

04-035

LIFE CYCLE ASSESSMENT OF INTERMEDIATE BULK CONTAINERS (IBC).

Pacheco-Blanco, Bélgica ⁽¹⁾; Astorga-Mendoza, Francisco ⁽²⁾; Artacho-Ramírez, Miguel Ángel ⁽¹⁾; Viñoles-Cebolla, Rosario ⁽¹⁾

⁽¹⁾ Centro de Investigación en Dirección de Proyectos, Innovación y Sostenibilidad (PRINS). Universitat Politècnica de València, ⁽²⁾ Universitat Politècnica de València

Reuse scenarios are preferable in plastic packaging, to single use scenarios for plastics. These scenarios reduce the number of materials needed per functional unit, while reducing the end-of-life environmental impact, among others. However, based on the specific typology, it may require specific transport and tools, protection, reconditioning, etc. In this work, will be used the life cycle assessment methodology (LCA), to know the environmental impact from cradle to grave of an IBC (Intermediate Bulk Container) used in port activities. The conclusions of this study will be used to propose an increase in efficiency in use, taking into account the studied sector.

Keywords: LCA; IBC; Re-usability Análisis del ciclo de vida de contenedores IBC.

ANÁLISIS DEL CICLO DE VIDA DE UN RECIPIENTE INTERMEDIO A GRANEL (IBC).

Los escenarios de reutilización de envases son preferibles a los escenarios de un solo uso en el caso de los plásticos. Estos escenarios reducen la cantidad de materiales necesarios por unidad funcional, a la vez que reducen el impacto ambiental del fin de vida, entre otros. Sin embargo, en base a la tipología concreta, puede requerir maquinarias para su transporte, transporte concreto, protección, reacondicionamiento, etc. En el presente trabajo, utilizaremos la metodología de análisis del ciclo de vida (ACV), para conocer el impacto ambiental desde la cuna a la tumba de un IBC (Intermediate Bulk Container) utilizado en un entorno portuario. Las conclusiones de este estudio serán usadas para proponer un aumento de la eficiencia en el uso, enmarcado en el sector estudiado.

Palabras claves: ACV;IBC; Reusabilidad.

Rosario Viñoles Cebolla rovice@dpi.upv.es"

Agradecimientos: El trabajo se ha realizado en el marco del proyecto "IDENTIFICACIÓN Y ANÁLISIS AMBIENTAL Y ECONÓMICO DE LAS ACTIVIDADES DE MAYOR POTENCIAL DE SIMBIOSIS ENTRE LAS EMPRESAS QUE COMPONEN VALENCIAPORT "subvencionado por la Generalitat Valenciana para la realización de proyectos I+D+i desarrollados por grupos de investigación emergentes (GV), con referencia GVA/2020/217.



1. Introducción

La necesidad de añadir valor a los productos y prolongar su vida útil, así como mantener el valor de los materiales en ciclos continuos de uso, vienen a ser premisas asumidas por la Economía Circular y en definitiva es una de las formas de abordar modos de Producción y Consumo Sostenibles (ODS 12)¹.

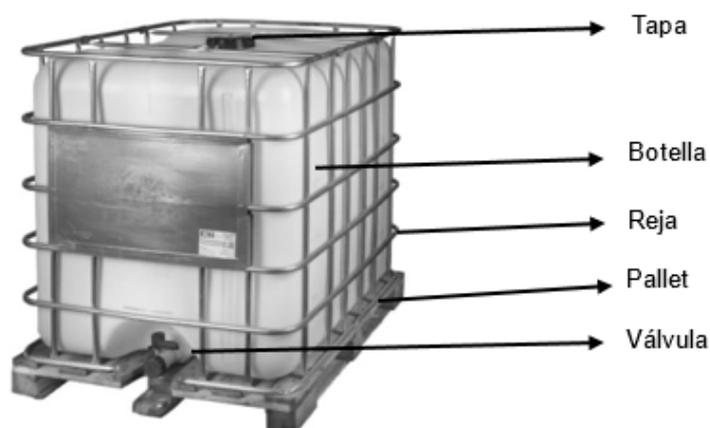
El concepto de Simbiosis Industrial y Economía Circular, han generado una tendencia hacia modos de producción más sostenibles que se basan en el ciclo de vida. La similitud de los procesos industriales, con los ciclos de la naturaleza no es un concepto nuevo. Pero es ahora, cuando el agotamiento de los recursos y la generación de grandes cantidades de residuos generadas por población actual, han impulsado una serie de estrategias a nivel mundial que fomentan la máxima eficiencia del ciclo de vida de productos y servicios.

En este contexto, el análisis de ciclo de vida (ACV) permite justificar la implementación de estrategias sostenibles de ciclos de materiales y procesos que permitan en nuestro caso, comparar el uso actual de los contenedores IBC con escenarios posibles.

Los IBC (del inglés “Intermediate Bulk Container”)² son contenedores que tiene la función de transportar y almacenar líquido o sustancias granuladas tales como químicos, alimentos, compuesto farmacéuticos, etc. Básicamente están compuestos de un contenedor de polietileno de alta densidad (HDPE), reforzado por una estructura de tubos de acero cincado fijada en un pallet, el cual puede ser de madera, plástico o acero (Figura 1). Este contenedor suele ser transportado por una carretilla elevadora , dentro de una misma instalación y para la carga de camiones (Grupo Roma, 2021).

