11 y se anota que el 100% está disponible para el reciclado Si no es así, se continúa con la línea 6			
6	Flujo de material deseado Véase la NOTA 2			
7	Se recomienda una alternativa tal como la recuperación, cuando se identifiquen constituyentes dentro del componente que puedan causar problemas en el reciclado global Referencia al Informe CR 13688			
8	Constituyentes propensos a causar problemas en la recogida y clasificación			
9	Constituyentes propensos a causar problemas en el reciclado			
10	Constituyentes propensos a ejercer una influencia negativa en el material reciclado			
11	Porcentaje en peso del componente disponible para el reciclado			
12	Porcentaje en peso de la unidad funcional disponible para el reciclado (Línea 11x Línea 3/100)			
13	Porcentaje total disponible para el reciclado (Suma de la Línea 12)		Fecha y firma	

NOTA 1 – Componente definido en la Norma EN 13427 – parte del envase o embalaje que puede ser separado manualmente o mediante el uso de medios físicos sencillos.

NOTA 2 – El flujo del material reciclado deseado – aluminio, vidrio, papel, plástico, acero, madera, otros. Cuando las operaciones de reciclado no estén disponibles, o estén en desarrollo, véase NOTA en el apartado A.3.1.

NOTA 3 – N/A – No aplicable.

Ilustración A2.1: Declaración del porcentaje en peso del material disponible para el reciclado.

Fuente: Norma UNE-EN 13430

A3. RECYCLASS



Ilustración A3.1: Categorías de reciclabilidad de Recyclclass. Fuente: (Recyclclass, 2021)

