



UNIVERSIDAD TÉCNICA  
FEDERICO SANTA MARÍA

**ANÁLISIS DIAGNÓSTICO MEDIANTE LA METODOLOGÍA DE  
ECODISEÑO DEL SISTEMA DE ENTREGA DE COMIDA  
PREPARADA DE LOS LOCALES DE CERRO LOS PLACERES.**

Trabajo de titulación para optar al Título  
de INGENIERA CIVIL AMBIENTAL

**Alumna:**

Javiera Andrea Aravena Maturana

**Profesor guía:**

Santiago García Gen

**Profesor correferente:**

Vicente Arenas

**Año 2023**

Por mí y por todo ser que me precede,  
por aquellas que me siguen y por quienes ya no están.  
Especialmente por Elmi, quien me acompañó y sostuvo la mayor parte de este proceso.

## **AGRADECIMIENTOS**

Para mí, el agradecimiento es parte esencial de cada proceso, y en estos momentos tengo tanto que agradecer, que las palabras no son suficientes.

Primero que todo, gracias al amor y apoyo de mi familia, especialmente a mi mamita, mujer poderosa y guerrera que ha sostenido a una gran familia, con hijos e hijas admirables.

Gracias a mis hermanos y hermana, Pía, Panchito, Jeremy y Alexis, por confiar en mí, por verme como un ejemplo, eso me motiva a seguir progresando siempre.

Gracias a mi abuelita Guillermina, que con su ejemplo me enseñó que todo en la vida es posible.

Gracias a mis tías, tíos, primas, primos, sobrinas y sobrinos, a toda mi familia, son tantos que no los puedo nombrar, son tantos que el amor también es tanto.

Gratitud infinita a todos aquellos que cooperaron para que esta tesis se desarrollara, al Equipo Beloop, a los profesores Santiago García, Vicente Arenas y Santiago Geywitz, por su guía, consejos e ideas innovadoras. Todo proyecto es más nutritivo en colaboración.

Y finalmente, gracias a la vida en este planeta, que cada vez resulta más desafiante, y nos impulsa a trabajar en comunión e innovación. Gracias a todas aquellas personas que han generado conocimientos, investigaciones y han colocado la información a disposición para que nuestra generación y las que vienen sigan trabajando para alcanzar la Sostenibilidad. En un gran trabajo en red, y este trabajo es un fractal más.

Gracias, gracias, gracias.

## RESUMEN

La contaminación por plásticos es uno de los pilares de la actual crisis ambiental que más ha tenido presencia en las conversaciones de los últimos años. La producción mundial de plástico se ha multiplicado por dos en solo dos décadas, y la tasa de reciclaje en Chile es de tan solo un 8%. Además, se sabe que, casi dos tercios de los residuos generados por plásticos provienen de plástico con una vida útil inferior a cinco años, 40% del cual se deriva de envases. Por otro lado, los plásticos de un solo uso generados por los locales de comida son de 23.340 toneladas anuales. Por lo que buscar soluciones al uso desmedido de plástico en productos de consumo/uso inmediato es fundamental para avanzar hacia la sostenibilidad.

Este estudio se enfoca en el uso de envases para la entrega de comida preparada, buscando soluciones más sostenibles y con un enfoque sistémico. Para lograrlo se aplica la Metodología de Ecodiseño, la cual se basa en las normativas: ISO 14001 sobre Sistemas de gestión ambiental, ISO 14006 sobre Ecodiseño e ISO 14040/44 sobre Análisis de Ciclo de Vida. Además, incorpora una amplia variedad de herramientas cualitativas y cuantitativas en una consecución de pasos ordenados estratégicamente para el desarrollo de proyectos de innovación y sostenibilidad.

El objetivo principal del estudio es utilizar la Metodología de Ecodiseño CL para proponer un sistema de envases que sea ambiental y socialmente rentable para la entrega de comida preparada de los locales de Cerro Los Placeres. La hipótesis del estudio es que un sistema de envases reutilizables cumple con estos requerimientos, por lo que dentro de los objetivos específicos está i) Evaluar los impactos ambientales del sistema actual de entrega de alimentos preparados en los locales, ii) Identificar los parámetros clave al proponer un modelo de envases reutilizables y iii) Examinar la apreciación de las/os usuarios/as de comida para llevar en relación con un sistema de envases reutilizables versus envases de un solo uso.

Para el análisis ambiental se realiza un Análisis de Ciclo de Vida de los envases, utilizando el software OpenLCA, la metodología de cálculo “OpenLCA LCIA methods” y para la evaluación de impacto se utiliza el método “Recipe 2016 Midpoint (H)”. Las Bases de datos utilizadas fueron: ELCD de referencia del ciclo de vida del Centro Común de Investigación de Europa y AGRIBALYSE realizada por la Agencia Francesa para la Transición Ecológica.

Los envases de un solo uso analizados fueron: A) Cartón Kraft, B) Aluminio, C) Plástico y D) Caña de azúcar (compostables). Los indicadores seleccionados para el análisis con los porcentajes de relevancia asignados fueron: Calentamiento global (60%) y Consumo de agua (40%). Los resultados se indican según ponderación relativa: la categoría de envase con mayor impacto ambiental se le asigna un porcentaje de impacto del 100%, y las demás categorías se ponderan con relación a ésta.

Los resultados indican que los envases compostables tienen un mayor impacto ambiental otorgándole un 100%, seguido de los envases de cartón Kraft con un 78% de impacto ponderado, los envases plásticos con un 42% y finalmente los envases de aluminio con un 32%. Los impactos se deben principalmente a la extracción de la materia prima y el transporte durante la importación de los envases. Además de lo anterior, a los envases compostables se le suma los impactos asociados a la producción debido a la alta exigencia energética de los procesos productivos. No obstante, los envases reutilizables presentan solo un 3% de impacto ponderado, considerablemente menor a todas las alternativas de envases de un solo uso.

Al aplicar los pasos de la metodología y sabiendo que la mayor cantidad de impacto se concentra en la fase de obtención de la materia prima, es que la reutilización surge como una estrategia de innovación para solucionar la problemática. La propuesta corresponde a un sistema de envases

reutilizables en reemplazo de los envases de un solo uso. Este sistema contempla la modalidad de envases que se retornan, con al menos 200 ciclos de uso, con un diseño prometedor y un sistema de trazabilidad mediante “internet de las cosas”. A los impactos ponderados recién mencionados, el sistema de envases reutilizables solo presenta un impacto de un 4%. La mayor concentración de impacto se da en la sanitización de los envases, correspondiente a un lavado industrial en lavavajillas y sanitización UV, debido a la demanda de energía eléctrica del proceso.

En específico, los indicadores de huella de carbono son: 17,28 [kg CO<sub>2</sub> eq.] para los envases compostables; 9,97 [kg CO<sub>2</sub> eq.] para los envases de plástico; 8,00 [kg CO<sub>2</sub> eq.] para los envases de cartón; 6,27 [kg CO<sub>2</sub> eq.] para los envases de aluminio, y solo 0,83 [kg CO<sub>2</sub> eq.] para los envases reutilizables. Se demuestra una reducción considerable en la huella de carbono de los sistemas de envases reutilizables.

Con respecto a la huella hídrica, los indicadores son de 324 [m<sup>3</sup>] para los envases compostables; 4,90 [m<sup>3</sup>] para los envases de cartón; 0,77 [m<sup>3</sup>] para los envases de aluminio; 0,14 [m<sup>3</sup>] para los envases plásticos y solo 0,012 [m<sup>3</sup>] para los envases reutilizables. Este indicador también presenta una gran disminución de impacto de los sistemas de envases reutilizables.

Con respecto al punto de equilibrio, que es aquella cantidad de veces que se tiene que reutilizar un envase como mínimo para que efectivamente tenga un mejor comportamiento ambiental, se concluye que luego de 10 ciclos de uso de los envases reutilizables estos presentan un mejor desempeño que cualquier categoría de envase de un solo uso analizada.

Además del análisis ambiental, de manera paralela se realizó un análisis de diseño en donde se determinó que los/as usuarios/as son principalmente estudiantes o trabajadores/as, adultos-jóvenes, con bajos ingresos monetarios. Compran comida de manera frecuente, generalmente de manera presencial, durante la jornada laboral o estudiantil y por motivos de comodidad. Además, a raíz del análisis se concluye que los principales factores a determinar en una propuesta de envases reutilizables es la definición de pasos de utilización del sistema, el diseño del envase, la tecnología utilizada, el proceso de sanitización, los puntos de retorno, el tiempo de devolución y las multas o incentivos al retorno.

De manera general, tanto usuarios/as como los locales tienen buena recepción del sistema propuesto, sin embargo, implementar un sistema de envases reutilizable implica la adopción de nuevos hábitos, por lo que se hace énfasis en lo fundamental que es un estudio respecto al comportamiento social para el desarrollo de este tipo de proyectos.

Llegando a la conclusión de que, un sistema de envases reutilizables efectivamente tiene un mejor rendimiento ambiental en comparación al sistema tradicional de envases de un solo uso, además tienen una buena apreciación por la población y que, a raíz de la investigación de mercado, puede llegar a ser una solución económicamente atractiva. Por lo que se puede concluir que se cumplieron todos los objetivos específicos y el objetivo general de la investigación.

La relevancia de estos resultados radica en la necesidad de avanzar hacia proyectos basados en la Economía Circular que busquen el desacople del crecimiento poblacional con la demanda de recursos naturales.

**Palabras Clave:** Ecodiseño, ACV, plásticos de un solo uso, envases, reutilización.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

RESUMEN.....	4
Índice de Figuras .....	8
Índice de Tablas .....	9
CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS .....	10
1.1 Planteamiento del problema .....	10
1.2 Justificación.....	14
1.3 Objetivos .....	15
CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO .....	16
2.1 Antecedentes .....	16
2.1.1 Locales de comida preparada .....	16
2.1.2 Modalidades de consumo de alimentos.....	16
2.1.3 Ventas en línea .....	17
2.2 Categorías de envases.....	18
2.2.1 Envase .....	18
2.2.2 Sistemas de envases .....	19
2.2.3 Envases reutilizables .....	19
2.3 Normativa atinente: Ley 21.368.....	24
2.4 Sector de estudio .....	25
2.4.1 Ciudad de Valparaíso .....	25
2.4.2 Cerro Los Placeres .....	26
2.5 Desarrollo Sostenible y Ecodiseño.....	26
2.5.1 Desarrollo Sostenible .....	26
2.5.2 Ecología Industrial .....	27
2.5.3 Economía Circular.....	27
2.5.4 Ecodiseño .....	27
2.5.5 Metodología de ecodiseño CL.....	28
2.5.6 Design Thinking.....	29
CAPÍTULO 3: METODOLOGÍA .....	30
3.1 Metodología de Ecodiseño .....	30
3.2 Objetivo del proyecto .....	31
3.3 Análisis Ambiental.....	32
3.3.1 Objetivos de estudio .....	32
3.3.2 Alcance.....	33
3.3.3 Datos del Inventario de ciclo de vida (LCI) .....	37
3.3.4 Evaluación del impacto del ciclo de vida (LCIA) y métodos de cálculo .....	39
3.3.5 Validación e interpretación de los resultados.....	39
3.3.6 Software: OpenLCA.....	40
3.4 Análisis de diseño.....	48
3.4.1 Entrevistas a locales de comida.....	48
3.4.2 Encuestas a usuarios/as .....	48
3.4.3 Mapa de empatía .....	48
3.4.4 Mapa de trayectoria.....	49
3.5 Ecobriefing .....	49
3.6 Eco innovación.....	49
3.6.1 Definir líneas de acción con enfoque sistémico .....	49
3.6.2 Idear.....	50
3.6.1 Moodboard .....	50
3.6.1 Tabla del concepto a la forma .....	50
3.6.2 Prototipar.....	50
3.7 Evaluación y validación .....	51

3.7.1	Evaluación ambiental .....	51
3.7.2	Evaluación de diseño.....	53
3.7.3	Propuesta final.....	53
<b>CAPÍTULO 4: DESARROLLO Y RESULTADOS .....</b>		<b>54</b>
4.1	Resultados Análisis Ambiental de envases .....	54
4.1.1	Resultados LCIA Envase (A) Cartón Kraft.....	54
4.1.2	Resultados LCIA Envase (B) Aluminio.....	56
4.1.3	Resultados LCIA Envase (C) Plástico.....	58
4.1.4	Resultados LCIA Envase (D) Compostable.....	60
4.1.5	Resultados LCIA Envase (R) Reutilizable.....	63
4.2	Comparación perfil ambiental de envases (A), (B), (C), (D) y (R).....	65
4.2.1	Resultados EICV de las variantes del proyecto.....	65
4.2.2	Resultados relativos.....	67
4.2.3	Resultados de un solo indicador: Calentamiento global.....	69
4.2.4	Resultados de un solo indicador: Consumo de agua .....	69
4.2.5	Basura evitada .....	70
4.2.6	Puntos de equilibrio.....	70
4.2.7	Análisis de sensibilidad complementarios .....	71
4.3	Jerarquización de puntos críticos .....	71
4.4	Análisis de diseño.....	72
4.4.1	Análisis de diseño envases de un solo uso .....	72
4.4.2	Análisis de diseño envases reutilizables.....	73
4.5	Ecobriefing.....	74
4.6	Eco-innovación.....	75
4.6.1	Propuesta técnica.....	75
4.7	Propuesta final: factores y parámetros clave.....	79
Conclusiones y recomendaciones.....		80
Bibliografía .....		83
Anexo A: Inventario de Ciclo de Vida.....		87
Anexo B: Entrevista a locales de comida.....		90
Anexo C: Encuesta a Usuarios .....		92
Anexo D: Evaluación de Diseño, Mapa de empatía.....		94
Anexo E: Evaluación de Diseño, Mapa de trayectoria.....		96
Anexo F: Eco-innovación.....		98
Anexo G: Estrategias de innovación para la sostenibilidad .....		100
Anexo H: Balance de masa y materia sanitización de envases .....		101
Anexo I: Análisis de sensibilidad Envases reutilizables .....		102