Los IBCs pueden ser reacondicionados tras su uso. La posibilidad de darles un nuevo ciclo de uso estará determinada en parte por el material transportado y por la intensidad de las maniobras realizadas con el contenedor. Tanto la tasa de reposición del IBC, como la periodicidad de su uso, afectan en el escenario del ACV.

Figura 1. Partes generales de un IBC



¹ Objetivo del Desarrollo Sostenible 12: Garantizar modelos de producción y consumo sostenibles (<https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/sustainable-consumption-production/>)

² GRG (Gran Recipiente de mercancías a Granel). Se utilizan las siglas en inglés por su uso frecuente en campo y en la literatura.

Si se reduce la cantidad de material usado y se mantiene en uso, se reducen la contaminación al aire asociada al uso de combustibles fósiles para la extracción y para el procesamiento de materiales. Asimismo, la reutilización de los productos con un mismo fin, disminuye la necesidad de fabricar nuevos productos con más materia prima virgen o bien, disminuye la necesidad del uso de material. Sin embargo, para aplicar esta premisa, es preciso comprender el ciclo de vida completo de cada producto o servicio, donde las decisiones de reducción de impacto de una etapa, no sean desplazadas a otra etapa del ciclo de vida.

En el presente estudio, se aplica la metodología de ACV (ISO 14040, 2006) al escenario actual de uso de un stock de IBCs en el puerto de Valencia, de uso esporádico. Los datos son obtenidos de información disponible en documentos oficiales, entrevistas, literatura y bases de datos. Con esta información se obtiene un diagrama de flujos medio que permite simular los diferentes escenarios.

Esta iniciativa, surge de la necesidad de generar instancias de Simbiosis Industrial en Valencia. En concreto, dentro del clúster portuario, se han identificado una serie de posibilidades (Artacho et al., 2020), entre las que se incluye el caso de los IBCs revisados en este documento.

El objetivo de este estudio es conocer los impactos al ciclo de vida de un IBC del escenario actual, frente a diferentes escenarios de uso posibles dentro del puerto, entre los que se varía el origen del contenedor, el tipo de modelo de gestión y su fin de vida.

La estructura del documento se divide en 5 apartados. En la primera parte se presentan los IBCs, el contexto de estudio y antecedentes. En la segunda parte, se explican detalladamente la metodología y herramientas usadas para la elaboración del ACV. En la tercera parte se presentan los resultados. Finalmente, se presentan las discusiones y conclusiones de este artículo.

2. Metodología y herramientas

2.1 Metodología

Este trabajo es realizado usando la metodología de ACV con datos obtenidos a través de entrevistas de campo y datos de informes públicos de las empresas. El ACV sirve para evaluar los impactos ambientales potenciales y recursos usados a través del ciclo de vida completo de un producto o servicio. En un enfoque de la cuna a la tumba, se incluyen: extracción de materiales, producción, fases de uso, gestión de residuos (ISO 14040, 2006).

El ACV permite realizar comparaciones respecto a tecnologías usadas y escenarios de uso, proporcionando información sobre el impacto ambiental en las diferentes categorías de impacto, a través del desarrollo de los indicadores del ciclo de vida. El marco de desarrollo de un ACV es conocido gracias a la serie de normas ISO 14000, que ha sido estandarizado por la Organización Internacional de Normas (ISO 14040, 2006; ISO 14044, 2006).

El ACV proporciona un amplio conjunto de indicadores ambientales, tales como: indicadores de impacto del ciclo de vida, evaluación de impacto de ciclo de vida de punto medio, y evaluaciones de impacto de punto final (sus siglas en inglés LCI, LCIA midpoint y endpoint respectivamente). Estos no son indicadores de impacto directo, pero pueden ser útiles para la fase de interpretación de cualquier estudio de LCA. Los indicadores de LCIA de punto medio (o indicadores potenciales) permiten caracterizar diferentes problemas ambientales, como el cambio climático, el agotamiento del ozono, la formación fotoquímica de ozono, la acidificación, la eutrofización y el agotamiento de los recursos. Los indicadores de LCIA de punto final se refieren a categorías de daños

reales, como daños a los recursos, daños a la salud humana y daños al ecosistema. En los ACV desarrollados en el presente estudio, se utiliza la metodología “Environmental Footprint 3.0” (EF 3.0), la cual evalúa 28 categorías de impacto midpoint, tales como cambio climático, eutrofización y uso de recursos (Buonocore et al., 2018).

Para llevar a cabo este trabajo se deben identificar las etapas de mayor impacto en el ciclo de vida de un IBC. Con este objetivo, se debe: modelar el ciclo de vida de un IBC en propiedad, y; modelar el ciclo de vida de un IBC en servicio.

2.2 Definición del enfoque

2.2.1 Unidad Funcional

La Unidad Funcional (UF) es uno de los aspectos más relevantes en el desarrollo de un ACV. Para la estimación de la vida útil de un IBC se deben tener en cuenta una serie de factores relacionados con la manipulación del contenedor además del contenido, que puede hacer más o menos difícil en reacondicionado del IBC. Según estudios anteriores, la vida media de un IBC es de 5 años (Manuilova, 2003). Asimismo, un IBC homologado en la Unión Europea tiene una validez de 2,5 años, que puede ser renovado por otros 2,5 años, siempre y cuando cumpla con los requisitos del Acuerdo Europeo sobre el transporte internacional de mercancías peligrosas por carretera (ADR) y por el Real Decreto 97/2014, de 14 de febrero (Eurocontrol, 2021; España, 2014). En este estudio se propone como UF, el uso de 100 IBCs durante 5 años y una media de 3 ciclos de reacondicionado.