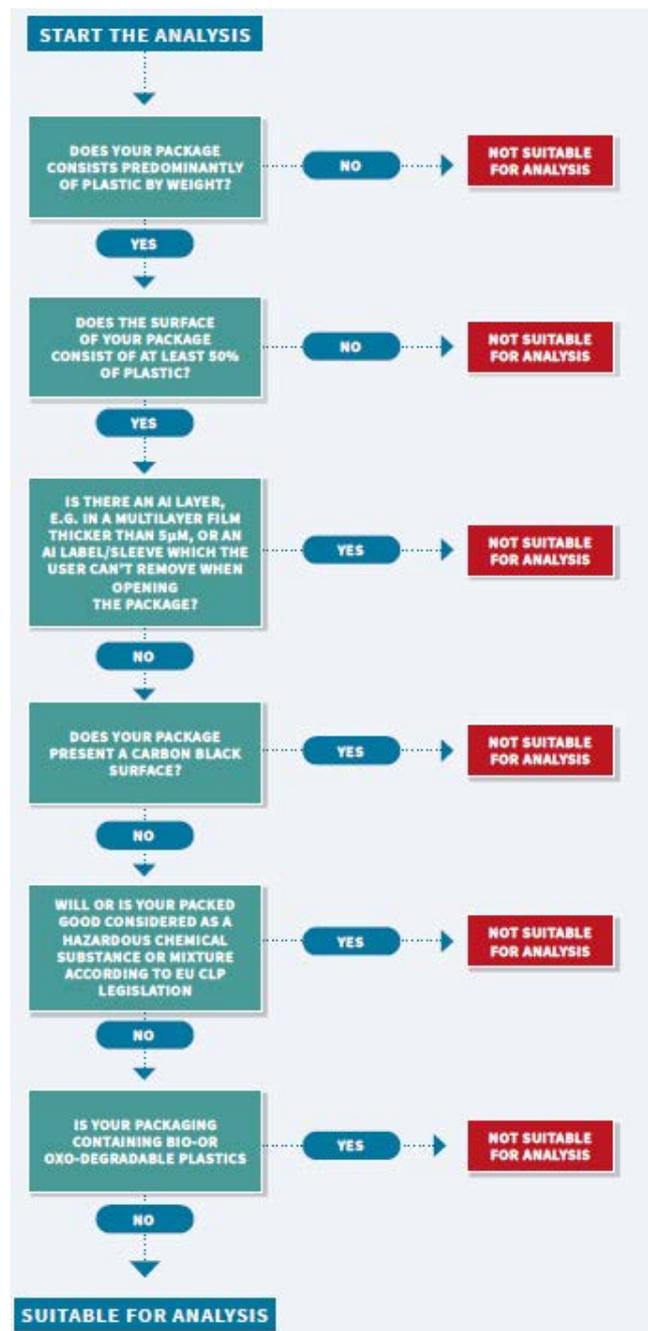


Ilustración A3.2: Árbol de decisión de la sección de idoneidad

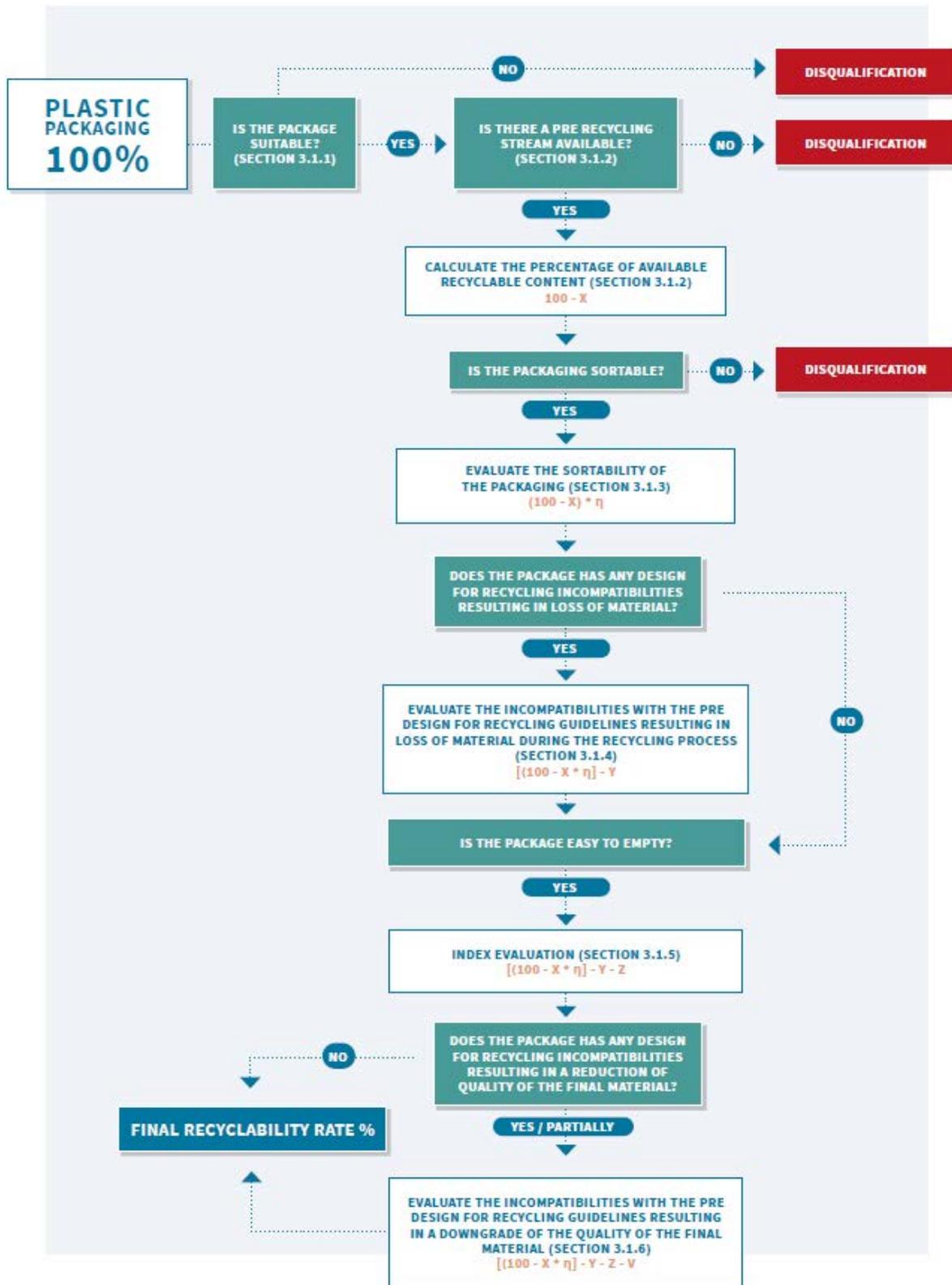


Ilustración A3.3: Ecuación y evaluación de la tasa de reciclabilidad. Fuente: (Recyclclass, 2021)

