

# Diseño de envases y embalajes. Una propuesta de ecodiseño abreviado bajo los requerimientos normativos de la Ley REP en Chile<sup>1</sup>

Design of containers and packaging.  
An abbreviated ecodesign proposal under  
the normative requirements of the EPR  
law in Chile

**Marcelo Venegas-Marcel<sup>2</sup>**  
U. Técnica Federico Santa María  
Valparaíso, Chile

**Manuel Martínez-Torán<sup>3</sup>**  
Universitat Politècnica de València  
Valencia, España

**Rubén Jacob-Dazarola<sup>4</sup>**  
Universidad de Chile  
Santiago, Chile

Cómo citar este artículo: Venegas, Marcel, M., Martínez Torán, M. y Jacob Dazarola, R. (2023). Diseño de envases y embalajes. Una propuesta de ecodiseño abreviado bajo los requerimientos normativos de la ley REP en Chile. *Revista 180*, (51), 123-137. [http://dx.doi.org/10.32995/rev180.Num-51.\(2023\).art-1064](http://dx.doi.org/10.32995/rev180.Num-51.(2023).art-1064)

DOI: [http://dx.doi.org/10.32995/rev180.Num-51.\(2022\).art-1064](http://dx.doi.org/10.32995/rev180.Num-51.(2022).art-1064)

### Resumen

El presente artículo surge a partir de la necesidad de integrar la metodología y conceptos generales del ecodiseño en el ejercicio práctico del trabajo proyectual para el desarrollo de productos. Para lo cual se asumen las directrices establecidas por la Ley de Reciclaje y Responsabilidad Extendida del Productor (REP) en Chile, así como las obtenidas del panorama actual a nivel país en torno a las oportunidades y reales limitaciones estimadas ante la perentoria puesta en marcha de las distintas herramientas técnicas que tienen por objeto la mejora ambiental.

Se plantea, por tanto, un modelo procedimental aplicable a la enseñanza del diseño industrial de productos, así como para el ejercicio práctico de la disciplina en el ámbito profesional y, en especial, en el desarrollado al interior de las pequeñas y medianas empresas, permitiendo sistematizar la toma de decisiones y planeación de productos desde una perspectiva sostenible y como respuesta a los requerimientos normativos de la institucionalidad ambiental vigente.

Los resultados obtenidos a partir de la aplicación de dicho modelo evidencian la resolución eficiente de casos dirigidos a la optimización del diseño para el fin de vida en envases y embalajes (E y E). Se estima que estos concitan un alto interés —por haber sido señalados por la legislación actual— como productos prioritarios para ser impulsados en la gestión y valorización para su reciclaje. Así como por ser una efectiva instancia comunicativa y de formación colectiva, para la promoción de los distintos principios que sustentan las buenas prácticas medioambientales.

### Palabras clave

diseño industrial, ecodiseño, envases y embalajes, Ley REP, metodología

### Abstract

The following article arises from the need to integrate the methodology and general concepts of Ecodesign in the practical exercise of project work for product development. Thus, the guidelines established by the Chilean law for Extended Producer Responsibility (EPR) are assumed, as well as those obtained from the current panorama at the country level regarding the opportunities and real limitations estimated before the peremptory implementation of the different technical tools that aim to improve the environment. Therefore, it is proposed a procedural model applicable to the Teaching of Industrial Product Design, as well as, for the practical exercise of the discipline in the professional field and especially to the one developed within Small and Medium Enterprises. Allowing to systematize decision-making and product planning from a Sustainable perspective and in response to the regulatory requirements of the current environmental institutions.

The results, obtained from the application of this model show the efficient resolution of cases aimed at optimizing the Design for the end of life in Containers and Packaging (C & P). Considering that these arouse a high interest – because they have been indicated by the current legislation – as priority products to be promoted in the management and recovery for recycling. As well as, for being an effective communicative and collective training instance, for the promotion of the different principles that sustain good environmental practices..

### Keywords

industrial design, ecodesign, containers and packaging, EPR Law, methodology

## Introducción

La declaración de Río de Janeiro sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo de Naciones Unidas logró posicionar a nivel mundial en el año 1992 la cuestión medioambiental como una temática de carácter económico-empresarial. Aparece con fuerza el concepto de *desarrollo sostenible*, el cual desde el informe Brundtland (1987) había empezado a instalarse en el debate público (Dhahri, & Omri, 2018; Mensah, 2019; Wichaisri, & Sopadang, 2018).

Lo anterior, es entendido posteriormente como una nueva forma de asumir la relación entre la producción y la economía. Se origina así, un cambio de paradigma filosófico en torno a la planificación y organización de acciones en pos del crecimiento, más allá de las visiones y demandas radicales de carácter conservacionista. Dicho desafío se considera como un espacio de interés en pos de la apertura de nuevas oportunidades para la generación de modelos de desarrollo con un marcado acento en la innovación (Barrow, 2018; Ben Youssef et al., 2018).

En tal escenario, el diseño sostenible finalmente empieza a hacerse cargo desde una perspectiva más social, de la responsabilidad que le corresponde como reconocida herramienta proyectual y eje fundamental en el crecimiento económico. Se cambia el foco hacia los escenarios cotidianos y se abre a una lógica de innovación para el desarrollo, pero priorizando esta vez en la idea del Estado de bienestar ambiental, así como, en el bienestar colectivo (Baldassarre et al., 2020; Bryden, & Gezelius, 2017; He et al., 2020). De esta manera, el *ecodiseño* aparece como una respuesta metodológica válida para el desarrollo de productos y servicios, que en su aplicación termina por hacerse cargo de una forma más racional y proactiva de los recursos ocupados en el ciclo productivo. Profundiza también en el reintegro de estos mismos a los distintos ecosistemas, reduciendo en consecuencia el impacto medioambiental generado por los residuos presentes al final de su ciclo de vida (García-Sánchez et al., 2020; Pigosso et al., 2015; Rousseaux et al., 2017).

Alineado con lo anterior, Chile y su institucionalidad han decidido no quedarse atrás en la generación de cambios desde la perspectiva medioambiental y, en lo particular, en la aplicabilidad cierta del *ecodiseño* y todos los beneficios potenciales producto de su puesta en marcha. En este marco, se promulga la denominada Ley de Reciclaje y Responsabilidad Extendida del Productor (REP) (Ley N.º 20.920 de 2016), la que en su contenido principal termina por establecer una política marco para la gestión de los residuos y la responsabilidad extendida del productor, permitiendo posicionar al país en una lógica económica circular, que se orienta hacia el cierre del ciclo entre el productor, recolector y, por supuesto, el usuario (Geisendorf, & Pietrulla, 2018; Moraga et al., 2019; Wastling et al., 2018).

Sin embargo, dicha implementación aún en ciertos no está ajena a complicaciones e inquietudes provenientes de los distintos sectores. Desde ineficiencias institucionales para fijar metas de reciclabilidad, hasta la dificultad —asumida desde las empresas— para poder obtener información e instrumentos de *ecodiseño* de simple aplicación y

de costo abordable. Razones que a la postre estarían ralentizando la implementación de la gestión ambiental al interior de la industria, o bien desalentando numerosas inversiones en infraestructura que permitan viabilizar en definitiva la puesta en marcha de la ley REP (Navech, 2020; Sánchez, 2021).