2.2.2 Límites del Sistema

El enfoque usado en este ACV considera el ciclo de vida “de la cuna a la tumba” (Figura 2). Dentro de estos límites se incluyen todas aquellas etapas que tienen relación directa con la unidad funcional. Se dejan fuera del análisis relacionada con la producción de materiales complementarios, tales como: productos químicos, proceso de generación de agua, fabricación de maquinaria de transporte, almacenaje, etc. Los límites del sistema se han basado en los datos disponibles en la literatura de ACV y en la base de datos Ecoinvent 3.6. Concretamente se incluyen dentro de los límites del Sistema:

- La fabricación de los IBCs.
- El transporte de los contenedores y de los insumos requeridos para sus fabricación y reacondicionamiento.
- El reacondicionamiento de los IBCs (en propiedad o servicio contratado).
- Escenarios de fin de vida de los IBCs (en propiedad o servicio contratado).

2.2.2.1 Límites geográficos

Para comparar los efectos del transporte, se proponen dos escenarios de origen de los contenedores estudiados. El primer escenario considera un contenedor fabricado en Zhengzhou (China), transportado en un barco porta-contenedores hasta el Puerto de Valencia. Para este escenario, se asume que el proveedor de las materias primas se sitúa en un radio promedio de 13 km de la fábrica. El segundo escenario, considera la fabricación en Cádiz (España), y el posterior transporte de los IBC en camiones hasta Utiel y usados en la Comunidad Valenciana. En este caso, los datos que representan la producción de materias primas para la fabricación de los IBCs, son datos referentes a Europa (Ver 2.2.2.4 Calidad de los Datos).

Respecto a la gestión, reacondicionado y fin de vida, se utilizan datos obtenidos para España. Los datos de producción electricidad seleccionada para los procesos de fabricación y uso, se seleccionan en base a los países donde se ejecuta cada acción.

2.2.2.2 Límites temporales

Los datos de modelado corresponden a documentos públicos de entre 2010 a la actualidad. Otros datos recogidos de campo se efectuaron entre los años 2020 y 2021.

2.2.2.3 Transporte

Los efectos ambientales del transporte, son seleccionados y calculados a partir de la Base de datos Ecoinvent 3.6. Tanto para el transporte de materias primas a nivel local, así como el traslado de los contenedores, se considera el uso de camiones estándar “EURO3”. Los insumos químicos requeridos para el reacondicionamiento se asumen transportados en vehículos comerciales livianos. Por último, incluye en cada etapa de transporte, el uso de una carretilla elevadora para su manipulación entre espacios reducidos y distancias cortas.

2.2.2.4 Calidad de los datos

La información recopilada ha de cumplir con los siguientes requisitos de calidad: (i) debían tener fecha lo más reciente posible para presentar los procesos cuyos valores fueran actualizados o se ajustaran a la mejor tecnología disponible; (ii) se prefieren los datos de la UE proporcionados por la base de datos Ecoinvent v3.6, aunque puede considerarse otro origen si es el único dato disponible y si tiene relación con el alcance y procesos del proyecto, y (iii) se recogen datos solo para procesos con la misma función o producto (Frischknecht et al., 2007).

Los datos se han introducido según el inventario en el software SimaPro 9.1.1.1 (Pré Consultants, 2021), teniendo como referencia la base de datos Ecoinvent 3.6. Estos fueron recopilados gracias a entrevistas distintas empresas interesadas en comparar los escenarios analizados de la gestión del ciclo de vida de los IBCs. Los datos de la encuesta incluyen los datos de materiales, cantidades, ciclos de uso, transporte entre instalaciones y escenarios de fin de vida. De las entrevistas, también se recogieron de la entrevista los consumos energéticos de los procesos para los ciclos de reacondicionado. Los escenarios alternativos de proveedores y fin de vida, se han estimado a partir de la literatura o de procesos con materiales similares.

2.2.3 Descripción de los escenarios

La selección de los escenarios se basa en las características de uso (en propiedad o en servicio), analizadas en el caso estudiado. Previamente, se desarrolla una investigación en literatura de ACVs similares para modelar las alternativas disponibles (Biganzoli et al., 2018). Finalmente, se han tenido en cuenta los escenarios de fabricación, transporte, uso, reacondicionamiento, y fin de vida.

2.2.3.1 Escenarios de fabricación, uso y reacondicionamiento

Para analizar la situación actual, frente a escenarios de menor impacto ambiental, se aplica el enfoque según el modelo de gestión de los IBCs (en propiedad o en servicio). Con este fin, se desarrollan cuatro alternativas de escenarios que modifican el origen y/o de reacondicionamiento del producto estudiado (Tabla 1).