## Índice de Figuras

Figura 1. Producción anual de plástico en el mundo.....	10
Figura 2. Tratamiento de los residuos plásticos en el mundo..	10
Figura 3. Incremento de las compras online y offline (Ene 2019 - Sept 2020).....	17
Figura 4. Categorías de envases. ....	19
Figura 5. Modelos de envases. basade en (Greenwood, y otros, 2021). ....	20
Figura 6. Gráfico de barras. Oferta por tipo de servicio a nivel nacional. ....	25
Figura 7. “Cerro Placeres”. Fuente: (Poduje, Ruiz, Iribarne, & Vergara, 2018).....	26
Figura 8. Las relaciones entre los agentes implicados en el Desarrollo Sostenible. ....	27
Figura 9. Pasos Metodología Ecodiseño CL simplificado. ....	30
Figura 10. Pasos Metodología Ecodiseño CL detallado.....	31
Figura 11. Fases de un ACV. Fuente: ISO 14040.....	32
Figura 12. Diagrama de proceso simplificado.....	35
Figura 13. Integrar BBDD Inventario en OpenLCA.....	41
Figura 14. Incorporar BBDD Método de cálculo en OpenLCA. ....	41
Figura 15. Subcarpetas en OpenLCA.....	42
Figura 16. Incorporación de nuevos flujos en OpenLCA.....	42
Figura 17. Incorporación de nuevos procesos en OpenLCA.....	43
Figura 18. Creación de Sistemas de producto en OpenLCA.....	46
Figura 19. Evaluación de impactos de ciclo de vida en OpenLCA.....	47
Figura 20. Creación de proyectos en OpenLCA. ....	47
Figura 21. Diagrama de proceso Ciclo de vida del envase reutilizable.....	51
Figura 22. Diagrama de proceso Envase (A) extraído de OpenLCA.....	54
Figura 23. EICV Envase (A) extraído de OpenLCA.....	54
Figura 24. Gráfico de contribuciones directas, Calentamiento global, Envase (A). ....	55
Figura 25. Árbol de contribuciones, Calentamiento global, Envase (A).....	55
Figura 26. Gráfico de contribuciones directas, Consumo de agua, Envase (A)..	56
Figura 27. Árbol de contribuciones, Consumo de agua, Envase (A). ....	56
Figura 28. Diagrama de proceso Envase (B).....	56
Figura 29. EICV Envase (B) .....	57
Figura 30. Gráfico de contribuciones directas, Calentamiento global, Envase (B).....	57
Figura 31. Árbol de contribuciones, Calentamiento global, Envase (B).....	57
Figura 32. Gráfico de contribuciones directas, Consumo de agua, Envase (B). ....	58
Figura 33. Árbol de contribuciones, Consumo de agua, Envase (B). ....	58
Figura 34. Diagrama de proceso Envase (C).....	58
Figura 35. EICV Envase (C) extraído de OpenLCA.....	59
Figura 36. Gráfico de contribuciones directas, Calentamiento global, Envase (C).....	59
Figura 37. Árbol de contribuciones, Calentamiento global, Envase (C).....	59
Figura 38. Gráfico de contribuciones directas, Consumo de agua, Envase (C). ....	60
Figura 39. Árbol de contribuciones, Consumo de agua, Envase (C). ....	60
Figura 40. Diagrama de proceso Envase (D) .....	60
Figura 41. EICV Envase (D).....	61
Figura 42. Gráfico de contribuciones directas, Calentamiento global, Envase (D). ....	61
Figura 43. Árbol de contribuciones, Calentamiento global, Envase (D).....	61
Figura 44. Gráfico de contribuciones directas, Consumo de agua, Envase (D).....	62
Figura 45. Árbol de contribuciones, Consumo de agua, Envase (D). ....	62
Figura 46. Diagrama de proceso Envase (R).....	63
Figura 47. EICV Envase (R) .....	63
Figura 48. Gráfico de contribuciones directas, Calentamiento global, Envase (R).....	63
Figura 49. Árbol de contribuciones, Calentamiento global, Envase (R).....	64
Figura 50. Gráfico de contribuciones directas, Consumo de agua, Envase (R). ....	64

Figura 51. Árbol de contribuciones, Consumo de agua, Envase (R)..	65
Figura 52. Gráfico relativo de impactos de envases.....	67
Figura 53. Indicador: Calentamiento global, para todas las variantes del proyecto.....	69
Figura 54. Indicador: Consumo de agua, para todas las variantes del proyecto.....	70
Figura 55. Moodboard de síntesis de ideas y propuesta conceptual.....	76
Figura 56. Diagrama sistema de envases reutilizables. ....	78
Figura 57. Representación gráfica del envase reutilizable. ....	78
Figura 58. Representación tangible del envase reutilizable. ....	78

## Índice de Tablas

Tabla 1. Especificaciones de envase de cartón Kraft (A).....	34
Tabla 2. Especificaciones de envase de aluminio (B). ....	34
Tabla 3. Especificaciones de envase de plástico (C).....	34
Tabla 4. Especificaciones de envase de caña de azúcar (D).....	34
Tabla 5. OpenLCA LCIA methods; categorías de daños e impactos. Extraído de OpenLCA....	39
Tabla 6. Flujos ingresados a OpenLCA para cada categoría de envase. ....	43
Tabla 7. Entradas y salidas ingresadas a OpenLCA del ciclo de vida de 1 envase (A). ....	43
Tabla 8. Entradas y salidas ingresadas a OpenLCA del ciclo de vida de 1 envase (B).....	44
Tabla 9. Entradas y salidas ingresadas a OpenLCA del ciclo de vida de 1 envase (C).....	45
Tabla 10. Entradas y salidas ingresadas a OpenLCA del ciclo de vida de 1 envase (D). ....	45
Tabla 11. Entradas y salidas ingresadas a OpenLCA del ciclo de vida de 1 envase (R).....	52
Tabla 12. Resultado LCIA del proyecto. Información extraída de OpenLCA.....	66
Tabla 13. Indicadores de envases de un solo uso vs envases reutilizables.....	66
Tabla 14. Indicadores relativos para Envases (A), (B), (C), (D) y (R). ....	68
Tabla 15. Ponderación de impactos de indicadores relevantes. ....	68
Tabla 16. Indicadores: Basura evitada y Punto de equilibrio de envase reutilizable. ....	71
Tabla 17. Tabla de jerarquización de Envases. ....	72
Tabla 18. Ecobriefing. Requerimientos ambientales y de diseño. ....	74
Tabla 19. Tabla “Desde el concepto a la forma”.....	77
Tabla 20. Factores y parámetros clave para un sistema de envases reutilizables.....	79
Tabla 21. Datos de Inventario Ciclo de vida Envase (A). ....	87
Tabla 22. Datos de Inventario Ciclo de vida Envase (B). ....	87
Tabla 23. Datos de Inventario Ciclo de vida Envase (C). ....	88
Tabla 24. Datos de Inventario Ciclo de vida Envase (D). ....	88
Tabla 25. Datos de Inventario Ciclo de vida Envase (R).....	89

# CAPÍTULO 1

## INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

### 1.1 Planteamiento del problema

La contaminación por plásticos es uno de los pilares de la actual crisis ambiental que más ha tenido presencia en las conversaciones de los últimos años, como consecuencia de estas cifras sobre la cantidad de plástico que termina migrando a los ecosistemas y la creciente demanda de este material.

En el informe “Perspectivas Globales del Plástico” de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) se señala que el incremento de la población va acompañado del incremento de la cantidad de plástico que se utiliza (Figura 1). La producción mundial de plástico se ha multiplicado por dos en solo dos décadas hasta alcanzar los 461,1 millones de toneladas en 2021, de los cuales 353 millones de toneladas terminan siendo residuos

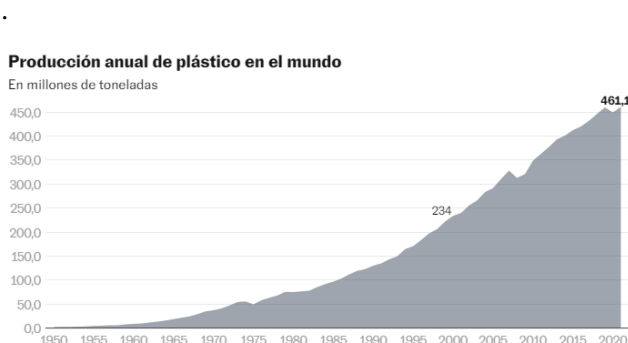


Figura 1. Producción anual de plástico en el mundo.  
Fuente: (OECD, 2022). EL PAÍS.

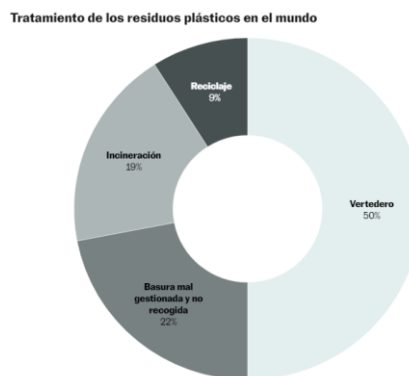


Figura 2. Tratamiento de los residuos plásticos en el mundo. Fuente: (OECD, 2022).

De los residuos generados solo el 9% se recicla (si bien el 15% se recoge para su reciclaje, el 40% de este se elimina como residuo), otro 19% se incinera, el 50% va a relleno sanitario y el 22% elude los sistemas de gestión de residuos y va a parar a vertederos no controlados (Figura 2). Se estipula que alrededor de 22 millones de toneladas de basuras plásticas terminaron en el medio ambiente el año 2021 (OECD, 2022).

Además, casi dos tercios de los residuos generados por plásticos provienen de plástico con una vida útil inferior a cinco años, 40% del cual se deriva de envases (OECD, 2022). Esto posiciona a los envases como el foco principal a abordar.

El informe finaliza mencionando que durante el año 2020 la crisis sanitaria provocó un descenso del 2,2% en el uso de plástico al desacelerarse la actividad económica, sin embargo, a pesar de lo anterior, se incrementó la cantidad de residuos plásticos, de los cuales, los envases de comida para llevar y los equipos médicos de plástico, se hacían más presentes en los ecosistemas.

Estos datos dieron origen a que la Organización de las Naciones Unidas (ONU) se comprometiera a lanzar el primer tratado internacional jurídicamente vinculante para frenar la contaminación por

plásticos, firmado en marzo del 2022. Lo que conlleva promover medidas de cooperación nacionales e internacionales, incitando a los países a la elaboración de “Planes de Acción Nacionales” en donde se consideren iniciativas eficaces para la gestión y prevención de estos residuos.

Según el informe emanado por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), “*De la contaminación a la solución*”, y como ya se ha evidenciado en muchos casos de éxito de proyectos con enfoque en sostenibilidad, la Economía Circular es crucial para generar modelos económicos con un enfoque sistémico, fomentando una transformación a lo largo de toda la cadena de valor. Uno de los mayores referentes a nivel mundial sobre Economía Circular es la Fundación Ellen MacArthur, quienes indican que es crucial avanzar hacia la eliminación de envases plásticos innecesarios a través del rediseño, la innovación y nuevos modelos de distribución.

Los escenarios futuros se centran en la recogida y reciclaje, estos modelan generan un impacto ambiental que se debe tener en consideración, especialmente si se estima un aumento de la demanda del reciclaje. Según la fundación Ellen MacArthur (2013) se torna insostenible mantener este flujo creciente de plásticos en la economía y fuera del medio ambiente.

Bajo el contexto actual, se rechaza la posibilidad de que el reciclaje sea una salida a esta crisis y se advierten sobre alternativas dañinas a los productos de un solo uso, como los plásticos de base biológica o biodegradables, que actualmente representan una amenaza química similar a los plásticos convencionales y, además, dependen de procesos productivos altamente demandante de recursos energéticos (UNEP, 2021). Por estas razones, es que se promueve la eliminación de aquellos envases innecesarios y la reutilización como dos de las estrategias principales para disminuir el plástico circulante (Ellen MacArthur Foundation, 2020). La finalidad es desacoplar el crecimiento poblacional con el crecimiento en la demanda de plástico.