Es dable por tanto sostener que, la incertidumbre previa a la implementación del marco regulatorio complicaría mayormente la participación de segmentos productivos pequeños y medianos —por su volumen de comercialización y posibilidades de financiamiento— supeditándose así a la acción concentrada de las grandes empresas y las directrices que estas mismas vayan marcando en dicho trámite. En ese escenario y entendiendo que la matriz productiva nacional responde a una presencia mayoritaria de la pequeña y mediana empresa (PYME) con un 52,5 % y un 44,4 % a la microempresa (Ministerio de Economía, Fomento y Turismo, 2019), es admisible evidenciar que un amplio espectro del empresariado nacional no estaría eventualmente participando con fluidez en la puesta en marcha de dicha ley.

Otro punto adicional a tener en cuenta, y que se convierte en un importante dato de la causa, es el reconocimiento del tipo de residuo y las posibilidades de valorización que este puede presentar, siendo aquello un factor de interés para los gestores, así como de las distintas empresas participantes en el proceso. Según el *Quinto reporte del estado del medio ambiente* (Ministerio de Medio Ambiente [MMA], 2019a), en el año 2017 se generaron 23 toneladas de residuos (un 8 % más desde el 2015) de las cuales el 97,3 % equivale a residuos no peligrosos. De estos, solo el 23,6 % fue valorizado, cifra que abre un atractivo espacio para una futura gestión con un fuerte acento en la minimización de la eliminación, privilegiando la prevención y valorización de residuos. Igualmente, el mismo reporte consigna que, de los residuos no peligrosos más del 60 % es de tipo industrial y el 35,3 % de origen domiciliario/municipal. De estos —según lo reportado en el Sistema Nacional de Declaración de Residuos (SINADER)— solo el 1,9 % es valorizado y el 98,1 % eliminado, lo que permite reforzar la idea de ir efectuando distintas iniciativas dirigidas al fomento del reciclaje en conjunto con la puesta en marcha de la Ley REP. De esta manera, es factible contribuir en la valorización diferenciada de los residuos originados a partir de los distintos productos puestos en el mercado (posconsumo) y consolidar un mercado maduro a nivel nacional desde la recuperación de materiales (Fajardo, 2017).

En este sentido, el interés del trabajo se focaliza en los denominados *productos prioritarios* (residuos, según lo referido por la Ley N.º 20.920 de 2016), optando de este modo por el grupo compuesto por los envases y embalajes (E y E). Al considerar que en la práctica, los materiales derivados de dichos residuos constituirían el 50 % y más de la carga ambiental generada, constituyendo una excelente oportunidad para poder establecer soluciones ambientales innovativas (Civancik-Uslu et al., 2019; Licciardello, 2017); así como, y de acuerdo a lo referido por el MMA, estos también contarían con buenas cualidades comparativas para desarrollar —desde la práctica del diseño— modelos preventivos destinados a orientar y posibilitar la mejor toma de



decisiones en la mejora ambiental continua. A saber:

- masividad asociada al consumo,
- volúmenes significativos de residuos producidos,
- factibilidad de valorización,
- residuos no peligrosos,
- regulación comparada.

Otro aspecto que se ha tomado en cuenta es la oportunidad que presenta este grupo de productos en términos de valorización de residuos. Según lo consignado por la Fundación Chile [Qué establece el Decreto de Envases y Embalajes y la Ley REP, 2020], en el año 2018 se generaron 1,25 millones de toneladas al año de E y E, de las cuales solo el 12,5 % pudo ser reciclada. Lo que revela la urgencia de innovar en instrumentos que vayan en esa dirección, sobre todo si lo que se persigue es cumplir progresivamente la meta de reciclaje para los E y E domiciliarios de 60 % promedio, acordada para el período 2023-2034 [Decreto Supremo N.º 12 de 2020].

Considerando lo previamente expuesto, la investigación que aquí se presenta, pretende constituirse en un instrumento de aplicación simplificada aplicable a productos prioritarios, particularmente los definidos por la Ley REP. Se estima que dicho aporte puede ser entendido como un punto de partida para el posicionamiento gradual del eco-diseño como una herramienta válida, reconocida y alcanzable de forma transversal por el más amplio espectro del aparato productivo nacional.

Para lo anterior, se procede a definir los siguientes objetivos procedimentales para poder sustentar dicho trabajo: 1) determinar un procedimiento para la identificación y caracterización de producto prioritario, contemplando aspectos de información ambiental recogidos principalmente del trabajo

de análisis de su ciclo de vida [ACV], según consideraciones generales de la normativa ISO 14.040 [Organización Internacional de Estandarización, 2006]; 2) establecer evaluación diagnóstica según producto prioritario definido, a modo de visualizar posibles escenarios que estimen mejoras sucesivas desde el punto de vista medioambiental; 3) proponer estrategias de mejora en concordancia con la información ambiental levantada previamente, como una forma de fijar lineamientos de optimización continua factibles de ser aplicados a cada producto y su proceso de desarrollo; y 4) indagar en soluciones de diseño a modo ensayar la metodología propuesta, haciendo énfasis preliminarmente en aquellas que consideren el fin de vida del producto [FVP] [Ma et al., 2018; Miranda de Souza, & Borsato, 2016].

#### Método

El esquema metodológico propuesto considera dos fases principales para poder implementar un modelo procedimental (Figura 1). Dichas fases (a y b) establecen de manera inicial un dominio basado en la evaluación y análisis de E y E según empresa tipo, considerando las fases generales del método de balance propuesto por Zeng et al. (2017). En segunda instancia se busca poder definir propuestas de diseño que consideren el diagnóstico inicial como base de las especificaciones en un nuevo concepto que minimice las externalidades nocivas. Lo anterior requiere de una aplicación secuencial que debiera contemplar la evaluación y mejora continua de la respuesta de diseño ejecutada, en busca de un virtuoso ciclo en la calidad ambiental del trabajo proyectual [Brones et al., 2017; Rodrigues et al., 2017].

A continuación, se detallan las subfases del modelo propuesto y sus definiciones generales.

Figura 1

Fases y subfases para esquema metodológico propuesto.

## Fase a. Evaluación y análisis

### Reconocimiento y balance (E y E como residuo)

Se inicia el proceso estableciendo la selección del E y E que ha de ser analizado, se considera para su reconocimiento una breve descripción de carácter funcional y clasificación tipológica primaria, secundaria o terciaria (Pålsson, 2018). Así como los datos de entrada, tales como la masa total de la unidad, formato, imagen de referencia u otros para su descripción.

El reconocimiento de materiales asociados al sistema se establece a partir de la clasificación por categorías y su consiguiente separación en partes o componentes. Para continuar posteriormente con el pesaje y determinación porcentual de los grupos correspondientes, según la identificación de las cinco (5) categorías materiales siguientes y que según el MMA (2019b) de Chile, se definen en función del interés para su reciclabilidad y posterior valorización:

- cartón para líquidos,
- metal,
- papel y cartón,
- plástico,
- vidrio.

### Determinación de criterios de E y E para su valorización

A continuación, se estiman los criterios a partir de metodología establecida por el primer Acuerdo de Producción Limpia (APL), ecoetiquetado para envases y embalajes (Sociedad de Fomento Fabril [SOFOPA], 2019) para determinar un escenario y diagnóstico respecto de las condiciones de inicio del E y E a optimizar, en torno a la medición de la variables de reciclabilidad, separabilidad y demanda.