Tabla 1. Escenarios de reacondicionado de un IBC

Escenario	Fabricación	Transporte	Uso	Transporte	Reacondicionado	Fin de Vida
1	China (Zhengzhou)	Zhengzhou-Valencia	1		Propietario	Residuos Voluminosos

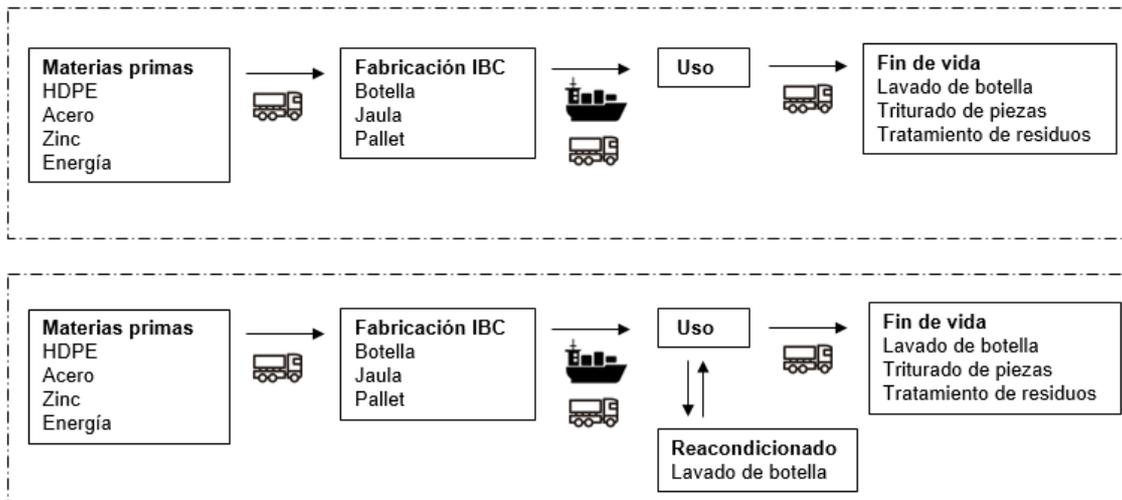
2	China (Zhengzhou)	Zhengzhou- Valencia	3	Valencia-Utiel (i/v)	Gestor	Reciclaje de jaulas/ Gestor Autorizado
3	España (Cádiz)	Cádiz- Valencia	1		Propietario	Residuos Voluminosos
4	España (Cádiz)	Cádiz- Valencia	3	Valencia-Utiel (i/v)	Gestor	Reciclaje de jaulas/ Gestor Autorizado

El origen de la fabricación afecta directamente en el transporte del producto hasta el lugar de uso. Esto incluye la producción de la botella, la rejilla envolvente y el pallet del IBC, así como el posteriormente es traslado a Valencia para su uso en las instalaciones portuarias. Tal como se detalla en la sección 2.3.2.1, en el presente estudio se han considerado dos escenarios de fabricación, el primero con origen en Zhengzhou y el segundo con fabricación en Cádiz.

Las opciones de uso dependen de si el contenedor IBC está en propiedad, o bien, si es parte de un servicio ofrecido por otra empresa. Si el IBC es propio, será el dueño del IBC quien deberá gestionar el transporte, limpieza y almacenaje del contenedor. En cambio, si el IBC es parte de un servicio, la gestión del ciclo de vida será externalizado.

En relación al reacondicionamiento, dos escenarios son planteados en esta investigación. El primer escenario es de un único llenado del IBC y posteriormente almacenado, que se trata de la situación actual detectada en algunas de las empresas que operan en el puerto de Valencia, y que tienen contenedores en propiedad. Posteriormente, es enviado a un gestor para su fin de vida (Figura 2). El segundo escenario contempla la gestión de los IBC como un servicio, por lo que estos son recogidos en el puerto tras su uso, para luego reacondicionarlos y darles un nuevo ciclo. Para este estudio se ha tomado como referencia la media de ciclos de reacondicionado proporcionados por una empresa gestora de IBCs localizada en Valencia (3 usos de media, pudiendo llegar hasta 9 usos). En base a la misma información, se considera un 4,3% de descartes del total de IBC que entran en el proceso por detección de fallos que impiden que el IBC continúe recirculando.

Figura 2. Límites del sistema escenarios en propiedad (arriba) y gestión (abajo)



2.2.3.2. Fin de vida

En para los 4 escenarios estudiados, se ha considerado que tras el último uso del contenedor, este es enviado al gestor de contenedores. En este proceso incluye el traslado del contenedor, el triturado de sus partes y el envío los plásticos y metales para su recuperación dentro de la Comunidad Valenciana. Las botellas descartadas durante el proceso de reacondicionamiento, pasan por el mismo proceso.

2.3 Inventario

2.3.1. Fabricación

Tal como se presenta en la Figura 1, un IBC está compuesto por tres piezas principales: una botella, una reja y un pallet. La botella es un contenedor fabricado por la extrusión de 15.5 kg polietileno de alta densidad, el cual tiene una capacidad de 1 m³ y un espesor de pared mínimo de 1,4 mm. A esta se le incorpora una tapa plástica superior y una válvula en su parte inferior. La reja está formada por tubos de acero de 0,9mm de espesor (Evopack, 2009), al cual se le ha aplicado una película de zinc de espesor promedio 10 µm, la cual mejora su resistencia a la corrosión. La base del contenedor es un pallet, el cual puede variar su materialidad según la elección del consumidor. Asimismo, se pueden distinguir otras piezas plásticas como cantoneras, válvulas y tapas.