El “Compromiso Global” indica que los envases reutilizables son una parte fundamental de la solución para eliminar la contaminación por plásticos, estipulando que el embalaje reutilizable es una oportunidad de innovación de más de 10.000 millones de USD que puede ofrecer importantes beneficios para el usuario y la empresa (Ellen MacArthur Foundation, UN Environment Programme, 2021). Este cambio de paradigma debe ir acompañado de un marco regulatorio que incentive la implementación de nuevos modelos de negocio. Los gobiernos dan apoyo en gran medida a prohibir un conjunto limitado de elementos de un solo uso, y escasamente se centran en establecer objetivos de reutilización.

Y aunque 120 países prohíben el plástico de un solo uso, la mayoría solo restringe la entrega de bolsas u otros conjuntos limitados de elementos como vasos o bombillas. A nivel mundial, Bangladesh fue el primer país en prohibir las bolsas plásticas en 2002. En 2016, Francia prohibió por primera vez el uso de vasos y platos plásticos. En Kenia, luego de varios años en la lucha por reducir el uso del plástico, desde 2017 es ilegal usar, producir e importar bolsas plásticas para uso comercial o doméstico. En 2019, el Parlamento Europeo prohibió diez artículos de plástico de un solo uso, como bombillas, bastoncillos de algodón y cubiertos. En 2021 Canadá se unió a la prohibición de ciertos elementos plásticos (Canseco, 2015).

En cuanto a Latinoamérica y el Caribe, en México, en el año 2010 entró en vigor el apartado que prohíbe el uso de bolsas de plástico no biodegradable, en el marco de la Ley de Residuos Sólidos. Desde el 2016 rige en Colombia una regulación de las bolsas plásticas. En 2017, Chile prohibió la entrega de bolsas plásticas en los comercios de al menos 102 comunas costeras. En febrero de 2018, Buenos Aires prohibió todas las bolsas plásticas no biodegradables en hipermercados, supermercados y autoservicios. Ese mismo año, el gobierno de Islas Galápagos en Ecuador hizo

entrar en vigor una resolución que restringe el uso de plásticos como bombillas, bolsas tipo camiseta, envases de polietileno y botellas plásticas no retornables. En 2019, Perú aprobó el reglamento de la ley 30.884, que regula los plásticos de un solo uso y otros recipientes o envases descartables (Canseco, 2015), por nombrar algunos ejemplos.

Podemos ver que las primeras iniciativas se restringían a un número limitado de elementos plásticos, principalmente bolsas, bombillas y elementos de Poliestireno Expandido (PS). De todas maneras, la cantidad de regulaciones está en constante aumento, y ya se están comenzando a promover normativas que prohíben un abanico cada vez más amplio de elementos de un solo uso.

Chile es el primer país Latinoamericano en prohibir los plásticos de un solo uso con un número ambicioso de elementos, a través de la Ley que regula los plásticos de un solo uso (Ley 21.368) publicada en el Diario Oficial en agosto del 2021. Esta normativa prohíbe y limita la entrega de plásticos de un solo uso y otros desechables, como vasos, cubiertos, platos, bombillas y otros, en los locales de venta de comida y en los servicios de entrega a domicilio,

La normativa establece que, si el consumo es dentro del establecimiento, se prohibirá la entrega de elementos de un solo uso permitiendo solo el empleo de reutilizables. Con respecto a los envíos de alimentos a domicilio, se prohíbe el uso de envases plásticos, salvo que se trate de plásticos compostables que se encuentren certificados.

En Chile, los locales de comida generan anualmente 23.240 toneladas de plástico de un solo uso. Estos locales corresponden a restaurantes (40,3%), establecimientos de comida rápida (36,2%) y otros como hoteles, catering comercial y servicios de alimentación (26,3%) (Oceana; Plastic Ocean, 2021). Los residuos plásticos corresponden principalmente a Polietileno de baja densidad PEBD (26,5%), Polietileno de alta densidad PEAD (17,4%), Tereftalato de Polietileno PET (16,4%), Polipropileno PP (14,3%) y Poliestireno expandido PS (7,8%) (Pooley, 2020).

Los datos llamaron a tomar medidas que derivaron en la Ley 21.368 mencionada anteriormente. Sin embargo, esta normativa promueve indirectamente el reemplazo del plástico por otros materiales valorizables, en particular por “plásticos certificados”, que son aquellos plásticos compostables a nivel industrial y/o domiciliario que deben cumplir con ciertas especificaciones técnicas que serán estipuladas en el Reglamento de Ley a ser emitido por el Ministerio del Medio Ambiente (MMA). Es decir, en este escenario, para la entrega de comida a domicilio, los esfuerzos tampoco se centran en la disminuir la necesidad de envases de un solo uso, sino que se centra en un reemplazo de materiales.

A raíz de las primeras regulaciones de la Ley los locales de comida han migrado de envases de PS a, principalmente, envases de aluminio con una tapa de cartón encerado, y los estudios indican que esta última opción es incluso más perjudicial para el medio ambiente que la primera. En un estudio se concluyó que los envases de aluminio tienen un mayor impacto en 5 de 12 categorías de impacto ambiental en comparación con los envases de PS y que sus impactos son de entre 4 a 28 veces mayor en estas categorías, siendo los procesos de extracción y refinación de aluminio los principales contribuyentes (UNEP, 2020). Estos hallazgos van en contra del debate en curso sobre los impactos negativos de los envases de PS, sin embargo, es una demostración de que la mayoría de las nuevas regulaciones públicas se centran en la generación y gestión de residuos en lugar de aplicar una perspectiva de ciclo de vida completo.

Si bien la formulación de políticas es sumamente necesaria, se destaca “la necesidad de que las políticas tengan una perspectiva de sistemas, en términos de considerar todo el ciclo de vida del empaque”, y también “las políticas no deben considerar solo el impacto ambiental del empaque”

(UNEP, 2020). Además, se debe reconocer y gestionar las ventajas y desventajas y los riesgos del cambio de carga entre los impactos ambientales (Gordon, 2021).

A nivel nacional la gestión de residuos tradicionalmente se ha enfocado en el reciclaje, y actualmente el compostaje, medidas que, si bien son importantes y representan un segmento del ciclo de vida de los materiales y productos, claramente no alcanza para dar abasto con la problemática completa de los residuos plásticos. Últimamente, en países más desarrollados como Alemania, Australia y Canadá, ha habido un impulso para centrarse en otras estrategias de Economía Circular que podrían evitar aún más el consumo de energía y recursos, como la reutilización de envases, sin embargo, aquellas estrategias siguen sin incorporarse en muchos sectores de la industria en Latinoamérica.

Según Patricia Megale (2020) en un reporte publicado por académicos de la Universidad de Utrecht en colaboración con Zero Waste Europe y ReLoop, se analizan 32 investigaciones en donde a través de la metodología de ACV se comparan los impactos ambientales asociados a los sistemas de envases reutilizables versus los envases de un solo uso. En el reporte indican que un 72% de los casos estudiados resultaron con un ACV favorable para los sistemas reutilizables de envases, 16% de los casos resultaron con un ACV desfavorable y un 12% mixto, es decir, parcialmente favorable y desfavorable. Si bien se demuestra que la gran mayoría de los estudios apuntan a los envases reutilizables como la opción más respetuosa con el medio ambiente, se hace necesario evaluar cada caso en particular, ya que hay distintas variables críticas a considerar al proponer alternativas de sistemas de envases reutilizables, tales como, el número de ciclos de uso de los envases, las distancias de transporte de recogida y características claves de los envases, como su peso, material, formato, entre otros. Además, se indica que, al analizar los resultados, se debe tener en consideración la metodología utilizada (con los supuestos asumidos) y los parámetros clave seleccionados como los más relevantes.

Todos estos parámetros dependen en gran medida del contexto sociocultural, por lo que su evaluación debe ser territorial, y para analizar el éxito o no de un proyecto que apunta a utilizar sistemas de envases reutilizables, no es suficiente solo con realizar un ACV, sino que éste debe ir acompañado de otras metodologías para asegurar su aceptación e inserción en la comunidad.

Como se ha ido documentando, las organizaciones apuntan y promueven la transición hacia sistemas reutilizables de utensilios para la entrega de alimentos preparados, además, bajo un sistema bien planteado no solo resulta atractivo ambientalmente, sino que también económicamente (Gordon, 2021). Por otro lado, se sabe que en la aceptación o no aceptación de estos modelos de reutilización, la componente psicosocial juega un rol fundamental, ya que los consumidores ocupan el papel protagonista a la hora de hacer funcionar y reutilizar y/o retornar los envases. Es por esto, que lo mencionado anteriormente debe ser estudiado y contextualizado en una zona geográfica, colocando principal atención al estudio y entendimiento de la problemática inicial, antes de proponer un sistema de envases reutilizables.

Se vuelve fundamental buscar herramientas con un enfoque multidisciplinario a la hora de realizar un análisis sistémico, acompañando los Análisis de Ciclo de Vida con otras herramientas complementarias para conocer cuando es conveniente reemplazar los sistemas de envases de un solo uso por un sistema de envases reutilizables. Además, es necesario seguir analizando las fallas críticas del mercado, como los bajos precios de las materias primas vírgenes basadas en combustibles fósiles, frente a los precios de los materiales reciclados; los esfuerzos poco articulados en la gestión formal e informal de residuos plásticos y la falta de consenso sobre soluciones globales y con un enfoque de ciclo de vida. Ya queda en evidencia que la estrategia de migrar de material no es la óptima y tampoco es sostenible a largo plazo considerando la demanda

creciente de estos materiales. Por esto, se hace de suma urgencia proponer soluciones con un enfoque sistémico e innovador, y evaluar, se manera geolocalizada, si efectivamente un sistema de envases reutilizables es una solución con mejor rendimiento ambiental, social y económico.

## **1.2 Justificación**

Los sistemas de envases de un solo uso para la entrega de alimentos preparados en los locales de comida es el método tradicionalmente aceptado tanto por los administrativos de los locales como por los clientes, sin embargo, el impacto ambiental asociado a éstos se debe considerar en el contexto actual de crisis ambiental y sanitaria. El crecimiento poblacional de la mano con el aumento en la demanda de productos plásticos hace necesario tener un ACV de los productos de un solo uso, para así proponer soluciones ambientalmente sostenibles con una mirada de ciclo de vida. Las organizaciones a nivel mundial proponen los sistemas de envases reutilizables como una alternativa que puede llegar a ser ambiental, económica y socialmente beneficiosa.

En la actualidad ya comenzó a regir las primeras regulaciones de la recientemente promulgada Ley 21.368 la cual regula la entrega de plásticos de un solo uso, que afecta directamente a todos los locales de comida preparada. A raíz de lo anterior, ya están reemplazando algunos productos de un solo uso de origen plástico por otras alternativas aceptadas por la Ley aparentemente más sostenibles, pero sin ningún Análisis Ambiental de por medio que sostenga aquella hipótesis. Evaluar soluciones más sostenibles es un análisis que, idealmente, se debe hacer previo a cualquier normativa, de todas maneras, aún nos encontramos a tiempo para estudiar y analizar las soluciones posibles desde una perspectiva ambiental.

El trabajo tiene una utilidad metodológica y practica a largo plazo, ya que se propondrán las líneas base de un modelo de sistema de envases reutilizables, que da paso a ser profundizado multidisciplinariamente en futuras investigaciones, y eventualmente, esta investigación podría derivar en un proyecto factible de diseñar, prototipar y testear.

En el aspecto de la disciplina de Ingeniería Civil Ambiental, este estudio pretende ser de ayuda en la implementación de las nuevas normativas ambientales, desde un enfoque sistémico, proponiendo soluciones realmente sostenibles. Esto puede ser el inicio de la interrelación entre la innovación y sostenibilidad con la implementación de las normativas ambientales, con miras a que, en un futuro, el proceso de creación de una Ley se trabaje en paralelo y de manera complementaria con el levantamiento de soluciones que garanticen el éxito ambiental de dichas normativas, teniendo una perspectiva de Economía Circular y pensamiento sistémico desde los inicios.

### **1.3 Objetivos**

#### Objetivo general

- I. Utilizar la Metodología de Ecodiseño para proponer un sistema de envases ambiental, económica y socialmente rentable para la entrega de comida preparada de los locales de Cerro Los Placeres, Valparaíso en 2022.

#### Objetivos específicos

- I. Evaluar los impactos ambientales, a través de un análisis de ciclo de vida utilizando el software OpenLCA, del sistema actual de entrega de alimentos preparados, correspondiente a envases de un solo uso, en los locales de comida para llevar de Cerro Los Placeres, Valparaíso en 2022.
- II. Identificar los parámetros clave al proponer un modelo de envases reutilizables para la entrega de alimentos en los locales de comida para llevar de Cerro Los Placeres, Valparaíso en 2022.
- III. Examinar la apreciación de las/os consumidoras/es de comida para llevar en relación con un sistema de envases reutilizables versus los envases de un solo uso de Cerro Los Placeres, Valparaíso 2022.