La *reciclabilidad* (R) está definida como el porcentaje de material reciclable respecto de la masa total del envase analizado, pudiendo ser calculada por cada componente del E y E. Esta se expresa como porcentaje, puede ser un número entre 0 % y 100 % y contempla el listado de materiales de definidos por el primer APL.

La *separabilidad* (S) se entiende como la influencia de la separación de los componentes del E y E, y el grado de afectación desde la perspectiva del reciclaje. Cada componente toma el valor entre cero (0) y uno (1) si es que es factible la separación por medios industriales. Si no es separable, es necesario determinar si es que dicha situación impide eventualmente su reciclabilidad, asumiendo el valor 1 si es que la respuesta es negativa.

Se define como *demanda* (D) a la existencia de interés comercial por parte de los valorizadores de residuos respecto de los materiales que componen un E y E. Esta debe calcularse por cada material que integra la unidad a evaluar, tomando el valor de uno (1) si es que existen uno o más valorizadores y cero (0) en el caso contrario.

Para el caso del estudio desarrollado, se asume el cálculo y requisitos requeridos para la obtención

del sello de (R) y el derivado de la ponderación entre (R), (S) y (D), a saber:

- $(R \geq 90\%)$  siempre que  $m1*r1 + m2*r2 + \dots + mi*ri \geq 90\%$
- $(R, S \wedge D \geq 80\%)$  siempre que  $R1*S1*D1 + R2 + S2*D2 + \dots + Ri*Si*Di \geq 80\%$

donde:

*i*: cada componente del envase

*m*: % masa de cada componente sobre la masa total del envase.

*r*: valor (1) o (0) en función de la reciclabilidad del componente

*R*: valor de  $(mi*ri)$  ponderado por su masa.

*S*: valor (1) o (0) en función de la separabilidad de cada componente

*D*: valor (1) o (0) en función de la demanda comercial de cada componente

Lo anterior se asume como procedimiento para establecer una visión diagnóstica del E y E a optimizar, permitiendo guiar la toma de decisiones de diseño en virtud de los distintos escenarios presentes para la valoración de residuos.

## Fase b. Definición y propuestas de E y E

### Medidas y mejoras de E y E

Se establecen categorías y medidas específicas aplicables en la mejora ambiental de un E y E, basadas en el método desarrollado por Ihobe et al. (2017). Este propone líneas estratégicas aplicables en términos de ecodiseño y que establece acciones concretas factibles de ser consideradas en el proceso de conceptualización inicial de una propuesta de diseño. Las medidas que se deciden aplicar son las siguientes:

- reducción de peso,
- reducción de impacto ambiental,
- rediseño,
- reutilización,
- reciclaje,
- eliminación de residuo.

Para cada una de las medidas seleccionadas, se definen acciones puntuales que, en razón del análisis diagnóstico previo, los requerimientos técnicos de la empresa y la funcionalidad asociada determinarán la pertinencia en la aplicabilidad de cada una de estas. De igual modo, se propone la descripción de dichas acciones, así como la jerarquización en términos de escala de prioridad (muy prioritaria, 5 puntos; prioritaria, 4 puntos; prioridad media, 3 puntos), para activar el inicio del desarrollo de concepto de E y E, a partir de las estrategias estimadas con mayor urgencia a resolver, vinculándolas a los mayores valores porcentuales de cada criterio definido para la evaluación de las distintas alternativas.

### Especificaciones para nuevo diseño

Se asume esta fase como una derivación entre las estrategias seleccionadas y jerarquizadas para el proyecto a desarrollar, con la definición funcional y estructural esperada para un producto según lo establecido por la norma alemana VDI 2221 del

año 1993. Lo que se entiende como pertinente, en especial para la clarificación detallada de las necesidades y, por tanto, las tareas a cumplir en pos del avance del proyecto, asumiendo dicha fase como un procedimiento especialmente útil y alineado con la idea de la mejora continua aplicada al desarrollo de productos (Hedrich et al., 2018; Karlsson & Luttrupp, 2006 citado en Keivanpour, & Ait Kadi, 2018; Kosiol et al., 2017).

Las especificaciones consideradas para ser abordadas son del tipo productivo (materiales, fabricación) y del tipo contextual (ergonomía del usuario, requerimientos de mercado, impacto ambiental, fin de vida).

*Propuesta de nuevo concepto de Diseño E y E*

Luego de tener claridad respecto de las necesidades, especificaciones para el producto y posibles estrategias a considerar en la nueva propuesta, se procede a aplicar de manera simplificada y en cinco (5) pasos, el método propuesto por Ulrich & Eppinger (2009) para la generación y selección de conceptos; a saber: 1) comprensión del problema;

2) análisis interno y externo de soluciones; 3) exploración de alternativas conceptuales; 4) evaluación y selección alternativas; 5) diseño de detalles para alternativa seleccionada.

Cabe señalar que, para proceder de una forma más objetiva en el proceso de evaluación y selección de alternativas conceptuales, se ponderan los resultados a partir de la consideración de criterios y estos desde la siguiente fórmula:

$$S_j = \sum_{i=1}^n r_{ij} w_i$$

donde:

- $r_{ij}$  = evaluación de fila del concepto  $j$  para el  $i$ -ésimo criterio
- $w_i$  = ponderación del  $i$ -ésimo criterio
- $n$  = número de criterios
- $S_j$  = evaluación total para el concepto  $j$

**Resultados**

Los procedimientos previamente definidos fueron materia de aplicación en el trabajo desarrollado por parte del taller de titulación de la carrera de Diseño Industrial del instituto de formación profesional Inacap-Apoquindo y el taller de Diseño Ecológico, correspondiente al séptimo semestre de la carrera de Ingeniería en Fabricación y Diseño Industrial perteneciente a la Universidad Técnica Federico Santa María. Por lo que los proyectos fueron asumidos a partir del estudio de casos, de los cuales se destacan los tres siguientes:

- envase de maquillaje (tipología polvos compactos),
- envase flexible tallarines (tipología pastas largas),
- envase flexible galletas (tipología bizcochos rellenos o glaseados).

Dicho trabajo se presenta a modo de información resumida y organizada según fase desarrollada. El proceso se inicia con la recogida de información para su evaluación, a través de matrices para

<b>Caso 1 envase maquillaje</b>									
Tipo de Envase	Primario y secundario								
Descripción funcional	Paleta de sombras								
Contenido	Polvo compacto								
Formato	2.5 gr.								
Peso contenido	2.5 gr.								
Peso Envase	45 gr.								
Peso total	50 gr.								
Material	Polímeros			Metales			Papel y Cartón	Mixto	Vidrio
Categorías	PET	PP	otros	Fe	Al	Cu		Cartón/ plástico aluminio	Vidrio/ aluminio
Tapa	15								7
Contenedor polvo					2				
Base	20								
Otros				1					
TOTAL Mat. gr.	35	0	0	1	2	0	0	0	7
TOTAL por tipo de mat.		35			3		0	0	7
% por tipo de mat.		77,7			6,6		0,0	0,0	15,5

imagen de referencia

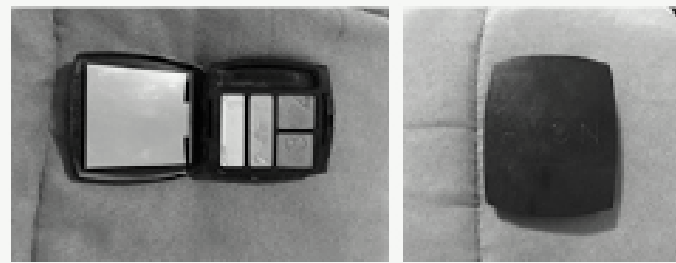


Tabla 1

Reconocimiento y balance de E y E

**Caso 2** envase galletas

imagen de referencia



Tipo de Envase	Primario
Descripción funcional	Envase flexible
Contenido	Galletas "biscuits"
Formato	14 galletas
Peso contenido	100 grs.
Peso Envase	7 grs.
Peso total	107 grs.