2.3.2. Transporte

Para los escenarios de fabricación en China, se considera un traslado los IBC en un camión estándar EURO 3 desde de la fábrica en Henan, provincia de Zhengzhou, hasta el puerto de Qingdao. Luego es transportado por barco en contenedores hasta el Puerto de Valencia. En los escenarios de fabricación local, se considera un tramo en camión desde las instalaciones del fabricante en Cádiz, hasta el gestor en Utiel y luego hasta el Puerto de Valencia.

En ambos casos se considera el uso de carretillas elevadoras para la manipulación de los contenedores. Así mismo, el peso neto de los contenedores se estima en 57 kg (Evopack, 2009).

2.3.3. Reacondicionamiento

Los escenarios de reacondicionado consideran una distancia de 90km desde las instalaciones de uso hasta el gestor en camiones de 32 t de capacidad. Para la limpieza, se requieren alrededor de 7m³ de agua caliente mezclada con productos de limpieza,

que se adquieren en una distancia media de 100 km. El consumo medio de energía para el reacondicionamiento es de 106.7 kWh para 100 IBCs (Biganzoli et al., 2018).

El reacondicionado se inicia con una prueba aleatoria de estanqueidad, se quitan las etiquetas, válvula de salida, eliminación de precinto, y fijaciones (si las hay). Se inspecciona y se abre la válvula de vaciado. Se quitan los restos existentes (por gravedad o con bomba neumática), lo cuales son pesados, etiquetados y enviados a un gestor autorizado. Una vez extraídos los residuos, el proceso de lavado del IBC consta de cuatro fases:

1. Lavado de desbaste con bomba neumática y agua proveniente de la EDARI³, calentada a 50°C en dos depósitos, que de forma alternativa alimentan a la bomba. Esta agua se devuelve a la depuradora.
2. Lavado con agua caliente y productos de limpieza para estos productos.
3. Se repite la fase 2 si es necesario.
4. Aclarado con agua limpia.

Una vez finaliza el lavado interior, el contenedor se lava exteriormente y se vacía el líquido que pudiera quedar del aclarado. Luego, se insufla aire caliente para secar y a temperatura ambiente para evitar la condensación. Posteriormente se realiza un control de estanqueidad y finalmente un control de calidad. Una vez pasadas las verificaciones anteriores, se añaden los precintos y tapas nuevas.

Los 12,5 litros de agua que se utilizan en este proceso, deben pasar por un pretratamiento físico-químico, antes de poder ser tratada en una planta de aguas servidas. Este pretratamiento genera 152 kg de lodos, los cuales son transportados a una planta especializada (Biganzoli et al., 2018).

En el caso de un reuso o nuevo ciclo de uso del IBC, se debe efectuar una verificación de la correcta funcionalidad de sus componentes, reemplazando los defectuosos si es necesario. En relación a los descartes, las principales razones son la falta de calidad del acabado de la botella (color amarillo, restos que no han sido removidos), piezas que se han roto, la no estanqueidad del envase, o bien que no es posible homologar el IBC para el transporte de materiales peligrosos.

2.3.4. Fin de vida

Una vez el contenedor no puede ser utilizado para su función, tras un ciclo de lavado y secado, este es descartado y desarmado. Las piezas plásticas son trituradas y enviadas junto con las partes metálicas a un gestor especializado. Los porcentajes de recuperación de plásticos y metálicos reportados en España son de un 79% y un 88% respectivamente (Eurostat, 2021).