Tabla A3.1: Requisitos para determinar la tasa de reciclabilidad de Recyclclass. Fuente: Tabla 2 del [documento metodológico de Recyclclass](#)

CRITERION	ASSESSMENT	DOWNGRADING OR DISQUALIFICATION	SCORE PENALTY	
			CLASS	RATE
1. SUITABILITY	Packaging belongs to the plastic recycling stream and will not jeopardize the process.	Disqualification if : <ul style="list-style-type: none"> • Less than 50% plastic • Less than 50% plastic surface • Bio- or oxo-degradable additives • Aluminum layer > 5 µm • Carbon black surface 	Class F	"0" factor
2. PRE STREAM AVAILABILITY	Package with a PRE recycling stream in place, meaning that collection, sorting, and recycling are established and functioning at least in one European Country. PRE recognized recycling streams are: PET Bottles, PET Trays, PE Films, PP Films, HDPE Containers, PP Containers, HDPE and PP Crates & Pallets, PS Containers, EPS fish boxes and EPS white goods.	Disqualification if no collection or recycling stream established in Europe and recognized by PRE to recycle the packaging.	Class F	"0" factor
2A. LOCAL COLLECTION (RA ONLY)	Packaging collected in the countries of interest, based on the auditor knowledge.	Disqualification if no collection system in place to collect the given packaging in the countries of interest.	Class F	"0" factor
2B. LOCAL SORTING AND RECYCLING (RA ONLY)	Packaging sorted and recycled in the countries of interest, based on the auditor knowledge.	Disqualification if no available sorting or recycling infrastructure for the given packaging in the countries of interest.	Class F	"0" factor
3. RECYCLABLE PLASTIC CONTENT	Packaging contains a minimal amount of recoverable and valuable plastic for the targeted recycling stream.	Downgrading according to the proportion of any non-recoverable materials. The factor "X" represents (if any) the % of non-plastic material non separable by consumers from the main packaging (e.g., plastic blister coupled with cardboard on one side).	<ul style="list-style-type: none"> • X ≥ 5%: class B • X ≥ 10%: class C • X ≥ 30%: class D • X ≥ 50%: class E 	"X" factor to deduct

CRITERION	ASSESSMENT	DOWNGRADING OR DISQUALIFICATION	SCORE PENALTY	
			CLASS	RATE
4. SORTABILITY	<p>Packaging can be sorted into a polymer stream according to the most commonly used technologies in Europe.</p> <p><i>Reference: Sorting Protocol</i></p>	<p>Downgrading or disqualification based on the sorting efficiency evaluated on the base of big data or on the base of the results of testing with the "Sorting Protocol". "Π"-factor is used to penalize the rate. The Protocol must be applied in the cases mentioned in section 3.3.</p>	Refer to the Sorting Protocol	Refer to the Sorting Protocol
5A. DFR INCOMPATIBILITIES (REMOVABLE)	<p>Package designed according to the Design for Recycling Guidelines.</p> <p><i>Reference: Design for Recycling Guidelines</i></p>	<p>Downgrading accounts for all the parts of packaging such as inks, adhesives, labels, sleeves, valves/seals, caps, etc. that will be separated by the recycling process and will not get recycled.</p>	Strongest class penalty to apply for both criteria 5a and 5b.	"Y" factor to deduct (sum of all penalties)
5B. DFR INCOMPATIBILITIES (NON-REMOVABLE)	<p>Package designed according to the Design for Recycling Guidelines allowing for high quality recycled plastic.</p> <p><i>Reference: Design for Recycling Guidelines</i></p>	<p>Downgrading of parts of the packaging such as barriers, additives, printing, and all other non-detachable components which will not be separated during the recycling process and will be part of the final recycle.</p>		"V" factor to deduct (sum of all penalties)
6. EASY-TO-EMPTY / EASY-TO-ACCESS INDEXES	<p>Packaging easily accessible and emptied which minimises the contained residues in the recycling stream.</p>	<p>Downgrading if presence of product residues on the packaging is evaluated with "Z"-factor by applying the formula reported in section 2.3.3.3. Deductions will be applied in case of each 5 more points evaluated with the index.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • EtEi < 5: 0 class • EtEi < 10: -1 class • EtEi < 15: -2 classes • Etc. 	<ul style="list-style-type: none"> • EtEi < 5: Z=0% • EtEi < 10: Z=10% • EtEi < 15: Z=20% • Etc.
7. REACH COMPLIANCE	<p>Packaging complies with REACH regulation.</p> <p><i>Reference: The list of Substance of Very High Concerns (SVHCs)</i></p>	<p>Any substances of very high concern added to the packaging would result in a downgrading of the recyclability results.</p>	- 3 classes	- 45%