Material	Polímeros			Metales			Papel y Cartón	Mixto	Vidrio
	PET	PP	otros	Fe	Al	Cu			
Categorías	PET	PP	otros	Fe	Al	Cu		Cartón/ plástico aluminio	Vidrio/ aluminio
Envoltorio principal		2							
Bandeja	5								
TOTAL Mat. gr.	5	2	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL por tipo de mat.		7			0		0	0	0
% por tipo de mat.		100,0			0,0		0,0	0,0	0,0

**Caso 3** envase tallarines

imagen de referencia



Tipo de Envase	Primario
Descripción funcional	Envase flexible
Contenido	Pastas largas
Formato	Paquete 5 porciones
Peso contenido	400 grs.
Peso Envase	3,55 grs.
Peso total	403,55 grs.

Material	Polímeros			Metales			Papel y Cartón	Mixto	Vidrio
	PET	PP	otros	Fe	Al	Cu			
Categorías	PET	PP	otros	Fe	Al	Cu		Cartón/ plástico aluminio	Vidrio/ aluminio
Envoltorio principal		3,55							
TOTAL Mat. gr.	0	3,55	0						
TOTAL por tipo de mat.		3,55			0		0	0	0
% por tipo de mat.		100,0			0,0		0,0	0,0	0,0

Variable	Polímeros	Componente en grs./Producto						
		Caso 1			Caso 2		Caso 3	
		Tapa	Contenedor	Base	Otros	Env. Principal	Bandeja	Env. Principal
R	P1.-PET	15		20			5	
	P5.-PP					2		3,55
	Fe				1			
	Al	7	2					
	Vidrio			1				
S	SA (Si/No)	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO
	SB (Si/No)							NO
D	Acredita demanda (Si/No)	SI	SI	SI	SI	NO	SI	NO
Reciclabilidad (R*S*D)		77,7 + 6,6 + 15,5				0 + 71,4		0
Resultado (%)		99,8				71,4		0

balance de materiales y componentes, su posterior análisis y cálculo de *R* final para cada uno de los casos presentados (Tablas 1 y 2).

Según los datos anteriores, se puede establecer lo siguiente:

- Para el caso 1,  $R (99,8) \geq 80\%$ .  
Por lo que se podría asumir como un E y E que cumple con los criterios de reciclabilidad esperada.
- Para el caso 2,  $R (71,4) \leq 80\%$ .  
Por lo que se estima que no cumple con los criterios de reciclabilidad esperados para un E y E.
- Para el caso 3,  $R (0) \leq 80\%$ .  
Por lo que el E y E analizado no cumple con los criterios de reciclabilidad.

Considerando los resultados de la primera fase, y en términos de valorización de residuo para cada componente material, es factible estimar que, para el caso 1 se alcanza un alto porcentaje de reciclabilidad, llegando casi el máximo según los requerimientos establecidos según método. No obstante, y aunque la acreditación de la demanda para los residuos (PET, Al, vidrio) es viable a nivel de empresa, no se conocen iniciativas para la recuperación colectiva de los componentes de dicho producto, ya sea a nivel de recolectores de base, municipal o bien de carácter ciudadano, sino tan solo campañas puntuales, tendientes a promocionar la recuperación por marca de los E y E introducidos al mercado (Molina, 2019; Proyecto público-privado

impulsará el reciclaje de los plásticos flexibles, 2021; Urquieta y Macías, 2021).

El caso 2 se sitúa por debajo del porcentaje admitido en términos de reciclabilidad. Destaca uno de sus componentes (PP), aunque se desconocen iniciativas a nivel de empresas que acrediten su demanda, así como otras de recolección colectiva.

En el caso 3 se confirma una reciclabilidad inexistente dado que el único componente (PP) no acredita viabilidad de recuperación a nivel de empresa e iniciativas de recolección colectiva.

Debido a lo anterior, es dable estimar la pertinencia de proponer configuraciones para E y E, a partir de papeles y cartones como material base, confirmando su alta valorización (82 %), según los datos consignados por el Centro de Envases y Embalajes desde el año 2014 (C y V Medioambiente, 2015).

La segunda fase se inició procediendo a determinar medidas y mejoras para los E y E, con el objetivo de reducir el impacto y nocividad en términos medioambientales. La siguiente matriz (Tabla 3) resume las acciones propuestas.

En consideración de lo anterior, las especificaciones para el diseño en los casos expuestos fueron definidas según las siguientes tres dimensiones:

- 1) *Especificaciones relacionadas con la operación y función del producto*; para todos los casos se requiere preservar y proteger el producto envasado; para el caso 1 (uno) manipular eficientemente para maquillar,

Tabla 2

Definición de criterios de reciclabilidad



Medidas de Prevención de Residuos de EyE	Aplica/Prioridad			Descripción propuesta
	caso 1	caso 2	caso 3	
Reducción de Peso				
Aligeramiento envase, por mejora tecnológica de los materiales o de los procesos de envasado				
Aumento de las unidades de envase primario por cada envase secundario (agrupación).				
Aumento de la cantidad de producto contenido sin modificar características del envase				
Reducir Impacto Ambiental				
Reducir o eliminar superficies impresas de los envases (tintas, barnices, etc.)	4	3		Envases logotipados en relieve o grabados en el cartón o papel.
Uso de envases de menor impacto / % mat. según origen (renovable, reciclable)	5	5	5	Fabricación en cartón, polímeros reciclables.
Rediseñar				
Utilización de envases de mayor capacidad			3	Envasar mayor cantidad de contenido
Reducir el volumen del producto para utilizar menor cantidad de envase (productos concentrados, apilados, desmontados, etc.)				
Aligeramiento del envase por cambio de diseño	5			Simplificación en partes y componentes
Reutilizar				
Sustitución de envases de un solo uso por reutilizables				
Producto en envases recargables, minimizar la cantidad de envase necesaria para la recarga				
Mejorar las características de los envases reutilizables para alargar su vida útil			4	Prestaciones que permitan porcionar y guardar
Reciclar				
Utilización de material procedente de procesos de reciclado	5	5	5	Fabricación de cartón, papel u otros.
Uso de elementos de envase cuyos materiales sean compatibles para el reciclado	5	5	5	Ocupar materiales con reciclado existente
Uso de componentes fácilmente separables	4	3	4	Facilitar la separación
Mejora de los envases (por plegado, color, adhesivos, tamaño, etc.) para facilitar los procesos de recogida, selección y reciclado del residuo	3	5	4	Disminución de volumen para su recogida
Eliminar				
Utilización de material degradable o compostable				

Tabla 3

Propuestas de medidas y mejoras para E y E

además de su apertura y cierre frecuente; para el caso dos (2) facilitar el acceso y extracción de contenido; para el caso tres (3), porcionar para guardar y dosificar eficientemente el contenido.