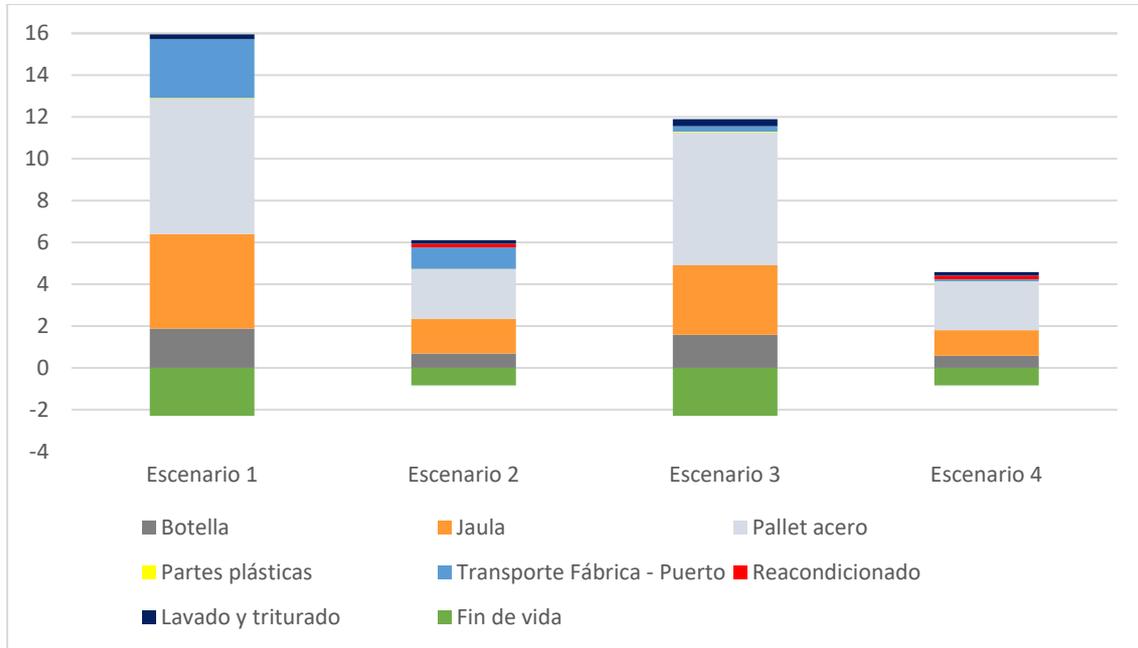
3. Resultados

La puntuación única (PU) según la metodología EF 3.0 es presentada en la Figura 3. Transversalmente, los ítems de mayor impacto en el ciclo de vida están asociados a la fabricación de las partes metálicas del contenedor. La contribución del pallet de acero a la PU representa entre un 66% (Escenario 3) y un 45% (Escenario 2) del total, así como el impacto ponderado de la jaula se ubica entorno al 33% en promedio. El aporte de la fabricación de la botella, incluyendo sus materias primas, es de un 15%. Las otras piezas plásticas de menor tamaño tienen una contribución despreciable a las categorías de impacto. Respecto a la participación del transporte en la PU, para los escenarios 1 y 2, esta es de un 20%, en contraste con los escenarios de fabricación local, donde alcanza solo un 3% del aporte relativo. La PU asociada al fin de vida, se ubica entre un 16% en

³ Estación de aguas residuales industrializadas, o proceso de depuración de aguas.

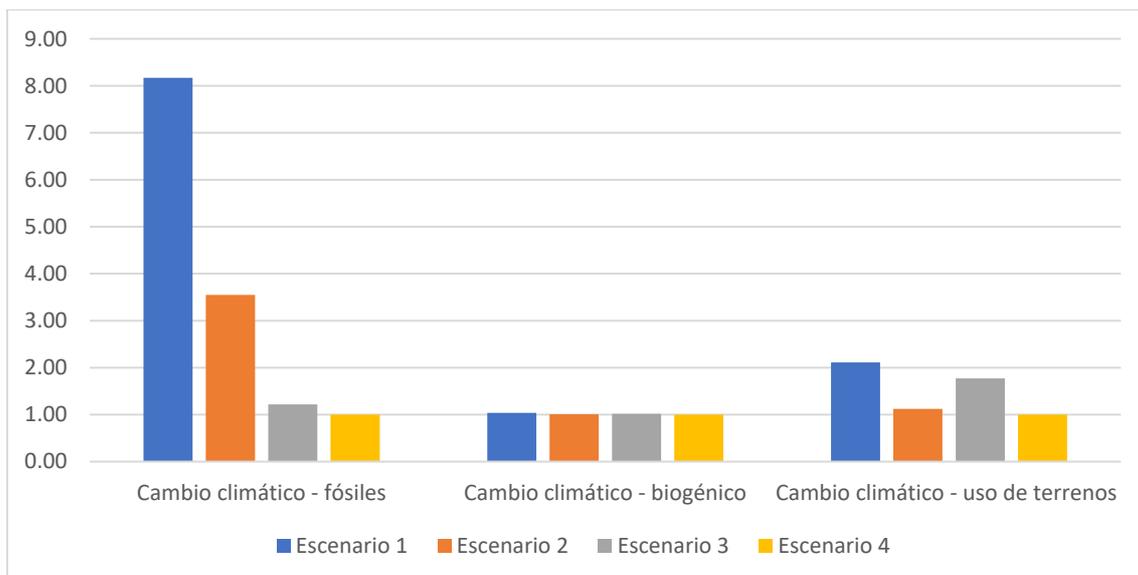
el caso del escenario 2, llegando a aportar un 24% en el escenario 3, muy por sobre lo aportado por las etapas de reacondicionamiento, las cuales se ponderan entre un 2% y un 5%.

Figura 3. Puntuación única según escenarios e ítems



En relación las categorías de impacto, en aquellas asociadas al cambio climático (Figura 4), se aprecia reflejada claramente la influencia del transporte desde las fábricas en la provincia de Zhengzhou hasta el puerto de Valencia. Este impacto se ve a su vez amplificado en el Escenario 1, en el cual, al darle un único uso a los contenedores, el transporte se ve triplicado respecto los Escenarios 2 y 4. Esto conduce a que el impacto al cambio climático relacionado al uso de combustibles fósiles del Escenario 1, sea más de 8 veces el impacto asociado al Escenario 4.

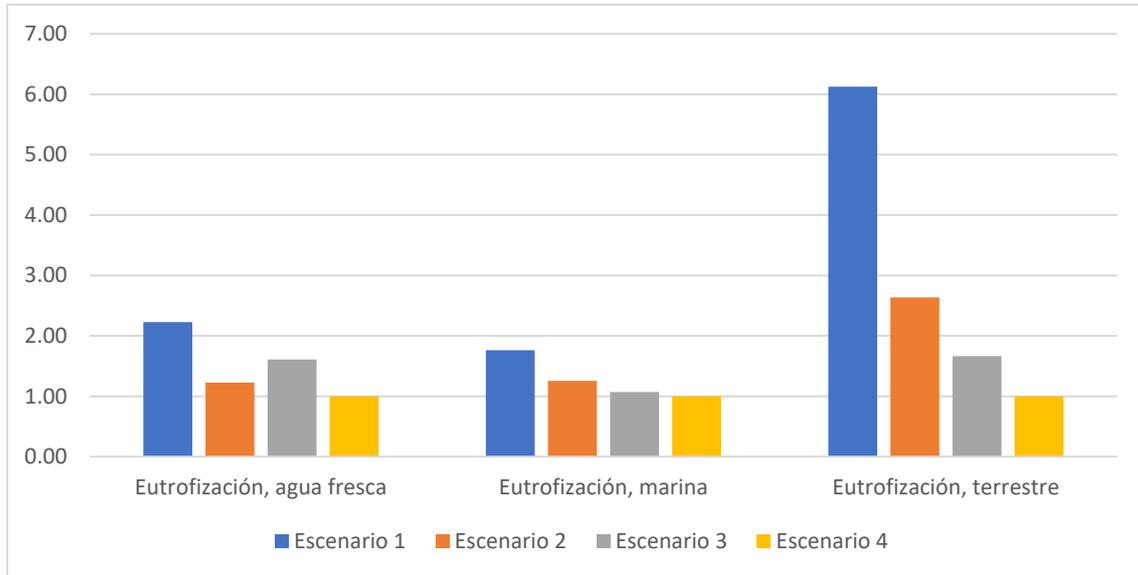
Figura 4. Comparación impacto en cambio climático por escenarios