## CAPÍTULO 2

### MARCO TEÓRICO

#### Introducción

El presente proyecto de Ecodiseño comienza con el estudio ambiental de los envases de un solo uso utilizados por los locales de comida preparada de Cerro Los Placeres, Valparaíso, por lo que se contextualiza la problemática a través de los antecedentes, con el fin de establecer el medio en el cual se desarrolla la investigación. También, se hace necesario definir el concepto de «envase» para así establecer y delimitar desde el inicio el objeto de estudio, presentando también la normativa en cual se desarrolla esta investigación. Finalmente, se realiza un recorrido por los conceptos fundamentales que se utilizan como línea, desde el desarrollo sostenible hasta las metodologías a utilizar.

#### 2.1 Antecedentes

##### 2.1.1 Locales de comida preparada

Según el Reglamento Sanitario de los Alimentos (RSA) se entiende por locales o establecimientos de alimentos aquellos recintos públicos o privados en los que se producen, elaboran, preservan, envasa, almacenan distribuyen, expenden o consumen alimentos. Requieren de autorización sanitaria para su instalación, funcionamiento y modificación estructural. Dentro de esta categoría encontramos locales como heladerías, cafeterías, panaderías, fuentes de soda, casinos, salones de té, cocinas colectivas, restaurantes, casinos, locales “al paso” entre otros. Se entiende por locales "al paso", los cuales sólo expenderán comida lista para llevar y/o atenderán público en la barra (DS 997, 2018).

Por otro lado, la Ley 21.368 que regula la entrega de plásticos de un solo uso define Establecimientos de expendio de alimentos como: restaurantes, casinos, clubes sociales, cocinerías, fuentes de soda, cafeterías, salones de té, panaderías, bares u otros locales similares que comercialicen comida preparada (Ley 21.368, 2021).

Además, se define como comida preparada:

“Bebestibles, alimentos o comidas de cualquier tipo preparadas por un establecimiento de expendio de alimentos, listas para su consumo, sean frías o calientes. La preparación incluye cocinar, picar, rebanar, mezclar, congelar, calentar, exprimir u otro procesamiento. Se encuentran incluidas aquellas comidas preparadas fuera de un establecimiento de expendio de alimentos, pero expandidas en éste, y cuya fecha de vencimiento o plazo de duración no sea superior a 5 días” (Ley 21.368, 2021, pp. 2).

Para la presente investigación, acorde a los objetivos presentados, se utilizan las definiciones entregadas por el MMA en la Ley 21.368 para el término “locales de expendio de alimentos”, o también llamados desde ahora de igual manera como “locales de comida preparada” o “locales de comida”. Lo mismo aplica para el término de “comida preparada”.

##### 2.1.2 Modalidades de consumo de alimentos

El consumo de la comida preparada se puede desarrollar de las siguientes modalidades:

- i. Dentro de los locales: “Consumo dentro del establecimiento de expendio de alimentos o de algún espacio adyacente al mismo habilitado para estos efectos” (Ley 21.368, 2021, p. 2).
- ii. Fuera de los locales: Consumo que no se realiza dentro del establecimiento. La entrega de alimentos puede realizarse mediante:
  - a) Retiro en local o *takeaway*: el consumidor retira los alimentos del establecimiento.
  - b) Entrega a domicilio o *delivery*: El consumidor compra en la tienda, por Internet o por catálogo y solicita el envío del producto a domicilio (SERNAC, 2021).

En el presente proyecto se enfoca en el consumo fuera de los locales, tanto el retiro en local como la entrega a domicilio indistintamente. De todas maneras, en el marco de la reciente crisis sanitaria, se sabe que las ventas y transacciones en línea han ganado mayor relevancia.

### 2.1.3 Ventas en línea

Las ventas en línea se han potenciado durante los últimos periodos, y se prevé de que esta alza siga incrementándose (Campuzano, 2021). En Chile durante el año 2020 totalizaron US\$820 millones. Esto se traduce en un alza de 69,7% respecto a 2019. Este canal representó un 9,4% de las ventas de la industria de restaurantes o locales de comida en 2019, incrementándose a un 23,9% en 2020 (Euromonitor, 2021). Siendo el canal de venta que mantuvo a este sector durante la crisis sanitaria actual, ya que se convirtió en el canal de compra por defecto, aumentando en Chile un 94% en la cantidad de consumidores entre febrero y mayo de 2020 (Digital Commerce Partners, 2020).

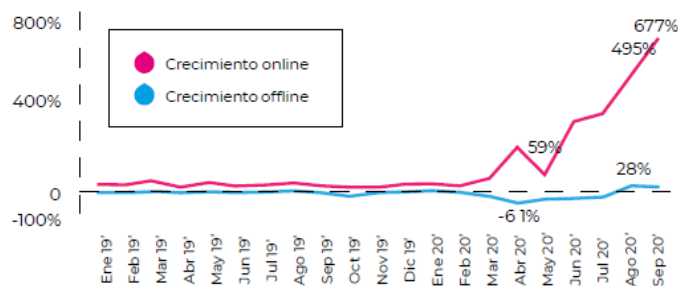


Figura 3. Incremento de las compras online y offline (Ene 2019 - Sept 2020).  
Fuente: (Digital Commerce Partners, 2020)

Las ventas en línea han ido en aumento y prometen permanecer dentro de los hábitos de compra. Al traspasar una transacción a la digitalización, es que se crean nuevas relaciones comerciales y nuevos actores clave que vienen a apoyar esta transacción, tales como: plataformas comerciales, aplicaciones de marketing, gestores de negocios, entre otros.

## **Categorías de envases**

La entrega de comida preparada tradicionalmente se ha realizado en envases desechables, lo cual conlleva a ser el elemento central de la presente investigación. A continuación, se procede a definir el concepto de “Envase” para delimitar el objeto de estudio y definir uno de los parámetros fundamentales dentro de la investigación.

### 2.2.1 Envase

Para asuntos de este proyecto y con la finalidad de delimitar el estudio, se utilizará la siguiente definición de envase, dada por el Decreto Supremo 977, Reglamento Sanitario de los Alimentos.

Envase: “cualquier recipiente que contenga alimentos, que los cubra total o parcialmente” (DS N°977 Reglamento Sanitario de Alimentos, 2018, art. 122, literal c). Estos deben estar “construidos o revestidos con materiales resistentes al producto y no cederán sustancias tóxicas, contaminantes o modificadoras de los caracteres organolépticos o nutricionales de dichos productos” (DS N°977 Reglamento Sanitario de Alimentos, 2018, art. 123).

Bajo la definición anterior, es que surgen dos grandes grupos de envases acorde al número de ciclo de utilización de éstos. Existiendo los envases desechables y los envases reutilizables:

#### 2.1.1.1 Envases desechables

También considerados como “envases de un solo uso”. Son aquellos que están “diseñados para ser descartados luego de ser utilizados por primera vez” (Oceana; Plastic Ocean, 2021). Principalmente utilizan materia prima de origen plástica, destacándose el uso de elaborados con Polipropileno, Poliestireno PS, Tereftalato de polietileno y PET no reciclado.

#### 2.1.1.2 Envases reutilizables

El DS N°977 alude a la utilización de envases reutilizables o de retorno “siempre que sea posible efectuar una correcta higienización de los mismos antes de usarlos nuevamente”. Posicionando el proceso de higienización como parámetro principal para determinar la reutilización de los envases. Además, se añade que “la limpieza de dichos envases debe ser completa, debiendo éstos desecharse cuando, debido a su uso o por cualquier otra causa, se hallen alterados” (DS N°977 Reglamento Sanitario de los Alimentos, 2018, art. 128).

Por otro lado, la Ley que Regula los plásticos de un solo uso menciona que los envases pueden considerarse reutilizables “si son usados por el establecimiento en múltiples ocasiones de conformidad con su diseño” (Ley 21.368, 2021, art. 2, literal l), aludiendo al diseño de los envases como parámetro fundamental. Si bien la Ley no menciona la cantidad mínima de ciclos que debe ser utilizado el envase para considerarse reutilizable, si se refiere a las botellas retornables exigiendo un número mayor a 5 ciclos de uso.

Los envases reutilizables “están diseñados para usarse varias veces, para el propósito originalmente previsto, como parte de un sistema dedicado a su reutilización” (Ellen MacArthur Foundation, 2020). Es decir, el diseño es fundamental para definir si un envase es reutilizable, de la mano con el sistema que permita su correcta reutilización, en donde, la seguridad y la higiene son esenciales.

En resumen, las exigencias de las normativas para definir a un envase reutilizable son:

- i. Permitir un correcto proceso de sanitización.

- ii. Diseño que permita número mayor a 5 ciclos de uso.
- iii. Sistema que sustente la correcta reutilización de los envases.

Para efectos del presente proyecto éstos son los parámetros mínimos por cumplir, buscando proponer soluciones que sobrepasen estos mínimos requeridos, y que, además, proponga otros parámetros más como esenciales para definir la rotarribilidad de un envase.

### 2.2.2 Sistemas de envases

Los envases son un elemento más dentro de la cadena de valor, que se interrelaciona con los demás eslabones. Es habitual encontrarse con más de un tipo de envase, por lo que hablaremos de sistemas de envases.

El ciclo de vida de un envase está definido por su diseño y cometido, y conlleva etapas como la extracción de materias primas y su transporte, los procesos de fabricación de envase y su llenado, las diferentes operaciones logísticas y distribución, y finalmente, el consumo del producto y la gestión de los residuos de envase (Ecoembes, 2018, pp. 9).

Cuando hablamos de sistemas de envases nos referimos a “todos los envases necesarios en el proceso de acondicionamiento de productos para protegerlos durante su manipulación, transporte y almacenamiento” (Deal II, 2021). Esto indica que más allá de analizar un elemento por separado, se analiza la interacción de este elemento con su entorno.

Según (Ecoembes, 2018) los sistemas de envase pueden estar constituidos por:

- i. Envase primario: “Diseñado para contener y presentar el producto como una unidad de venta destinada”.
- ii. Envase secundario: “Diseñado para agrupar envases primarios, tanto si va a ser vendido como tal al consumidor final o si se va a utilizar como medio para la logística en el punto de venta”.
- iii. Envase terciario: “Diseñado para facilitar la logística y el transporte de varias unidades de venta o de varios envases colectivos”.

Para la siguiente investigación, acorde al enfoque sistémico que el Ecodiseño promueve, se evaluarán los envases como sistemas, considerando que éstos funcionan dentro de una cadena de valor amplia y que se interrelaciona con las demás operaciones logísticas de los locales de comida. Sin embargo, los sistemas de envases analizados y propuestos se enfocan principalmente en envases primarios.

### 2.2.3 Envases reutilizables

Con la finalidad de delimitar el sistema de reutilización a definir en las fases posteriores, se realiza la revisión de 6 investigaciones científicas a nivel internacional, desde donde, en relación con los sistemas de envases reutilizables para la entrega de comida preparada, se destacan los siguientes factores:

**Modelos de reutilización:** Hay dos métodos de reutilización de envases:

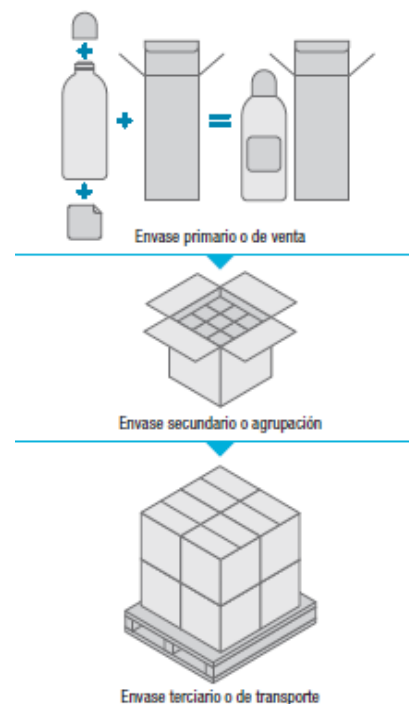


Figura 4. Categorías de envases.

Fuente: (Ecoembes, 2018)

- i. **Retorno:** En el caso de la devolución, el establecimiento de comida para llevar “presta” el envase a sus clientes, quienes tienen que devolverlo luego de su uso. Por lo que la propiedad del envase no es del usuario, sino que del local de comida o del proveedor de envases, quienes se encargan del lavado y almacenamientos de éstos.
- ii. **Recarga:** En el caso de recarga, el contenedor es propiedad del cliente, por lo que se compra al proveedor y el cliente lo almacena. El bucle es similar al caso de devolución, pero el lavado se lleva a cabo en el hogar del cliente antes del almacenamiento listo para su reutilización. Este modelo requiere de menos inversión y generalmente no son escalables, teniendo un desarrollo más bien a nivel local (Brazão, y otros, 2021).

La Figura 5 ilustra las diferentes formas de entrega del producto, clasificadas en orden decreciente de desperdicio de empaque anticipado de izquierda a derecha. De aquí se concluye que el modelo de retorno es la opción más comprometedora a la hora de disminuir los residuos generados. Desde aquí en adelante se desarrolla más ésta última propuesta y se utiliza indistintamente los términos envase reutilizable y envase retornable.