- 2) *Especificaciones ligadas a la interacción con el usuario y el entorno;* en los tres casos se debe facilitar el desarme para recuperación del material, visualizar el E y E de manera efectiva para su comercialización y guardar eficientemente de acuerdo con contexto.
- 3) *Especificaciones relacionadas con el proceso de fabricación y montaje;* para todos los casos se debe configurar el volumen general mediante troquelado y plegado,

minimizar el impacto ambiental mediante técnicas de rotulado apropiadas y minimizar la integración de líneas de adhesivo para el armado y fijación de componentes.

La última fase que estima la propuesta de nuevos conceptos de diseño arrojó los siguientes resultados, factibles de ser analizados en la matriz de evaluación 4.

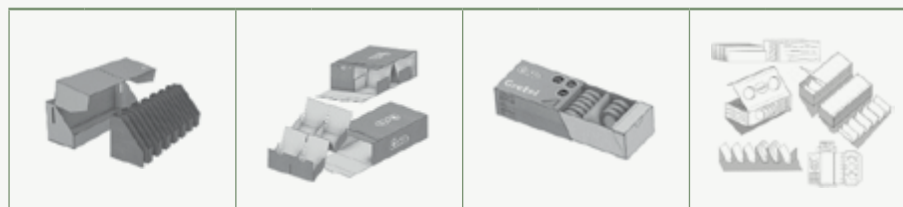
Para cada caso se pudo seleccionar un concepto acorde a los criterios y ponderaciones establecidas, lo que fue resuelto posteriormente en los siguientes diseños con sus respectivas soluciones a nivel de usabilidad y detalle (Figura 2):

Los conceptos desarrollados quedan en disposición de ser prototipados, así como de seguir

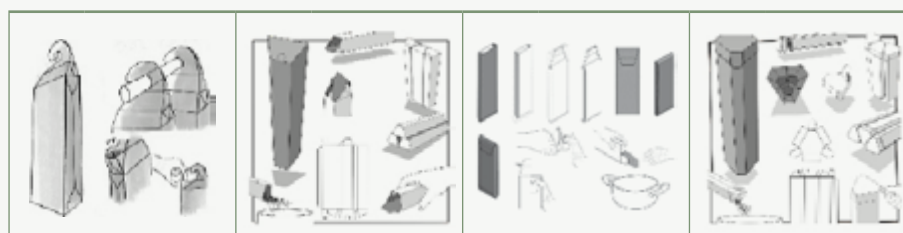
Tabla 4

Matriz de ponderación y evaluación de conceptos de diseño

<b>Caso 1</b>		<b>Concepto A</b>		<b>Concepto B</b>		<b>Concepto C</b>		<b>Concepto D</b>	
<b>Criterios de selección</b>	<b>Valor (%)</b>	<b>Nota</b>	<b>Ponderación</b>	<b>Nota</b>	<b>Ponderación</b>	<b>Nota</b>	<b>Ponderación</b>	<b>Nota</b>	<b>Ponderación</b>
Protección del producto	20	4	0,8	2	0,4	4	0,8	4	0,8
Manipulación para maquillar	5	4	0,2	3	0,15	3	0,2	2	0,1
Apertura y cierre frecuente	15	4	0,6	3	0,45	4	0,6	3	0,45
Desarmabilidad	15	3	0,45	4	0,6	3	0,45	1	0,15
Visualización de envase	10	4	0,4	3	0,3	4	0,4	3	0,3
Guardado eficiente	5	5	0,25	2	0,1	4	0,2	3	0,15
Volumetría eficiente y manufactura	20	4	0,8	3	0,6	4	0,8	1	0,2
Rotulado bajo impacto	5	4	0,2	3	0,15	4	0,2	1	0,05
Optimización aplicación adhesivo	5	4	0,2	2	0,1	4	0,2	1	0,05
<b>Total puntos</b>			<b>3,9</b>		<b>2,85</b>		<b>3,85</b>		<b>2,25</b>
<b>Lugar</b>			<b>1</b>		<b>3</b>		<b>2</b>		<b>4</b>
<b>¿Elige?</b>			<b>Si</b>		<b>No</b>		<b>No</b>		<b>No</b>



<b>Caso 2</b>		<b>Concepto A</b>		<b>Concepto B</b>		<b>Concepto C</b>		<b>Concepto D</b>	
<b>Criterios de selección</b>	<b>Valor (%)</b>	<b>Nota</b>	<b>Ponderación</b>	<b>Nota</b>	<b>Ponderación</b>	<b>Nota</b>	<b>Ponderación</b>	<b>Nota</b>	<b>Ponderación</b>
Protección del producto	20	5	1,0	3	0,6	4	0,8	1	0,2
Facilidad de acceso a contenido	20	4	0,8	2	0,4	4	0,8	2	0,4
Desarmabilidad	15	5	0,75	4	0,6	4	0,6	4	0,6
Visualización de envase	10	4	0,4	2	0,2	4	0,4	2	0,2
Guardado eficiente	5	4	0,2	2	0,1	5	0,25	1	0,05
Volumetría eficiente y manufactura	20	4	0,8	4	0,8	4	0,8	3	0,6
Rotulado bajo impacto	5	4	0,2	2	0,1	2	0,1	2	0,1
Optimización aplicación adhesivo	5	5	0,25	3	0,15	3	0,15	2	0,1
<b>Total puntos</b>			<b>4,4</b>		<b>2,95</b>		<b>3,9</b>		<b>2,25</b>
<b>Lugar</b>			<b>1</b>		<b>3</b>		<b>2</b>		<b>4</b>
<b>¿Elige?</b>			<b>Si</b>		<b>No</b>		<b>No</b>		<b>No</b>



<b>Caso 3</b>		<b>Concepto A</b>		<b>Concepto B</b>		<b>Concepto C</b>		<b>Concepto D</b>	
<b>Criterios de selección</b>	<b>Valor (%)</b>	<b>Nota</b>	<b>Ponderación</b>	<b>Nota</b>	<b>Ponderación</b>	<b>Nota</b>	<b>Ponderación</b>	<b>Nota</b>	<b>Ponderación</b>
Protección del producto	20	4	0,8	4	0,8	4	0,8	4	0,8
Facilidad para dosificar	20	3	0,6	1	0,2	4	0,8	2	0,4
Desarmabilidad	15	4	0,6	2	0,3	5	0,75	3	0,45
Visualización de envase	10	4	0,4	3	0,3	4	0,4	2	0,2
Guardado eficiente	5	3	0,15	2	0,1	5	0,25	1	0,05
Volumetría eficiente y manufactura	20	2	0,4	2	0,4	5	1,0	2	0,4
Rotulado bajo impacto	5	3	0,15	2	0,1	4	0,2	2	0,1
Optimización aplicación adhesivo	5	3	0,15	2	0,1	4	0,2	2	0,1
<b>Total puntos</b>			<b>3,25</b>		<b>2,3</b>		<b>4,4</b>		<b>2,5</b>
<b>Lugar</b>			<b>2</b>		<b>4</b>		<b>1</b>		<b>3</b>
<b>¿Elige?</b>			<b>No</b>		<b>No</b>		<b>Si</b>		<b>No</b>

### Caso 1. Propuesta y Diseño de detalles.

Diseño: Rocio Carrasco - UTECH.