El transporte de los contenedores desde los más de 19.000 km también se ha visto reflejado con claridad en la eutrofización terrestre (Figura 5), en el uso de recursos

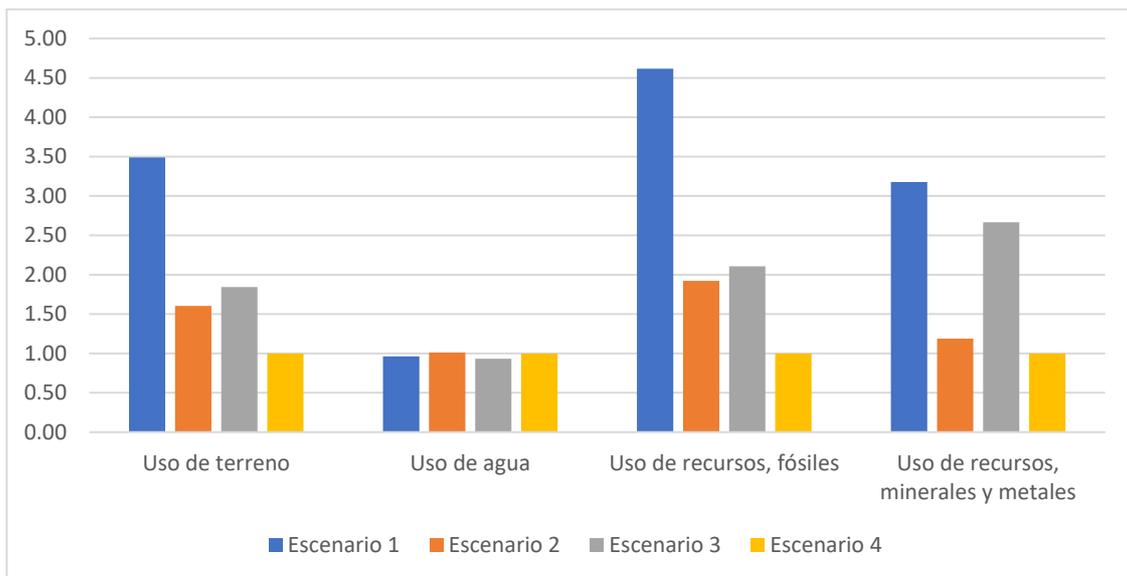
fósiles y uso de terrenos (Figura 6), así como en menor proporción en la categoría de eutrofización marina y de agua fresca (Figura 5).

Figura 5. Comparación impacto en eutrofización por escenarios



Los efectos asociados a la fabricación a la reutilización de los contenedores se han visto reflejados principalmente en las categorías asociadas al uso de recursos (Figura 6), así como en la eutrofización de agua fresca (Figura 5).

Figura 6. Comparación impacto en uso de recursos por escenarios



4. Discusiones y Conclusiones

Los impactos asociados al ciclo de vida de los diferentes escenarios de fabricación y gestión han sido evaluados según la metodología EF 3.0. Tras ello, se ha identificado

los factores que más influyen en las categorías de impacto, según los escenarios y sus etapas.

La fabricación es la etapa que mayor impacto tiene en las categorías al analizar el ciclo completo. En el caso del IBC con origen en España (Escenario 3 y Escenario 4), esta etapa conlleva el 92% de la puntuación única, participación que disminuye al 79% cuando se evalúa la importación desde China. Este impacto está directamente asociado a las piezas metálicas (pallet y jaula) y en particular se ha identificado al proceso de cincado como el mayor contribuyente a los impactos.

El alto peso de la fabricación en la ponderación de impactos, a su vez condiciona los escenarios de gestión del IBC. Se observa que, a excepción del uso de agua y el cambio climático biogénico, las categorías de impacto asociadas a un solo uso del contenedor (Escenario 1 y Escenario 3) son mayores que las comparadas con las asociadas a escenarios de reacondicionamiento y reutilización de los contenedores a través de un gestor.

La influencia del transporte no llega a ser tan relevante como el de la fabricación, teniendo un peso promedio de un 17% en el caso de importación, así como de a penas un 2% en los escenarios de producción local.