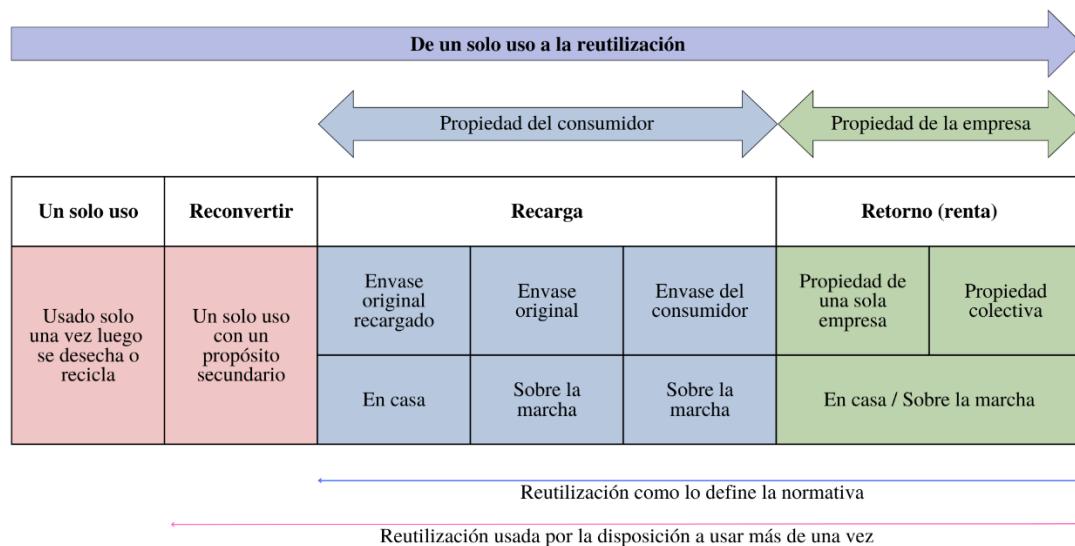


Figura 5. Modelos de envases. basade en (Greenwood, y otros, 2021).

**Modelo colectivo simple:** Hay muchos modelos de sistemas reutilizables, sin embargo, el más utilizado es el modelo colectivo simple. En este modelo los consumidores compran una comida recién preparada en un recipiente retornable, que llevan de vuelta a un punto de venta o recogida participante una vez terminado. Luego, el contenedor se lava, ya sea en el punto de venta o en una instalación central, y luego lo usa nuevamente una de las empresas colectivas (Greenwood, y otros, 2021).

**Principales oportunidades:** los sistemas de reutilización presentan oportunidades positivas para el medio ambiente, las personas y la economía.

- Una de las principales ventajas de los sistemas de reutilización son sus efectos medioambientales a largo plazo. Estos beneficios apoyan la transición hacia una economía circular, están alineados con las políticas de residuos de los municipios y disminuyen los costes de la gestión de residuos.
- Para las empresas, no sólo puede favorecer el ahorro de costes, sino que incluso puede ser una fuente de rentabilidad si el envase pasa por un elevado número de ciclos de uso (Brazão, y otros, 2021).

- Para los usuarios, ofrece una mejor experiencia de uso, ya que son de mejor calidad y eliminan la necesidad de deshacerse del envase.
- La aparición de nuevos negocios como la limpieza de los envases y la logística centralizadas conllevan consigo la aparición de nuevos puestos de trabajo.
- Un sistema de envases reutilizables se puede desarrollar a distintas escalas (local, regional, nacional, global). En general la rentabilidad y la sostenibilidad de un sistema de reutilización mejoran cuando colaboran más agentes.

**Principales barreras:** las principales barreras son producto de la facilidad de adopción y minimización de costes de los sistemas propiciados por la economía lineal.

- Los envases de un solo uso son, en general, muy baratos debido a los bajos precios de las materias primas y a que las externalidades no están consideradas en sus precios.
- Los envases reutilizables se enfrentan al reto de cambiar los hábitos y comportamientos de los/as usuarios/as. Se necesitan altos niveles de comunicación y educación.
- Los sistemas de envases reutilizables tienen mayores inversiones iniciales. Esta inversión puede estar asociada a la limpieza (equipos de lavado industrial), devolución (máquina expendedora inversa), tecnología (desarrollo tecnológico y mantenimiento), transporte (camiones idealmente eléctricos para la recolección y distribución de envases), dependencias estructurales para el almacenamiento o lavado de envases, marketing, etc.

**Principales actores de un sistema de envases retornables:**

- Prestador de servicio de envases reutilizable: quien provee el servicio de envases reutilizables y pone a disposición los envases a circular.
- Locales de comida: quien oferta sus productos en envases reutilizables. Es cliente del prestador de servicio de envases reutilizables.
- Usuario/a: quien hace uso del envase. Es cliente de los locales de comida.

**Factores clave para generar un sistema exitoso:** de manera general, se requiere de procesos sencillos, una comunicación clara e incentivos para todos los agentes de la cadena de valor. Los factores clave a considerar para definir un sistema de envases reutilizables son:

- Diseño y materialidad de los envases.
- Propiedad del envase: el envase puede ser propiedad del prestador de servicios de envase reutilizable, de los locales de comida o de los usuarios.
- La logística: serie de nuevos procesos de logística inversa, desde la recuperación de los envases tras su uso hasta su limpieza y lavado, así como su redistribución para su reutilización.
- Incentivos de devolución: la finalidad es mantener circulando los envases, y para propiciar esto, se pueden obtener altas tasas de devolución de envases reutilizables mediante un depósito o recompensa, que haga atractivo el cierre de ciclo.
- Rol de los usuarios: identifica el papel que debe desempeñar un usuario en el sistema, como rellenar el envase o devolverlo a los puntos de entrega, y cómo este se ingresa al sistema.

La determinación de los factores listados influirá en los costes de inversión y funcionamiento, que determinarán en última instancia el modelo de negocio de un sistema de reutilización y el alcance de su éxito. Por lo tanto, es fundamental revisar más en detalle cada uno de ellos.

**Diseño de envase:** el envase debe estar diseñado para la reutilización en el marco de los reglamentos sanitarios para la conservación de alimentos. Además, éste debe garantizar una experiencia de usuario de alta calidad para fidelizarlo con el sistema.

- La durabilidad es un factor fundamental, cuanto mayor sea el número de usos, menores serán los costes y el impacto medioambiental de la producción del envase.
- Los principales criterios son: a prueba de fugas para facilitar el transporte, formato y tamaños estandarizados, fácilmente lavables y apilables, resistentes al calor, idealmente tener una tapa estandarizada y ser firmes.
- La normalización de los envases implica simplificar los sistemas. Además, puede llegar a fomentar una penetración más rápida en el mercado, lo que se traduce en un menor riesgo para las empresas.
- Deben cumplir con la legislación atingente, tanto nacional a través del DS N°594/99 (Reglamento sanitario de los alimentos) e internacional como el HACCP (Sistema de Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control), con el fin de garantizar la inocuidad de los alimentos y, por otro lado, gestionar una correcta manipulación y el almacenamiento de envases. De manera general, deben estar fabricados con materiales que se haya demostrado que no filtran sustancias químicas a los alimentos.
- El número de usos antes de que el consumidor rechace un envase por apariencia debe ser siempre superior al número de usos del punto de equilibrio para que el sistema sea viable.

### **Propiedad de los envases**

- El modelo más eficaz es aquel en el que un proveedor de servicios externo se encarga de gestionar y operar un sistema de envases reutilizables en una red de locales de comida.
- En este escenario, los envases son propiedad del proveedor de reutilización como servicio, y no de los locales o usuarios.

### **Sistema de devolución:**

- Una mayor tasa de devolución implica minimizar al máximo posible los impactos ambientales. Los sistemas deben garantizar que los envases se devuelven correctamente, y que los usuarios tengan incentivos para hacerlo.
- La mayoría de los sistemas incluyen un depósito o recompensa para garantizar que los usuarios devuelvan el envase. Se ha demostrado que los sistemas con depósito no son un obstáculo, sin embargo, los sistemas sin depósito inicial han tenido una mejor adherencia.
- Se debe disponer de un sistema de gestión de depósitos fácil de usar, como una tarjeta y/o una aplicación que pueda almacenar y gestionar los datos de inventario.
- Otra forma de fomentar la participación de los usuarios es ofrecer descuentos en futuras compras, como por ejemplo descuentos o puntos.
- Debe disponerse de una densa red local de puntos de devolución accesibles, para que a los usuarios les resulte más fácil devolver los envases. Las máquinas automáticas de devolución o las máquinas de venta inversa pueden mejorar la facilidad de uso del sistema

### **Logística:**

- El servicio de renta de envases es una servitización digital, el cual requiere del uso de tecnología avanzada e innovación. Un ecosistema funcional basado en el Internet de las cosas (IoT), que vincule los envases reutilizables con los teléfonos móviles, mediante el desarrollo de una aplicación móvil, ha demostrado efectividad.
- La trazabilidad es un componente importante de estos sistemas, ya que un stock de envases limpios es crucial para su éxito. Existen variadas opciones de tecnología de seguimiento de activos, como etiquetas RFID en el interior de los envases, o códigos de barras, que permite rastrear la ubicación y, lo que es más importante, mostrar con qué frecuencia de reutilización.
- El código QR es una tecnología barata y fácil de interconectar sólo con la cámara del celular.

- También es común utilizar aplicaciones móviles y/o páginas web (propiedad del proveedor de servicios) para mostrar la red de comercios asociados y los puntos de devolución.

**Lavado:**

- Se debe garantizar que los procesos cumplen las normativas alimentarias de salud y seguridad, como los programas HACCP (Análisis de peligros y puntos críticos de control) y BPM (Buenas Prácticas de Manufactura).
- El lavado de los envases puede ser responsabilidad de los locales de comida, en sus propias instalaciones, o pueden ser responsabilidad del proveedor de servicios, quien se encarga de recoger los envases sucios, higienizarlos y reponerlos.
- Los envases usados deben recogerse para su lavado lo antes posible para evitar la formación de moho, no ocupar demasiado espacio valioso en el interior de las empresas y mantener bajos los volúmenes en bodega.
- La distancia recorrida para recoger y limpiar los envases debe reducirse al mínimo mediante sistemas logísticos y una planificación inteligente. El impacto medioambiental puede reducirse si se utiliza energía limpia en los vehículos.
- Para el lavado y sanitización de los envases del presente proyecto se considera lavado en lavavajilla, utilizando como flujo de entrada agua, detergente y electricidad, y como salida se generan Riles correspondiente a una mezcla de agua, detergente y residuos orgánicos. Posteriormente se realiza una sanitización con radiación UV, para lo cual se requiere de energía eléctrica (los balances de materia y de energía de esta fase se encuentran en Anexo H). Este proceso se lleva a cabo en las dependencias del proveedor de servicios de renta de envases ubicado en el Cerro Los Placeres. Por cada ciclo de lavado se considera la recogida y reposición de los envases, considerando una distancia de referencia entre los locales y el centro de lavado.

Como resumen, los conceptos recién planteados se consideran como los elementos básicos al establecer una propuesta de servicio a desarrollar en este estudio. Ahora bien, las opciones y sus posibles combinaciones son múltiples, por lo que, complementariamente se realiza un estudio de casos de éxito, que tiene como finalidad estudiar los modelos que ya han tenido éxito, y seleccionar un modelo para analizar la factibilidad de adoptarlo en el contexto de este proyecto.

En la identificación de casos de éxito de envases reutilizables se analizan las siguientes empresas/organizaciones/servicios:

Internacionales:

- Vytal - Alemania
- Loop – Burger King – Reino Unido
- ReusaBowl – Nueva Zelanda
- Bumerang - España
- ReCIRCLE - Francia

Nacionales

- Retorna: TriCiclos – UberEats
- Con Devuelta

Ya definido los parámetros clave de la presente investigación, se procede a delimitar la dimensión normativa, en donde la Ley 21.368 que regula los plásticos de un solo uso toma el rol principal.

## **2.2 Normativa atingente: Ley 21.368**

La Ley Número 21.368 que “Regula la entrega de plásticos de un solo uso y las botellas plásticas, y modifica los cuerpos legales que indica”, desde ahora nombrada la Ley o Ley 21.368, fue promulgada y publicada en agosto de 2021.

Esta Ley se considera como una medida de acción de parte de la Administración Nacional dentro de la categoría de “Acciones de castigo”, definida como aquellas que “penalizan a aquellos ciudadanos o industrias que no respeten al medio ambiente” (Campus, y otros, 2002) con la finalidad de promocionar el desarrollo de la economía de forma sostenible.

A continuación, se destacan los puntos esenciales de la Ley en marco de la presente investigación:

### Objeto

“Proteger el medio ambiente y disminuir la generación de residuos, mediante la limitación en la entrega de productos de un solo uso en establecimientos de expendio de alimentos, el fomento a la reutilización y la certificación de los plásticos de un solo uso, y la regulación de las botellas plásticas desechables” (artículo 1°).