Profesor a cargo: Marcelo E. Venegas Marcel.

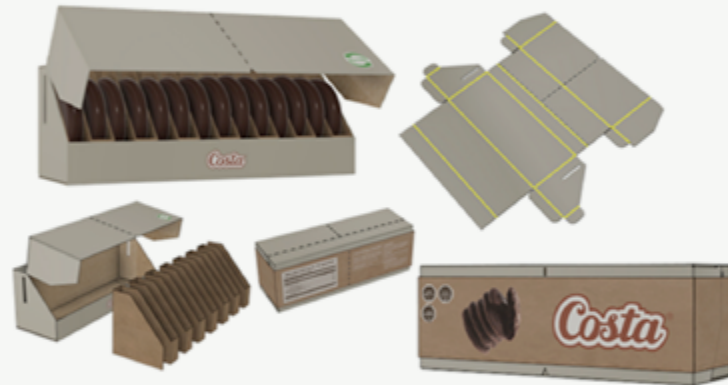


COMPONENTES	MATERIAL	PROCESO	PESO/UNIDAD app.
A. Contenedor principal	cartón kraft (300 grs.)	corte láser, plegado, pegado	6,3 grs.
B. Estuche exterior	cartón kraft (200 grs.)/cartón forrado (250 grs.)	corte y grabado láser, plegado, pegado	4,2 grs. / 5,25

### Caso 2. Propuesta y Diseño de detalles.

Diseño: B. Collao Equipo: E. Ahumada/ J. Castro/ A. Yamal - UTFSM.

Profesor a cargo: Marcelo E. Venegas Marcel.



COMPONENTES	MATERIAL	PROCESO	PESO/UNIDAD app.
A. Caja principal	cartón forrado simple (220 grs.)	troquelado, corte, plegado	12,3 grs.
B. Separador interior	papel kraft MG fine (45 grs.)	troquelado, corte, plegado	32,4 grs.
C. Etiqueta exterior	papel kraft MG fine (35 grs.)	impresión flexográfica, corte, plegado, pegado	1,9 grs.

### Caso 3. Propuesta y Diseño de detalles.

Diseño: J. Espinoza

Equipo: L. Castro/ R. Pequeño/ K. Paulsen - UTECH.

Profesor a cargo: Marcelo E. Venegas Marcel.



COMPONENTES	MATERIAL	PROCESO	PESO/UNIDAD app.
A. Contenedor principal	cartón kraft (125 grs.)	impresión flexográfica, corte, troquelado, plegado, pegado	12 grs.
B. Envoltorio interior	papel encerado blanco (37 grs.)	troquelado, corte, plegado, pegado	2,96 grs.

Figura 2

Propuestas y soluciones de diseño de detalles según caso

siendo evaluados y mejorados de forma continua en la medida que se vayan integrando nuevos requerimientos medioambientales o bien nuevas regulaciones establecidas por la institucionalidad ambiental.

## Conclusiones

- La aplicación del método propuesto permite identificar y caracterizar productos prioritarios (E y E) en pos de la reducción futura de la nocividad medioambiental de sus componentes, así como de su configuración material y productiva.

Para esto es importante centrarse en los aspectos de mayor relevancia que se estiman como necesarios para iniciar una evaluación abreviada de tipo ambiental, generando así, un levantamiento de información esquemático, simplificado y organizado de aquellos datos claves que definen al sistema físico material por analizar.

Dicho instrumento se convierte, por lo tanto, en una herramienta eficaz para el manejo simultáneo de distintos proyectos de diseño, ya sea en el desarrollo de trabajos marcados por requerimientos del tipo académico, así como en la incorporación a proyectos que deban resolverse bajo parámetros industriales, con vistas a la implementación o mejora de productos manufacturados.

- La determinación de una visión diagnóstica para la mejora ambiental de un producto se convierte en una importante ayuda para iniciar la toma de decisiones involucrada en el proceso de diseño. Por lo que el procedimiento aquí presentado constata la necesidad de definir previamente criterios objetivos —en su implementación— para proceder correctamente con el análisis y valorización de componentes. Esto constituye finalmente un panorama actualizado que es necesario considerar al inicio de cada caso específico a evaluar, ayudando de este modo a una futura selección de materiales y procesos que pudieran eventualmente presentar un mejor desempeño ambiental (menor nocividad ambiental, índices de reciclabilidad, menos emisiones, etc.). Así, procurar la preparación de una estructura ágil, eficiente y capaz de entregar respuestas diligentes a los diversos cambios producidos en la normativa y las regulaciones definidas por la institucionalidad ambiental.
- El diagnóstico inicial condiciona necesariamente la priorización de las estrategias de mejora ambiental factibles de ser utilizadas en las nuevas propuestas de diseño. Por lo que se estima que, dichas medidas deben garantizar además aspectos funcionales derivados de las necesidades de uso de la interfase por parte del usuario, así como los requerimientos propios de la unidad productiva constituida por el mandante, lo que determina la importancia de seleccionar de manera coordinada las distintas mejoras propuestas en la optimización del diseño, con la orientación general establecida

por los tres ámbitos dados por las especificaciones jerarquizadas del diseño de producto (Den Hollander et al., 2017; Vila, & Albiñana, 2016). En este sentido, se constata la importancia de disponer de una evaluación objetiva y ponderada de los distintos conceptos que vayan surgiendo durante el proceso de desarrollo en cada uno de los proyectos asumidos por los equipos de diseño. Estimando que dicha rigurosidad propicia la búsqueda y selección de una alternativa conceptual ajustada a los distintos requerimientos presentes, la matriz de decisión de conceptos se considera como un eficiente instrumento de evaluación ante la exigente demanda de un conjunto diverso de criterios a considerar, en la búsqueda de la mejor solución posible de diseño.

- Las soluciones de diseño presentadas se ajustan al escenario formulado por la aplicación del método propuesto. Si bien, en la resolución de los tres casos presentes y por la dificultad de acceso a información clave (desde las empresas asumidas supuestamente como mandantes) para acreditar *D* como indicador de interés, se comprueba que es factible de igual modo lograr definir el factor *R* a partir de información general obtenida. Y proceder, por tanto, a la toma de decisión proyectual de menor impacto ambiental, a modo de ensayo del procedimiento, pero con fundamentos objetivos, lo que constata el nivel en términos de ductilidad del instrumento metodológico y las posibilidades de escalabilidad en su aplicación, que según Favi et al. (2019) debiera ser efectivo tanto en proyectos formativos en el marco universitario, así como en el contexto empresa.