Se debe tener en cuenta la incertidumbre en la interpretación de los resultados. Esta viene condicionada principalmente por la selección de datos a pesar de los criterios de calidad mencionados en el apartado 2.2.2.4. La combinación de fuentes y las asunciones de distancias recorridas pueden alterar los resultados finales. Estas distancias recorridas y el tipo de camiones/ embarcaciones asumidos en base a la literatura, pueden tener un impacto en las emisiones y sus consecuencias sobre la salud humana y el medio ambiente.

Durante la investigación se han observado mejoras sustanciales en los procesos de reacondicionado, comparando la industria local con la reportada en otros artículos en el sector (Biganzoli, 2018). En particular, el porcentaje de descartes para el proceso de reacondicionamiento indicado por el gestor local es de un 4,7%, el cual es ampliamente inferior al indicado por otros donde se han reportado tasas de descarte superior al 25%. Otro valor que ha disminuido considerablemente es el consumo de agua por tratamiento de envase, donde el gestor local ha informado que utiliza un 82% menos de agua para sus procesos. Estos antecedentes se pueden sostener en la mejora de tecnologías.

Respecto al uso del software SimaPro, en los modelos de escenario de fabricación en Zhengzhou, se han utilizados datos para “resto del mundo” ({ROW} en Ecoinvent). Esto le quita representatividad al modelo, pudiendo haberse fabricado el contenedor en cualquier continente (sin considerar Europa), a una distancia similar a la del puerto de Qingdao (19250 km desde Valencia) y que tenga una matriz de generación eléctrica similar a la china. En esta misma línea, Los valores de la base de datos Ecoinvent 3.6 han tenido que ser ponderados para realizar un modelo más ajustado al escenario real. En particular, la influencia del tratamiento de electro-cincado se vio sobrerrepresentada en modelos tempranos, ya que la base de datos indica un espesor de recubrimiento de 130 μm , cuando el estándar es del orden de las 10 μm .

Futuras investigaciones podrían incluir un levantamiento más preciso del consumo eléctrico de la planta de reacondicionamiento, así como despreciar el aporte de las partes plásticas más pequeñas.

Se concluye que la gestión con menor impacto ambiental es aquella que involucra la fabricación en España y el uso del contenedor a través de un gestor especializado (Escenario 4). Esta decisión puede llegar a reducir el impacto de la UF estudiada en hasta un 70%, si es comparada con el caso de mayor impacto (Escenario 1). Beneficios complementarios a la disminución del impacto ambiental, podrían ser la liberación de

espacio, un bien escaso en el entorno portuario, además de la certificación del envase, lo cual podría ser requerido según las normativas.

Este tipo de estudios resulta relevante para tomar decisiones sobre iniciativas futuras en el sector, que busquen reducir el impacto ambiental de sus instalaciones a la vez que valorizan residuos.

5. Referencias

Biganzoli, Rogamonti, Grosso (2018) Biganzoli, L., Rigamonti, L., & Grosso, M. (2018). Intermediate bulk containers re-use in the circular economy: an LCA evaluation. *Procedia CIRP*, 69(May), 827–832. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2017.11.010>

Buonocore, E., Mellino, S., De Angelis, G., Liu, G., & Ulgiati, S. (2018). Life cycle assessment indicators of urban wastewater and sewage sludge treatment. *Ecological Indicators*, 94, 13–23. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2016.04.047>

Ecobidón (2021). Beneficios de la reutilización. [consultado 17 enero 2021]. Disponible en : <https://ecobidon.com>

España. Real Decreto 97/2014, de 14 de febrero, por el que se regulan las operaciones de transporte de mercancías peligrosas por carretera en territorio español. *Boletín Oficial del Estado*, 27 de febrero de 2014, núm. 50, pp. 18506 a 18607 [consultado 17 enero 2021]. Disponible en: <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2014-2110>

Eurocontrol (2021). Transporte de mercancías peligrosas por carretera. [consultado 20 febrero 2021]. Disponible en: <https://www.eurocontrol.es/inspeccion-reglamentaria/servicios/inspeccion-de-transporte-de-mercancias-peligrosas-adr-grg-csc/>

Eurostat (2021). Treatment of waste by waste category, hazardousness and waste management operations. Disponible en: <https://ec.europa.eu/eurostat>. [consultado 7 de febrero de 2021]. Disponible en: https://Ec.Europa.Eu/Eurostat/Databrowser/View/Env_wastrt/Default/Table?Lang=en

Evopack (2009). Ficha técnica contenedor IBC 1000 litros (M-4393.10). [consultado 5 marzo 2021]. Disponible en: https://www.evopack.net/media/product/13105_SM15_UN_bbUBmbu.pdf

Grupo Roma (2021). Definición y composición de GRC e IBC. [consultado 17 enero 2021]. Disponible en: <https://www.gruporoma.com/blog/contenedores-ibc-usos-y-ventajas/>

International Standard Organization [ISO], (2006a). Gestión ambiental Análisis del ciclo de vida Principios y marco de referencia (ISO 14040:2006). AENOR.

International Standard Organization [ISO], (2006b). Gestión ambiental Análisis del ciclo de vida Requisitos y directrices (ISO 14044:2006). AENOR.

Manuilova, A. (2003). *Life Cycle Assessment of Industrial Packaging for Chemicals - Executive Summary*.

PRé Consultants (2021). SimaPro Software. [consultado 1 abril 2021] Disponible en: <https://pre-sustainability.com/solutions/tools/simapro/>

**Comunicación alineada con los
Objetivos de Desarrollo
Sostenible**