### Productos regulados

Aquellos productos denominados de un solo uso, estos son:

“Vasos, tazas, tazones, cubiertos (tenedor, cuchara y cuchillo), palillos, pocillos, mezcladores, bombillas, platos, copas, cajas o envases de comida preparada, bandejas, sachet, individuales y tapas que no sean de botellas, en tanto no sean reutilizables” (artículo 2° letra 1).

### Establecimientos regulados

- i. Establecimiento de expendio de alimentos. Estos serán el foco de esta investigación.
- ii. Comercializador de bebestibles, que se encuentran fuera de los límites de esta investigación.

### Limitaciones a la entrega de productos de un solo uso

La Ley establece la siguiente regulación a destacar (acorde a los límites del presente proyecto):

Para consumo fuera del establecimiento, “estará permitida la entrega de productos desechables de materiales valorizables distintos del plástico, o plástico certificado”. Y “los productos de un solo uso distintos de los envases de comida preparada deberán ser entregados únicamente cuando el consumidor expresamente los solicite.” Finalmente, “las bombillas, los revolvedores, cubiertos (tenedor, cuchara y cuchillo) y palillos, todos de plásticos de un solo uso, se encontrarán prohibidos.” (artículo 4°).

### Vigencia

La Ley entra en vigor acorde al principio de gradualidad. Las primeras regulaciones comenzaron a regir 6 meses posterior a la publicación en el Diario Oficial (febrero de 2022) y luego de 3 años se exige el cumplimiento de la totalidad de las regulaciones.

Además, en la Ley se definen los “plásticos certificados”, que corresponden a ser “plástico compuesto total o parcialmente por materias producidas a partir de recursos renovables, diseñado para ser compostado a nivel domiciliario o industrial”.

Se utilizan las definiciones expuestas en la presente Ley, tales como locales de expendio de alimentos, plásticos certificados, comida preparada, entre otros, como base para la presente investigación.

## 2.3 Sector de estudio

Se considera el Cerro Los Placeres de la Ciudad de Valparaíso como lugar de estudio, esperando que, los resultados de la investigación sean replicables a nivel nacional. A continuación, se detallan las características del sector geográfico seleccionado.

### 2.4.1 Ciudad de Valparaíso

La Ciudad de Valparaíso, ubicada en la región de Valparaíso es considerada, junto a las regiones Metropolitana y Los Lagos, una de las regiones con mayor cantidad de ofertas de servicios turísticos, en donde los locales de expendio de alimentos entran en esta categoría se servicios denominados específicamente como “Restaurantes y similares”. Esta categoría presenta un gran número de oferta a nivel nacional, solo siendo superada por los alojamientos turísticos (Figura 6).

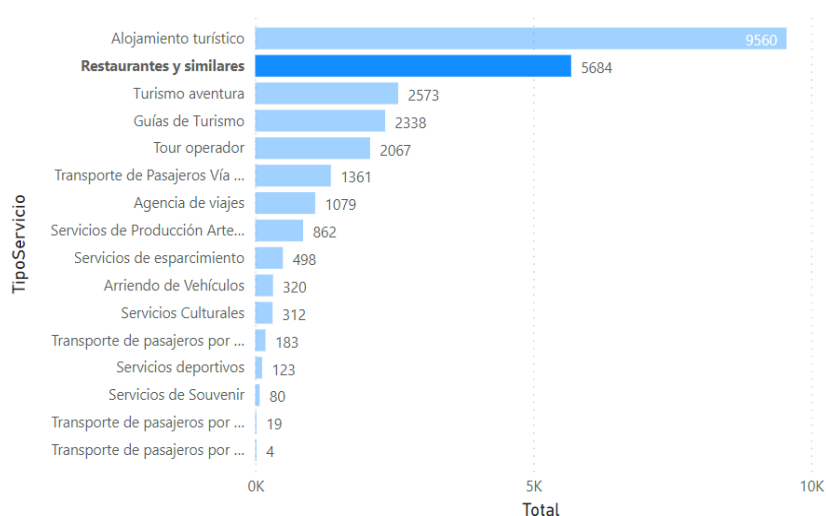


Figura 6. Gráfico de barras. Oferta por tipo de servicio a nivel nacional.

Fuente: (Servicio Nacional de Turismo, 2021)

La cantidad de “Restaurantes y similares” de la región de Valparaíso se ha visto al alza. Al año 2014 el número de era de 52 establecimientos, al año 2016 se incrementó a 517 establecimientos (Subsecretaría de Turismo, 2018). Ya al año 2021 la cantidad de establecimientos según el último registro es de 641 establecimientos. Se constató un incremento exponencial entre los años 2014 y 2016. Posterior a dicho periodo, los locales de comida se mantienen relativamente constantes.

El presente proyecto se enmarca bajo las estrategias clave estipuladas por el Servicio Nacional de Turismo, el cual busca impulsar el desarrollo sustentable de la actividad turística, ya que los locales de expendio de alimentos entran dentro de la categoría de Servicios de Turismo. Además, se tiene en consideración que los establecimientos sujetos a estudio corresponden principalmente (95%) a PYMES (SERNATUR, 2020).

#### 2.4.2 Cerro Los Placeres

La investigación se centra en el Cerro “Los Placeres”, la Figura 7 muestra su delimitación sobre la fotografía aérea obtenida de *Google Earth*. Según el último censo el macro sector de Placeres-Barón tiene una población de 27.862 habitantes, el sector Placeres-Esperanza de 18.450 habitantes y Placeres Alto de 19.036 habitantes (Poduje, Ruiz, Iribarne, & Vergara, 2018).



Figura 7. “Cerro Placeres”. Fuente: (Poduje, Ruiz, Iribarne, & Vergara, 2018).

### 2.4 Desarrollo Sostenible y Ecodiseño

Esta investigación utiliza la Metodología de Ecodiseño CL como la herramienta principal a desarrollar. El ecodiseño se postula como una de las prácticas de ingeniería de producto fundamentales para contribuir al desarrollo sostenible, por lo que antes de hablar de Ecodiseño es fundamental comprender a que nos referimos con este concepto.

#### 2.5.1 Desarrollo Sostenible

Se define como desarrollo sostenible “aquel que satisface las necesidades actuales sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades” (Comisión Brundtland, 1987). Esto implica adoptar una actitud responsable en las acciones considerando las interrelaciones entre todos los agentes implicados en la sociedad: la ciudadanía, la Administración, la industria y la naturaleza.

Dos de los principales problemas que afectan el medio ambiente y limitan las posibilidades de un desarrollo sostenible tienen que ver con la creciente demanda de recursos naturales destinados a mantener el estilo de vida actual de la población mundial y con la capacidad del planeta para asimilar los desechos que esta demanda genera.

Por lo tanto, es necesario aunar esfuerzos hacia nuevos modelos en donde se reduzca el uso de materia y energía mediante la eficiencia de los procesos de obtención de productos, utilización de ellos y su gestión final (Adán, 2014). Así es como surge la “Ecología Industrial” y la “Economía Circular” descritas a continuación.



Figura 8. Las relaciones entre los agentes implicados en el Desarrollo Sostenible. Fuente: (Campus, y otros, 2002).

### 2.5.2 Ecología Industrial

El modelo de actividad productivo de ecología industrial es considerado como la principal consecución del desarrollo sostenible, y se define como “una estructura económica y física y una actitud de los agentes implicados en la sociedad industrial tal que se consigue el equilibrio sostenido de la biosfera” (Campus, y otros, 2002), es decir, la búsqueda del equilibrio entre los sistemas industriales y los sistemas naturales. Ahora bien, la economía circular es un modelo económico que busca avanzar hacia este equilibrio.

### 2.5.3 Economía Circular

El modelo económico circular es la contra respuesta a los tradicionales modelos económicos lineales los cuáles se fundamentan en "extraer, producir, usar y desperdiciar". La Economía Circular busca lo opuesto, es decir, mantener circulando los materiales, desacoplando la actividad económica con el consumo de recursos naturales.

La economía circular es un sistema industrial restaurador o regenerativo por intención y por diseño. Se basa en tres principios: eliminar el concepto de residuo y la contaminación desde el diseño, mantener productos y materiales en uso, y regenerar los sistemas naturales (Ellen MacArthur Foundation, 2013).

Así es como uno de los objetivos principales de la economía circular es preservar el valor de los materiales y productos durante el mayor tiempo posible, evitando enviar de regreso a la naturaleza la mayor cantidad de desechos que sea posible y logrando que estos se reintegren a la cadena de valor (CEPAL, 2021).

Ahora bien, para aplicar la economía circular existen distintos métodos y herramientas dependiendo de la naturaleza del proyecto y de sus objetivos. El Ecodiseño es una de las herramientas ampliamente aceptada y utilizada en la actualidad.

### 2.5.4 Ecodiseño

Se pueden encontrar muchas definiciones de Ecodiseño, pero todas concuerdan con que esta metodología se fundamenta en integrar los aspectos ambientales desde la fase de diseño de un producto o servicio, contemplando mejoras a lo largo de todo el ciclo de vida (Gobierno Vasco, 2000). Esto significa que se tiene en consideración al medio ambiente a la hora de tomar

decisiones durante el proceso de desarrollo de productos y servicios, como un factor adicional (igual o más relevante) a los que tradicionalmente se han tenido en consideración.

Su principal objetivo es obtener una mejora general de la ecoeficiencia y la calidad del producto, reduciendo el impacto ambiental a lo largo de todo su ciclo de vida, generalmente en más de una categoría de impacto (Campus, y otros, 2002). Es considerada como una herramienta preventiva, ya que aborda los problemas antes que se generen, evitando así los posibles impactos ambientales.

Tener un enfoque de ciclo de vida es fundamental, esto se logra a través de la consideración conjunta y priorización de requerimientos medioambientales, funcionales, de costes, culturales, legales y técnicos, dentro del sistema producto.

### 2.5.5 Metodología de ecodiseño CL

Para cumplir con los objetivos de Ecodiseño, se debe realizar un proceso sistemático, siguiendo una metodología que oriente el procedimiento a realizar y que incorpore una serie de herramientas y estrategias que entreguen indicadores clave para la toma de decisiones.

Hay un amplio abanico de herramientas cuantitativas y cualitativas disponibles a utilizar durante el proceso de Ecodiseño, tales como: ACV (Análisis de Ciclo de Vida), indicador IMPS (Intensidad de Material por Unidad de Servicio), el CED (Cumulative Energy Demand), Eco-indicadores, Matriz MET (consumo de materiales, Utilización de energía y emisiones tóxicas), entre otras.

La Metodología de Ecodiseño incorpora un conjunto de herramientas para realizar un análisis ambiental y de diseño, siendo el análisis ambiental el que cobra principal importancia, haciendo énfasis en herramientas cuantitativas para la medición de impactos. La herramienta más utilizada es el Análisis de Ciclo de Vida (ACV), y tiene como objetivos principales:

- Obtener una visión general de los principales impactos a lo largo de todo el ciclo de vida.
- Identificar los aspectos y las prioridades que haya que abordar en el proceso de diseño.

Distintas organizaciones y autores han utilizado variadas metodologías de Ecodiseño para llevar a cabo los proyectos. Todos los métodos para ecodiseñar productos o servicios se basan en las siguientes etapas generales (Adán, 2014):

- i. Preparación del proyecto
- ii. Información ambiental
- iii. Ideas de mejora
- iv. Desarrollo de conceptos
- v. Producto en detalle
- vi. Plan de acción
- vii. Evaluación

La presente investigación utiliza como base la **Metodología de Ecodiseño CL**, debido a que se fundamenta en los estándares internacionales: ISO 14001 sobre Sistemas de gestión ambiental, ISO 14006 sobre Ecodiseño e ISO 14040/44 sobre Análisis de Ciclo de Vida.

Además, esta metodología incorpora una amplia variedad de herramientas cualitativas y cuantitativas en una consecución de pasos ordenados estratégicamente para el desarrollo de proyectos de innovación y sostenibilidad.

No hay una única manera de abordar el proceso creativo, pero si existen metodologías que guían este proceso. Una de estas metodologías que mejor acople tiene con la Metodología de Ecodiseño es el “*Design Thinking*” ya que presenta una visión sistémica, dinámica e iterativa.

#### 2.5.6 Design Thinking

El “*Design Thinking*” o “Pensamiento de Diseño” en español, es un enfoque metodológico que toma como contexto la globalización, el avance tecnológico y la capacidad de innovación constante (Latorre-Coscolluela, Vázquez Toledo, Rodríguez Martínez, & Liesa Orús, 2020). Esta técnica se concibe como una modalidad de pensamiento que, a través del conocimiento y entendimiento de las circunstancias, se resuelven problemas complejos a través de soluciones innovadoras en constante iteración, con la capacidad racional de contrastar las soluciones con la realidad próxima. Se requiere además de equipos multidisciplinares para su ejecución.

La metodología tiene 5 pasos fundamentales: (i) Empatizar, (ii) Definir, (iii) Idear (iv) Prototipar y (v) Evaluar.

Por las características recién mencionadas, es que es una metodología calificada como adecuada de usar para aplicar el Ecodiseño, ya que se centra en la innovación y pensamiento sistémico.