Así mismo, es posible sostener que las distintas soluciones de diseño desarrolladas hacen un especial énfasis en el FVP como estrategia válida aplicada a productos dentro de la lógica del ecodiseño. Se concentra especialmente en el desarme y reducción volumétrica del sistema propuesto, como una instancia destinada a facilitar la recuperación y reciclado de materiales que lo componen. Por lo que se entiende que este enfoque, sin ser el único, permite en su implementación ir integrando en la conciencia colectiva —según lo expuesto por Rossi et al. (2016)— los principios de las buenas prácticas medioambientales, ya sea desde la perspectiva formativa del usuario, así como desde el reconocimiento por parte del segmento productivo y empresarial de los nuevos requerimientos normativos, traducidos en nuevas definiciones técnicas y conceptuales como resultado del aporte sostenido de la labor del diseño.

- El trabajo presentado se constituye hasta donde se pudo determinar, en un primer ensayo metodológico aplicable a la mejora de E y E desde una perspectiva ambiental. Se establecen en torno a conceptos básicos de ecodiseño, procedimientos simplificados y del todo factibles de ser incorporados a las fases comúnmente reconocidas en el proceso de diseño y desarrollo de productos. Se espera, por tanto, en corto plazo poder ir traspasando dicho instrumento al ejercicio académico

presente en los distintos talleres proyectuales que decidan abordar la problemática. O bien ir prototipando —en la medida de la necesidad declarada— soluciones para el ejercicio profesional al interior de las empresas e ir asumiendo, en conjunto con ello, la mejora continua como una forma de ir avanzando en el concepto de calidad ambiental asociada a la sostenibilidad.

## Referencias

- Baldassarre, B., Keskin, D., Diehl, J. C., Bocken, N., & Calabretta, G. (2020). Implementing sustainable design theory in business practice: A call to action. *Journal of Cleaner Production*, 273, 123113. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.123113>
- Barrow, C. J. (2018). Sustainable Development. En *The International Encyclopedia of Anthropology* (pp. 1-12). American Cancer Society. <https://doi.org/10.1002/9781118924396.wbiea1463>
- Ben Youssef, A., Boubaker, S., & Omri, A. (2018). Entrepreneurship and sustainability: The need for innovative and institutional solutions. *Technological Forecasting and Social Change*, 129, 232-241. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2017.11.003>
- Brones, F. A., Carvalho, M. M. de, & Zancul, E. de S. (2017). Reviews, action and learning on change management for ecodesign transition. *Journal of Cleaner Production*, 142, 8-22. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.09.009>
- Bryden, J., & Gezelius, S. S. (2017). Innovation as if people mattered: The ethics of innovation for sustainable development. *Innovation and Development*, 7(1), 101-118. <https://doi.org/10.1080/2157930X.2017.1281208>
- C y V Medioambiente. (2015). *Informe diagnóstico sectorial. Sector envases y embalajes*. <https://rechile.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2019/06/INFORME-DIAGNOSTICO-SECTOR-ENVASES-Y-EMBALAJES-CyV-Medioambiente-2015.pdf>
- Civancik-Uslu, D., Puig, R., Voigt, S., Walter, D., & Fullana-i-Palmer, P. (2019). Improving the production chain with LCA and eco-design: Application to cosmetic packaging. *Resources, Conservation and Recycling*, 151, 104475. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.104475>
- Decreto Supremo N.° 12 de 2020 [Ministerio de Medio Ambiente]. Establece metas de recolección y valorización y otras obligaciones asociadas de envases y embalajes. 8 de junio de 2020. <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?id-Norma=1157019>
- Den Hollander, M. C., Bakker, C. A., & Hultink, E. J. (2017). Product Design in a Circular Economy: Development of a Typology of Key Concepts and Terms. *Journal of Industrial Ecology*, 21(3), 517-525. <https://doi.org/10.1111/jieec.12610>