Ilustración A3.4:

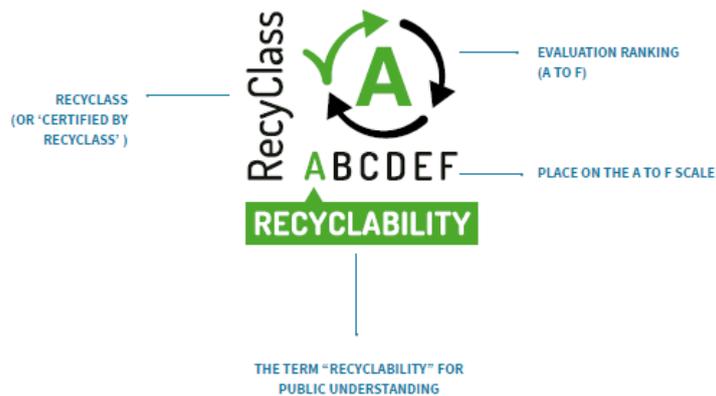


Ilustración A3.5: Logo de Reciclabilidad de Recyclclass



Recyclability logo 01

This is the logo of choice, to be used whenever possible. For all print and digital marketing.

This one highlights the ranking letter (A-F)



Recyclability logo 02

A secondary version of the logo.

This one highlights the terms 'recyclability'



Recyclability logo 03

This logo is the smallest: having one less element it can be more easily used when the space is small

It should be used when the surface of the packaging does not allow the positioning of logo 01 nor 02