Ahora bien, ya se ha contextualizado los fundamentos teóricos y enfoques metodológicos que se usan como marco de referencia para esta investigación, en el siguiente capítulo se procede a detallar la metodología con sus respectivas herramientas a utilizar, correspondiente a la Metodología de Ecodiseño en el marco del pensamiento de diseño y el pensamiento sistémico.

## CAPÍTULO 3

# METODOLOGÍA

### Introducción

Como ya se mencionó, la presente investigación utiliza como base la Metodología de Ecodiseño CL para comprender qué sistema de envases es ambiental, económica y socialmente rentable para la entrega de comida preparada de los locales de Cerro Los Placeres, Valparaíso en 2022.

La metodología comprende cuatro grandes pasos:

- i. Toma de decisiones estratégicas (definir el objetivo del proyecto)
- ii. Realizar un análisis inicial (ambiental y de diseño/contexto)
- iii. Proceso de innovación
- iv. Aplicación de soluciones

### 3.1 Metodología de Ecodiseño

A continuación, se entrega un resumen de cada fase de la Metodología Ecodiseño CL mostrada de manera simplificada en la Figura 9 y con mayor detalle de los pasos en la Figura 10.

En algunas secciones se definen “Herramientas” como todo aquel instrumento a desarrollar que sirve de ayuda para la toma de decisiones, tales como mapas, formularios, software, entre otros. También encontraremos los “Recursos” que son medios para obtener información para construir las herramientas, tales como entrevistas, encuestas, base de datos, etc.



Figura 9. Pasos Metodología Ecodiseño CL simplificado.  
Fuente: Ecodiseño.cl Ltda.

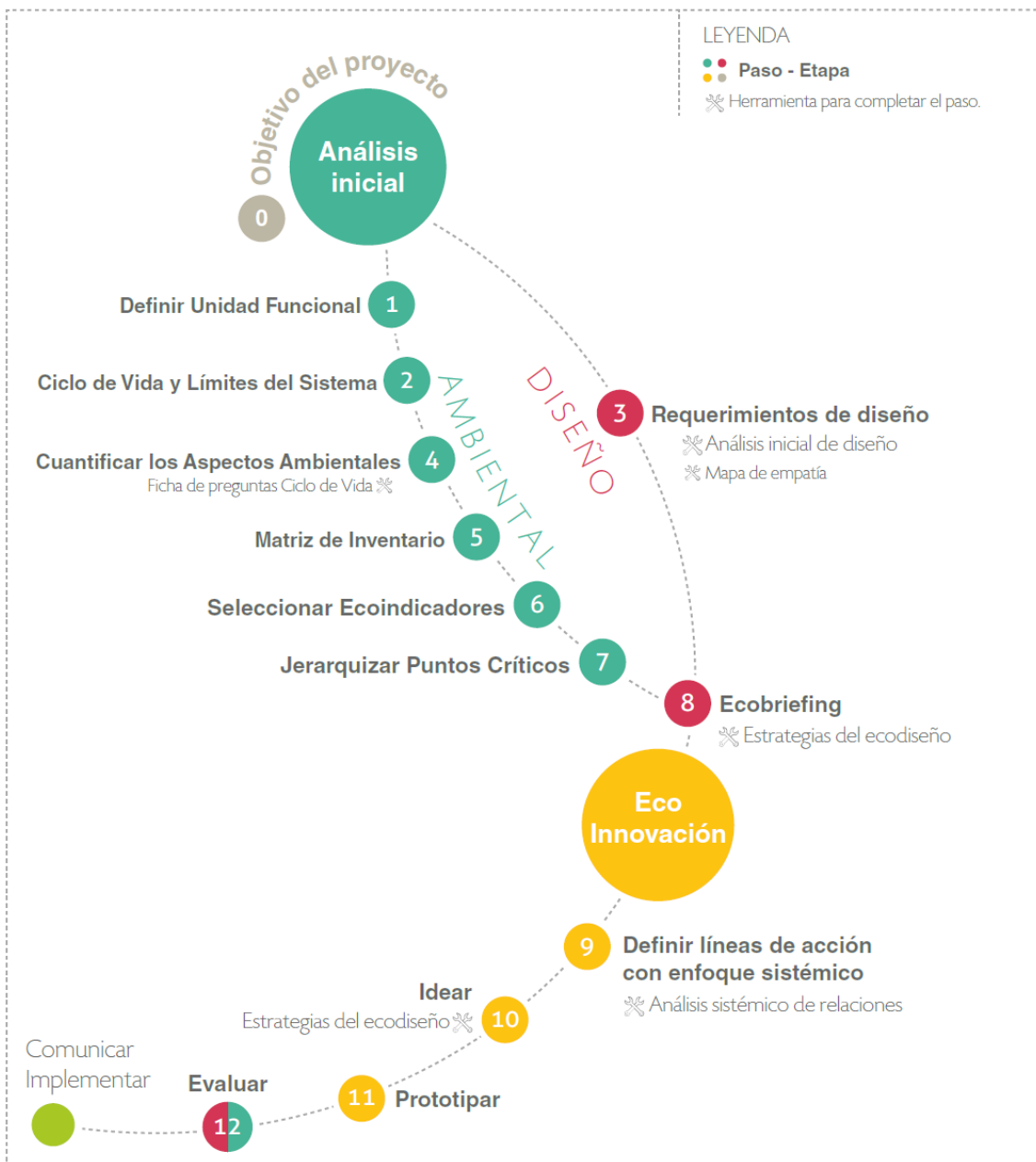


Figura 10. Pasos Metodología Ecodiseño CL detallado.

Fuente: Ecodiseño.cl Ltda.

### 3.2 Objetivo del proyecto

El objetivo de un proyecto de Ecodiseño depende del contexto en el cual está inserto el proyecto, su principal énfasis está en crear sistemas más ecoeficientes utilizando la innovación como motor principal. En esta fase se recomienda analizar los intereses internos de la empresa, del mercado y del entorno (tales como, aspectos normativos, legislativos, competencia, etc.).

En esta fase se debe definir: (i) Objetivo del proyecto (ii) Producto a ecodiseñar, (iii) Equipo de trabajo y (iv) Mapa de contexto.

En resumen, el objetivo del proyecto de Ecodiseño se enmarca en el objetivo general y los objetivos específicos del presente informe definidos en la sección 1.3 *Objetivos*. El producto a ecodiseñar corresponde al sistema de envases de entrega de comida preparada, que será detallado con mayor profundidad más adelante en 3.3.2.1 *Unidad funcional y flujo de referencia*.

Un proyecto de Ecodiseño se inicia con un Análisis Ambiental y de manera paralela y complementaria, se realiza un análisis de diseño y contexto.

### 3.3 Análisis Ambiental

El análisis ambiental se hace mediante un Análisis de Ciclo de Vida (ACV) completo o simplificado (tipo SCAN), utilizando las herramientas y bases de datos a convenir, que tiene como objetivo cuantificar los impactos ambientales del sistema producto a ecodiseñar. Para esta tesis se utiliza la herramienta computacional Open LCA, de acuerdo con las directrices de la ISO 14040/14044 (Figura 11). De manera general, se contempla 4 etapas:

- i. Objetivos y alcance de estudio
- ii. Análisis de inventario
- iii. Evaluación de impacto
- iv. Interpretación

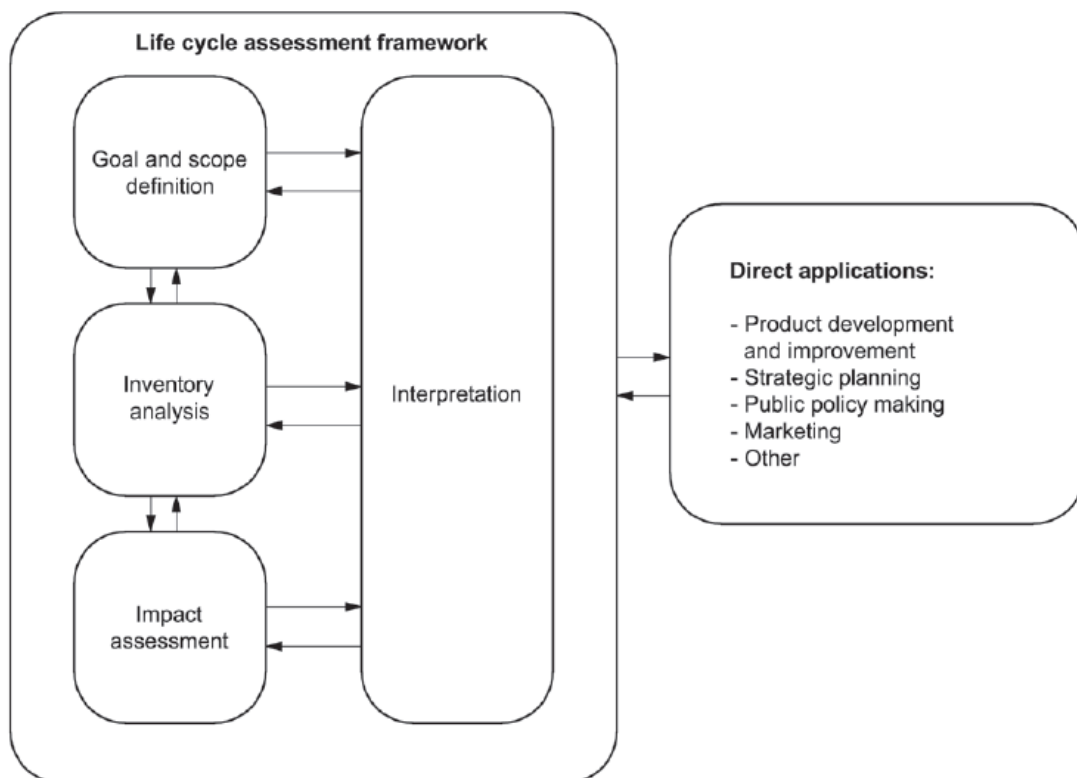


Figura 11. Fases de un ACV. Fuente: ISO 14040

#### 3.3.1 Objetivos de estudio

El objetivo de este estudio es comparar los perfiles ambientales del ciclo de vida completo de los envases de un solo uso establecidos más adelante en la sección 3.3.2.1 con la finalidad de conocer el escenario actual de los envases utilizados para la entrega de comida preparada en el área de estudio.

Este objetivo se contiene dentro del objetivo general del presente proyecto de título, y se relaciona directamente con el primer objetivo específico, presentados anteriormente en la sección 1.3.

Aplicación. Los resultados permitirán conocer el ciclo de vida y los impactos ambientales asociados a los envases de un solo uso más utilizados en la actualidad, para así, acorde a la Metodología de Ecodiseño, proponer un sistema con mejor rendimiento ambiental.

### 3.3.2 Alcance

A continuación, se procede a estipular el alcance del estudio, definiendo la unidad funcional, los límites y descripción del sistema de producto, criterios y supuestos generales del ACV.

#### 3.3.2.1 Unidad funcional y flujo de referencia

La unidad funcional es el desempeño cuantificado del sistema producto para su utilización como unidad de referencia. Debe identificar la función principal del producto o servicio y la unidad con que dicha función se puede cuantificar. Según la norma ISO 14040 un “producto” se pueden categorizar en: servicios, software, hardware y materiales procesados. La unidad funcional en este estudio corresponde a ser un producto que cumple una función, el cual tiene elementos tangibles (envase) e intangibles (transporte de comida preparada).

**Para este estudio, la unidad funcional es:**

*Envase de un solo uso para el transporte de una porción de comida preparada, en un envase de alrededor 500 a 750 ml de capacidad, desde el local de comida hasta el lugar de consumo garantizando mantener la calidad e inocuidad de los alimentos.*

Al plantear la unidad funcional se tienen las siguientes consideraciones:

- Los envases a evaluar son aquellos que más se utilizan en los locales de Cerro Los Placeres: Cartón Kraft, aluminio y Tereftalato de polietileno (PET)
- En la evaluación se incorpora los envases a base de caña de azúcar (compostables) como representante de los “plásticos certificados” promovidos por la Ley 21.368. Su selección se realiza acorde a los resultados de entrevistas realizadas a los principales proveedores de envases de la zona de estudio.
- En concreto, se analizan 4 sistemas de producto, en donde cada uno de los distintos tipos de envases se asocia a un sistema de producto diferente. Las especificaciones técnicas de cada categoría de envase se resumen en la Tabla 2, Tabla 3, Tabla 4 y Tabla 5, estos datos fueron obtenidos a partir de las fichas técnicas de los proveedores.
- El volumen de los envases es relativo a cada tipo de envase. A pesar de que el volumen no es el mismo para los 4 envases a evaluar, todos ellos cumplen la función establecida en la unidad funcional.

Estas consideraciones hacen que el estudio se delimite a una función específica a pesar de las diferencias en las características técnicas que posee cada tipo de envase (con respecto al material, volumen, peso, densidad, rigidez, entre otros).