- Dhahri, S., & Omri, A. (2018). Entrepreneurship contribution to the three pillars of sustainable development: What does the evidence really say? *World Development*, 106, 64-77. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2018.01.008>
- Fajardo, D. (17 de mayo de 2017). Ley REP y cambio cultural podrían aumentar el negocio del reciclaje en Chile. *La Tercera*. <https://www.latercera.com/pulso/ley-rep-cambio-cultural-podrian-aumentar-negocio-del-reciclaje-chile/>
- Favi, C., Marconi, M., & Germani, M. (2019). Teaching eco-design by using LCA analysis of company's product portfolio: The case study of an Italian manufacturing firm. *Procedia CIRP*, 80, 452-457. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2019.01.032>
- García-Sánchez, I.-M., Gallego-Álvarez, I., & Zafra-Gómez, J.-L. (2020). Do the ecoinnovation and ecodesign strategies generate value added in munificent environments? *Business Strategy and the Environment*, 29(3), 1021-1033. <https://doi.org/10.1002/bse.2414>
- Geisendorf, S., & Pietrulla, F. (2018). The circular economy and circular economic concepts—A literature analysis and redefinition. *Thunderbird International Business Review*, 60(5), 771-782. <https://doi.org/10.1002/tie.21924>
- He, B., Li, F., Cao, X., & Li, T. (2020). Product Sustainable Design: A Review from the Environmental, Economic, and Social Aspects. *Journal of Computing and Information Science in Engineering*, 20(4), 040801. <https://doi.org/10.1115/1.4045408>
- Hedrich, P., Brötz, N., & Pelz, P. F. (2018). Resilient Product Development—A New Approach for Controlling Uncertainty. *Applied Mechanics and Materials*, 885, 88-101. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMM.885.88>
- Ihobe, Gobierno Vasco y Ecoembes. (2017). *Guía de ecodiseño de envases y embalajes*. [https://www.euskadi.eus/contenidos/documentacion/ecodisenovases/es\\_def/adjuntos/envases\\_ihobe\\_ecoembes.pdf](https://www.euskadi.eus/contenidos/documentacion/ecodisenovases/es_def/adjuntos/envases_ihobe_ecoembes.pdf)
- Keivanpour, S., & Ait Kadi, D. (2018). Strategic eco-design map of the complex products: Toward visualisation of the design for environment. *International Journal of Production Research*, 56(24), 7296-7312. <https://doi.org/10.1080/00207543.2017.1388931>
- Kosiol, M., Weidmann, D., Kammerl, D., & Lindemann, U. (2017). Potential of Common Methods to Integrate Sustainability Requirements in the Product Development Process: A Case Study. En M. Matsumoto, K. Masui, S. Fukushige, & S. Kon-doh (Eds.), *Sustainability Through Innovation in Product Life Cycle Design* (pp. 61-76). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-981-10-0471-1\\_5](https://doi.org/10.1007/978-981-10-0471-1_5)
- Ley N.° 20.920 de 2016. Establece marco para la gestión de residuos, la responsabilidad extendida del productor y fomento al reciclaje. 17 de mayo de 2016. <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1090894>
- Licciardello, F. (2017). Packaging, blessing in disguise. Review on its diverse contribution to food sustainability. *Trends in Food Science & Technology*, 65, 32-39. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2017.05.003>
- Ma, J., Kremer, G. E. O., & Ray, C. D. (2018). A comprehensive end-of-life strategy decision making approach to handle uncertainty in the product design stage. *Research in Engineering Design*, 29(3), 469-487. <https://doi.org/10.1007/s00163-017-0277-0>
- Mensah, J. (2019). Sustainable development: Meaning, history, principles, pillars, and implications for human action: Literature review. *Cogent Social Sciences*, 5(1), 1653531. <https://doi.org/10.1080/23311886.2019.1653531>
- Ministerio de Economía, Fomento y Turismo. (2019). *Quinta Encuesta Longitudinal de Empresas (ELE5)*. Autor. <https://www.economia.gob.cl/2019/03/12/quinta-encuesta-longitudinal-de-empresas-ele5.htm>
- Ministerio del Medio Ambiente. (2019a). *Quinto reporte del estado del medio ambiente*. <https://sina.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2019/12/REMA-2019-comprimido.pdf>
- Ministerio del Medio Ambiente. (2019b). *Análisis general de impacto económico y social de anteproyecto de decreto supremo que establece metas de recolección y valorización y otras obligaciones asociadas a envases y embalajes*. Autor. <https://rechile.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2019/06/60-AGIES-ENVASES-Y-EMBALAJES-2.pdf>
- Miranda de Souza, V., & Borsato, M. (2016). Combining Stage-Gate™ model using Set-Based concurrent engineering and sustainable end-of-life principles in a product development assessment tool. *Journal of Cleaner Production*, 112, 3222-3231. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.06.013>
- Molina, J. (16 de abril de 2019). Pacto por los plásticos en Chile parte con siete empresas y cuatro metas definidas para 2025. *País Circular*. <https://www.paiscircular.cl/industria/pacto-por-los-plasticos-en-chile-parte-con-siete-empresas-y-cuatro-metas-definidas-para-el-ano-2025/>
- Moraga, G., Huysveld, S., Mathieux, F., Blengini, G. A., Alaerts, L., Van Acker, K., de Meester, S., & Dewulf, J. (2019). Circular economy indicators: What do they measure? *Resources, Conservation and Recycling*, 146, 452-461. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.03.045>
- Navech, A. (19 de mayo de 2020). A cuatro años de la Ley REP: La industria del reciclaje expone sus preocupaciones. *País Circular*. <https://www.paiscircular.cl/industria/a-cuatro-anos-de-la-ley-rep-la-industria-del-reciclaje-expone-sus-preocupaciones/>
- Organización Internacional de Estandarización. (2006). ISO 14040:2006(es). *Gestión ambiental. Análisis del ciclo de vida. Principios y marco de referencia*. <https://www.iso.org/obp/ui#iso:std:iso:14040:ed-2:v1:es>
- Pålsson, H. (2018). *Packaging Logistics: Understanding and managing the economic and environmental impacts of packaging in supply chains*. Kogan Page Publishers.
- Pigosso, D. C. A., McAloone, T. C., & Rozenfeld, H. (2015). Characterization of the state-of-the-art and identification of main trends for Ecodesign Tools and Methods: Classifying three decades of research and implementation. *Indian Institute of Science. Journal*, 94(4), 405-427.
- Proyecto público-privado impulsará el reciclaje de los plásticos flexibles. (25 de mayo de 2021). *Noticias SOFOFA*. <https://web.sofofa.cl/noticias/proyecto-publico-privado-impulsara-el-reciclaje-de-los-plasticos-flexibles/>
- ¿Qué establece el Decreto de Envases y Embalajes y la Ley REP? (2 de junio de 2020). *Fundación Chile*. <https://fch.cl/noticias/que-establece-el-decreto-de-envases-y-embalajes-de-la-ley-rep/>
- Rodrigues, V. P., Pigosso, D. C. A., & McAloone, T. C. (2017). Measuring the implementation of eco-design management practices: A review and consolidation of process-oriented performance indicators. *Journal of Cleaner Production*, 156, 293-309. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.04.049>
- Rossi, M., Germani, M., & Zamagni, A. (2016). Review of ecodesign methods and tools. Barriers and strategies for an effective implementation in industrial companies. *Journal of Cleaner Production*, 129, 361-373. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.04.051>
- Rousseaux, P., Gremy-Gros, C., Bonnin, M., Henri-riel-Ricordel, C., Bernard, P., Flourey, L., Staigre, G., & Vincent, P. (2017). "Eco-tool-seeker": A new and unique business guide for choosing ecodesign tools. *Journal of Cleaner Production*, 151, 546-577. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.03.089>
- Sánchez, D. (8 de enero de 2021). Demora en decretos de metas pone presión sobre la Ley REP. *La Tercera*. <https://www.latercera.com/pulso/noticia/demora-en-decretos-de-metas-pone-presion-sobre-la-ley-rep/7OLZV5ILAVCYND-GP6AVXTJJWTI/>
- Sociedad de Fomento Fabril. (2019). *Acuerdo de producción limpia para el Eco-etiquetado de envases y embalajes. Diagnóstico sectorial y propuesta de acciones y metas. SOFOFA; Gobierno de Chile*. [https://web.sofofa.cl/wp-content/uploads/2019/12/Dic2019\\_Acuerdo-de-Produccion-Limpa-pa-ra-el-Eco-etiquetado-de-Envases-y-Embalajes.pdf](https://web.sofofa.cl/wp-content/uploads/2019/12/Dic2019_Acuerdo-de-Produccion-Limpa-pa-ra-el-Eco-etiquetado-de-Envases-y-Embalajes.pdf)
- Ulrich, K., & Eppinger, S. (2009). *Diseño y desarrollo de productos* (4°). Mc Graw Hill.

United Nations. (1992). *Rio Declaration on Environment and Development* (Report of the United Nations Conference 51/26/Rev.I (Vol. I); Resolutions Adopted by the Conference, p. 492). United Nations. <https://documents-dds-ny.un.org/doc/UNDOC/GEN/N92/836/55/PDF/N9283655.pdf?OpenElement>

United Nations. Secretary-General, & World Commission on Environment and Development. (1987). *Report of the World Commission on Environment and Development: Note /: by the Secretary-General*. (N.o 25; Official documents of the General Assembly, p. 416). United Nations. <https://digitallibrary.un.org/record/139811>

Urquieta, T. y Macías, C. (25 de noviembre de 2021). Sonrisa Circular, el programa de reciclaje de Soprole que busca darle una nueva vida a los envases de yoghurt, postres y leches. *Piensa Circular*. <https://piensacircular.com/2021/11/25/empresas/sonrisa-circular-el-programa-de-reciclaje-de-soprole-que-busca-darle-una-nueva-vida-a-los-envases-de-yoghurt-postres-y-leches>

Vila, C., & Albiñana, J. C. (2016). An approach to conceptual and embodiment design within a new product development lifecycle framework. *International Journal of Production Research*, 54(10), 2856-2874. <https://doi.org/10.1080/00207543.2015.1110632>

Wastling, T., Charnley, F., & Moreno, M. (2018). Design for Circular Behaviour: Considering Users in a Circular Economy. *Sustainability*, 10(6), 1743. <https://doi.org/10.3390/su10061743>

Wichaisri, S., & Sopadang, A. (2018). Trends and Future Directions in Sustainable Development. *Sustainable Development*, 26(1), 1-17. <https://doi.org/10.1002/sd.1687>

Zeng, X., Yang, C., Chiang, J. F., & Li, J. (2017). Innovating e-waste management: From macroscopic to microscopic scales. *Science of the Total Environment*, 575, 1-5. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.09.078>

## Notas

1. Recibido: 10 de enero de 2022. Aceptado: 2 de febrero de 2023.

2. Contacto: marcelo.venegas@usm.cl

3. Contacto: mmtoran@upv.es

4. Contacto: rubenhjd@uchilefau.cl