Il·lustració A3.6: *Versióes del Logo de Reciclabilitat de Recyclclass*

A4. CYCLOS

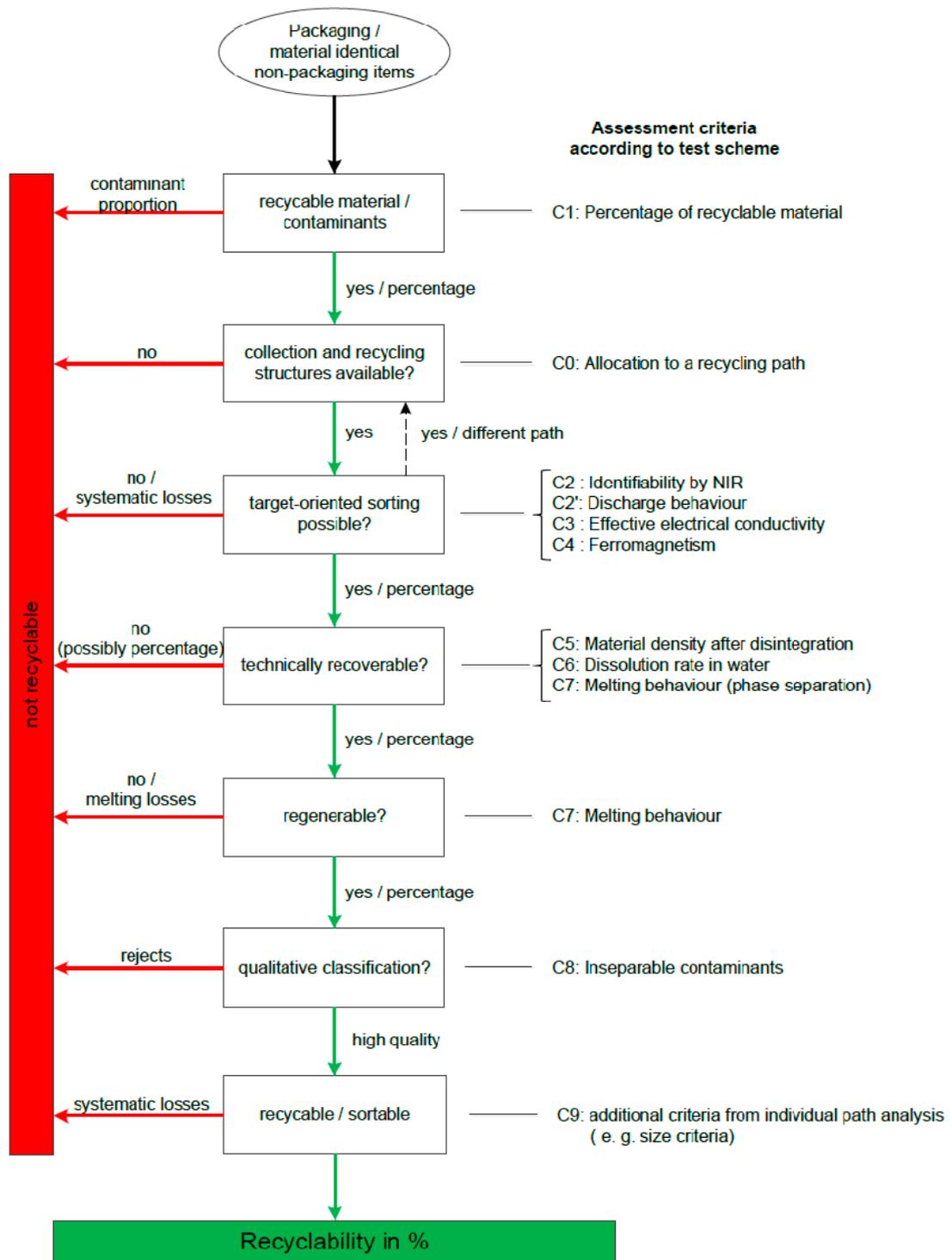


Ilustración A4.1: Diagrama de flujo del test de reciclabilidad de Cyclos (Cyclos-HTP, 2021)

Tabla A4.1: Clasificación de la reciclabilidad del Insitituto Cyclos-HTP

CLASE	% RECICLABLE
C	< 50% (reciclable mínimo)
B	50-70 % (reciclable moderado)
A	70-90 % (reciclable bueno)
AA	90-95% (reciclable muy bueno)
AAA	>95% (reciclable muy alto)
AAA+	100% (Completamente reciclable)



Ilustración A4.2: Logo de reciclabilidad de Cyclos

A5. SELLO DE RECICLABILIDAD

Tabla A5.1: Descripción de los tres iconos como resultado del test rápido de diseño para el reciclaje teórico de DRIADE SM

	<p>Por lo general, los materiales/elementos utilizados en el envase son compatibles con el cuerpo principal o separables del cuerpo principal y son aceptables en los procesos de reciclaje industrializados en grandes volúmenes. Aceptado por lo general en la mayoría de las aplicaciones.</p>
	<p>Los materiales/elementos utilizados en el envase, podrían causar problemas de reciclaje si se utilizan en grandes volúmenes. Bajo ciertas condiciones específicas el envase puede ser reciclable, pero habría que realizar un test y confirmarlo con las organizaciones de reciclaje. En este caso, la inclusión del material/elemento aumentará la dificultad de reciclaje o disminuirá el valor del material reciclado. Podría ser aceptado para algunas aplicaciones.</p>
	<p>No adecuado para el reciclaje. Los elementos/materiales utilizados en el envase generalmente no son compatibles o no son separables del cuerpo principal en los actuales procesos de reciclaje industrializados y aplicados, por lo tanto, de forma general causará graves problemas en el reciclaje o no tendrá valor en el mercado o será rechazado de los procesos de reciclado.</p>

Tabla A5.2: Fases consideradas en la evaluación y certificación cualitativa de la reciclabilidad

ASES	PROCESOS
CONSUMO	Simbología Separación Vaciado
RECOGIDA	Sistema de gestión del residuo
CLASIFICACIÓN	Separación gravitatoria Separación balística Separación neumática Separación NIR Separación Separación Electroimán
FLUJO DE CLASIFICACIÓN	Determinación de flujo, la carencia o las dificultades del mismo.
FLUJO DE RECICLADO	Determinación del flujo de reciclado, la carencia o las dificultades del mismo.
RECICLADO	Retirada de etiquetas Clasificación NIR Lavado Separación de materiales Destintado Materiales inseparables Extrusionado Fundición Propiedades del material
MATERIAL RECICLADO FINAL	Comparación de pérdida de propiedades del material, una vez es reciclado, respecto a un material virgen de referencia. Por ejemplo, acortamiento de fibras del papel, cambio de coloración del plástico, etc.
APLICACIONES	Usos en el mercado del material reciclado

Tabla A5.3: Niveles de reciclabilidad para el Sello de Reciclabilidad de DRIADESM

NIVEL DE RECICLABILIDAD	% RECICLABILIDAD
5 ESTRELLAS	> 85%
4 ESTRELLAS	75-85 %
3 ESTRELLAS	65-75%
2 ESTRELLAS	45-65%
1 ESTRELLA	20-45%

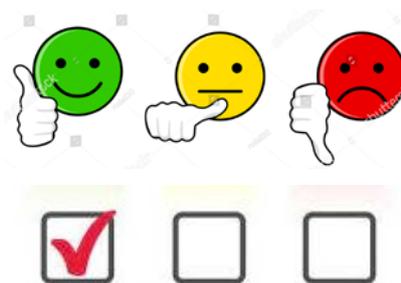


Ilustración A5.1: Iconos utilizados para comunicar el resultado del test rápido de diseño para el reciclaje teórico de DRIADE SM

Evaluación Cualitativa de Reciclabilidad
www.selloreciclabilidad.com




Driade Soluciones Medioambientales S.L. concede el siguiente certificado a

NOMBRE DE LA EMPRESA

CF

Nombre del envase:

NOMBRE DEL ENVASE

De acuerdo a las evaluaciones nº ECL.000.000.00X, realizadas por Driade Soluciones Medioambientales S.L., siguiendo la metodología y procedimientos del Certificado y Sello de Reciclabilidad, los resultados obtenidos son:

Consumo:	●
Recogida:	●
Clasificación:	●
Flujo de clasificación:	●
Reciclado:	●
Flujo de reciclado:	●
Propiedades del material reciclado:	●

Diseñado para ser reciclado:	●
Flujo de clasificación:	●
Flujo de reciclado:	●
Material reciclado final:	●

Nº de Certificado: C.ECL.000.000.00X
Vigencia desde: XX/XX/2021, hasta: XX/XX/2023

Requisit legítimas Iglesies
Directora General
Nº de acreditación: 2019_001
Driade Soluciones Medioambientales S.L.

El certificado perderá su validez en caso de cambios cuantitativos o cuantitativos del envase o embalaje, así como de sus componentes.

El certificado nº: C.ECL.000.000.00X es únicamente válido en conjunto con la evaluación nº: ECL.000.000.001 y la Declaración de Características de Envase de Envase nº: 000.000.00X Año: 2021.



Driade Soluciones Medioambientales S.L., C.I.F. B87636856, inscrita en el Registro Mercantil de Madrid Tomo 35052 Folio 193 Insc. 1, Hoja M-430421. Nº Acreditación Metodología Sello de Reciclabilidad: 2019_001

Gremi de Recuperoació de Catalunya, C.I.F. 008513939, Arda, Via Augusta, 15-25, Oficina 17, 1ª planta, 08174 Sant Cugat Del Valles

Gremi de Recuperoació de Catalunya avala que les evaluacions se han llevat a cabo de acuerdo con los procesos de reciclaje actualmente aplicados y disponibles.

Ilustración A5.2: Certificado de la evaluación en código semafórico de DRIADE SM



Ilustración A5.3: Certificado de Reciclabilidad de envases de DRIADE SM en guarismo, con el porcentaje de reciclabilidad



Ilustración A5. 4: Certificado de Reciclabilidad de envases de DRIADE SM en niveles, representado mediante estrellas



Ilustración A5.5: Sello de reciclabilidad de DRIADESM



Ilustración A5.6: Sello de reciclabilidad de DRIADE SM con el logotipo de SGS como entidad revisora



BARCELONA
SCHOOL OF
MANAGEMENT