Finalmente, los flujos de referencia se determinan acorde a la unidad funcional, resultando un flujo de referencia para cada tipo de envase. Para efectos prácticos, el flujo de referencia de cada sistema de productos corresponde a todo el ciclo de vida de un envase de un solo uso. Las características de cada envase se encuentran en las tablas a continuación.

Tabla 1. Especificaciones de envase de cartón Kraft (A).


A.		<b>Parámetro</b>	<b>Dimensión</b>
		Material	Kraft 300 g/cm <sup>2</sup> + PE 18 μ
		Material tapa	PET
		Dimensiones	6,5cm x 6,0cm
		Capacidad	750 cc
		Masa	Envase: 18 g Tapa: 6 g

Tabla 2. Especificaciones de envase de aluminio (B).


B.		<b>Parámetro</b>	<b>Dimensión</b>
		Material envase	Aluminio
		Material tapa	Aluminio 7μ+ PE 18μ+ Cartulina 200 gr/m <sup>2</sup>
		Dimensiones	3,5 cm x 10 cm x 4,2 cm (LxAxH)
		Capacidad	490 cc
		Masa	Envase: 5,8 g Tapa: 3,8 g

Tabla 3. Especificaciones de envase de plástico (C).



C.		<b>Parámetro</b>	<b>Dimensión</b>
		Material envase	PET 1,35 gr/cm <sup>3</sup>
		Material tapa	PET 1,35 gr/cm <sup>3</sup>
		Dimensiones	10 cm x 22 cm x 5cm (AxLxH)
		Capacidad	500cc
		Masa	21,5 g

Tabla 4. Especificaciones de envase de caña de azúcar (D).

D.		<b>Parámetro</b>	<b>Dimensión</b>
		Material envase	Pulpa de caña de azúcar
		Material tapa	Pulpa de caña de azúcar
		Dimensiones	24cm x 16 cm x 5,8cm
		Capacidad	600cc
		Masa	32,5 g

### 3.3.2.2 Diagrama de proceso y límites del sistema

El diagrama del proceso indica las operaciones unitarias del ciclo de vida a considerar en el estudio, evidenciando los límites del sistema.

El ciclo de vida comienza con la obtención de la materia prima, continuando con la producción de los envases, la distribución (hasta los locales de comida preparada), el uso y fin de vida. En la

Figura 12 se muestra un diagrama general y simplificado para las 4 categorías de envases analizados.

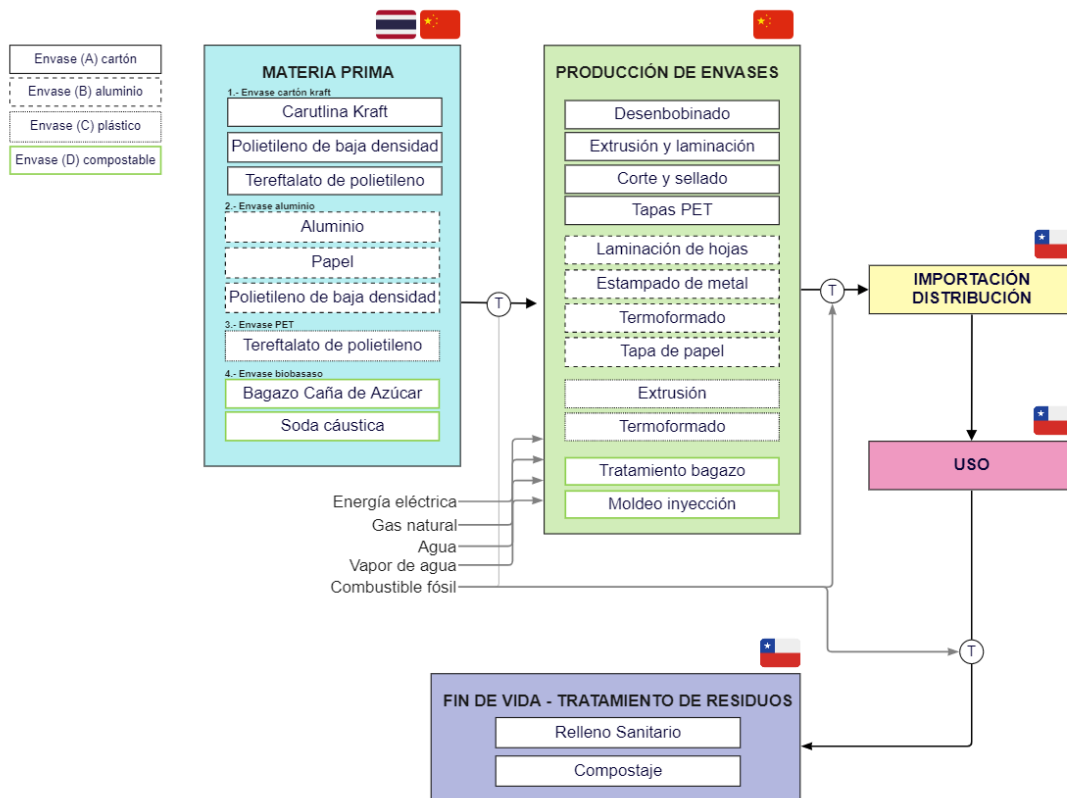


Figura 12. Diagrama de proceso simplificado.

En la **materia prima** se considera la producción y obtención de la materia prima requerida para la fabricación de los envases. La materia prima corresponde a ser los materiales que componen cada envase además de otros flujos de entrada tales como, agua, vapor, suministro de aire y gas natural (correspondientes a insumos energéticos y auxiliares), además del transporte de la materia prima hasta el lugar de producción.

La **producción** consiste en una serie de subetapas que contempla la transformación de la materia prima en el producto final correspondiente a los envases de un solo uso de cada categoría correspondiente.

La **distribución** corresponde al transporte de los envases desde la planta de producción hasta los locales de comida en Cerro Placeres. Esto considera desde el proceso de exportación/importación de los productos, y la logística de distribución a través de los proveedores en Chile, hasta los distintos locales de comida en Placeres.

El **uso** contempla la fase de utilización de los envases por parte de los consumidores de comida preparada (llámese también clientes). Al tratarse de un producto de un solo uso sin requerimientos de recursos externos para su utilización, es que esta fase no considera ingreso de flujos energéticos o de materiales por lo que su aporte en el inventario es nulo. A pesar de lo anterior, se considera en el diagrama de flujo para esquematizar mejor el ciclo de vida completo de los envases.

El diagrama finaliza con el **fin de vida** de los envases que, si bien existen variadas rutas de fin de vida, tales como el reciclaje, co-procesamiento, compostaje, recuperación energética, entre otros, para asuntos de esta investigación, al tratarse de envases de un solo uso de difícil valorización se

considera que los envases de cartón, aluminio y plástico finalizado su vida útil va a relleno sanitario. En cambio, para los envases compostables, se asume que efectivamente son compostados a nivel domiciliario.

El detalle del ciclo de vida de cada categoría de envase se detalla más adelante en la sección 3.3.3 *Datos del Inventario de ciclo de vida (LCI) y Anexo A: Inventario de Ciclo de Vida.*

### 3.3.2.3 Procesos y flujos excluidos de los límites del sistema

Se considera todo el ciclo de vida de los productos, sin embargo, los siguientes elementos han sido excluidos del sistema:

- Los co-productos (por ejemplo, del petróleo refinado, producción de pellet, del bagazo de la caña de azúcar, de la pulpa de celulosa, entre otros) no son considerados dentro de la investigación.
- No se ha contemplado el embalaje de exportación de los envases, por falta de información y por no ser un factor diferencial entre los distintos tipos de envases analizados.
- Otro tipo de embalaje adicional durante el uso también ha sido excluido. Cuando se pide comida para llevar, es muy común que se utilicen envases adicionales, por ejemplo, bolsas de plástico o papel.
- Al tratarse de envases de un solo uso sin requerimientos energéticos o de materia, es que no hay carga medioambiental de por medio relacionada al uso de envases.
- No se considera el transporte de los clientes y trabajadores.
- Se ha excluido la fabricación, mantenimiento y desmantelamiento de equipos utilizados en los procesos productivos, y los requerimientos básicos de personal tales como consumo de agua, electricidad, calefacción y transporte.
- Se ha excluido el ciclo de vida de la comida preparada contenida por los envases.

Para el desarrollo del proyecto, toda la información disponible ha sido utilizada. Ante la falta de datos, se han utilizado los supuestos para completar la información.

### 3.3.2.4 Supuestos generales

Para el desarrollo del inventario se han tenido los siguientes supuestos y consideraciones:

- La materia prima utilizada es 100% virgen.
- En la adquisición de materia prima se contempla a los proveedores más representativos a nivel global, acorde al lugar de producción de los envases.
- Se ha considerado un porcentaje de descarte global para todos los procesos del 5,5% (acorde a la literatura), exceptuando el descarte del proceso de estampado automático de los envases de aluminio, considerando un valor del 20% (acorde a la opinión de expertos).
- El descarte es considerado como residuo industrial con su respectiva gestión.
- Se considera una eficiencia de los equipos de un 75% (Loaiza Rojas, 2013).
- No se consideran pérdidas de productos durante la distribución.
- Para aquellos envases producidos en China (Categoría A, B y D) se considera como referencia la misma fábrica de producción de envases (Shanghái Custom Packaging Co.)
- Para la importación de envases o materia prima se considera como puerto de origen en China el Puerto de Shanghai (Wusongkou International Cruise Port, Baoshan, China) y como puerto de destino el Puerto de San Antonio (Puerto Central S.A. San Antonio Terminal Internacional S.A., Valparaíso, Chile)

- Para la distancia de transporte de los envases se ha considerado como referencia el proveedor popular de envases de Valparaíso y una distancia promedio al Cerro Los Placeres.
- El 100% de los envases de cartón Kraft, aluminio y plástico terminan en relleno sanitario.
- Para las distancias de transporte se consideraron un promedio de las rutas de los camiones recolectores de basura desde el Cerro Los Placeres hasta el relleno sanitario “El Molle”.
- El 100% de los envases compostables son compostados a nivel domiciliario. Por ende, no hay transporte contemplado en su fin de vida.

### 3.3.3 Datos del Inventario de ciclo de vida (LCI)

Los datos requeridos para el ACV corresponden a la materia prima, la energía consumida, recursos auxiliares, distancias de transporte y los residuos generados durante cada etapa del ciclo de vida de cada categoría de envase. Para la construcción del inventario, este estudio se basa en:

- i. Fuente de información primaria: por medio de entrevistas con proveedores de envases, empleados de los locales de comida, organismos públicos y encuestas a clientes.
- ii. Fuente de información secundaria: datos genéricos o teóricos disponibles en bases de datos (BBDD) de inventarios del ciclo de vida de libre acceso.

Para la fabricación del inventario de cada categoría de envase de un solo uso se considera la información detallada a continuación:

#### 3.3.3.1 Datos de inventario de Envase (A) Cartón Kraft

El envase de cartón Kraft se compone por un cuerpo de cartulina Kraft recubierto con una fina capa de polietileno de baja densidad (PEBD), con la finalidad de adquirir propiedades de barrera hacia los líquidos y permitir la fabricación del envase al unir los bordes mediante uniones térmicas. Además del cuerpo, se compone de una tapa de tereftalato de polietileno (PET).

Materia prima y producción. Para el cuerpo del envase se tiene como flujo de entrada cartón Kraft y polietileno de baja densidad, para formar bobinas/láminas de cartón Kraft con la lámina de PE mediante laminación por extrusión en una máquina automática conformadora de envases. Por otro lado, la tapa se fabrica a partir de gránulos de PET a partir de los procesos de extrusión y termoformado. Se asume que tanto la materia prima como los envases son fabricados en China. Se requiere de energía eléctrica para operar los equipos, agua de proceso y suministro de aire.

Importación y distribución. Los envases son transportados desde la fábrica al puerto de Shanghái, puerto con mayor actividad comercial de China (Juárez, 2022) (Licon, Reyes López, & Celaya Figueroa, 2015). Posteriormente éstos son transportados hasta el puerto de San Antonio en Chile en contenedor vía marítima. Desde el puerto de San Antonio se distribuye a los locales de venta en Valparaíso en camiones de transporte, desde donde finalmente se distribuyen a los locales de comida en Cerro Los Placeres en camiones de transporte pequeño. Ya en los locales, se hace uso de los envases para la entrega de comida preparada.

Uso y Fin de vida. Durante su uso no se requiere ningún tipo de energía, auxiliares u otro flujo de entrada. Para el fin de vida el envase se considera como residuo domiciliario, siendo recolectado desde Los Placeres y trasladado hasta el relleno sanitario El Molle.

#### 3.3.3.2 Datos de inventario de Envase (B) Aluminio

El envase de aluminio está compuesto por el cuerpo de aluminio y una tapa de papel con una fina capa de PEBD en el lado interno y de aluminio en el lado externo.

Materia prima y producción. El cuerpo se fabrica sobre la base de una bobina de aluminio laminado mediante termoformado en una máquina automática de envases de aluminio. Las tapas están compuestas en un 75% de papel, 20% PEBD y 5% aluminio (Hidalgo-Salazar, Neves, & Baena, 2013) y se forman en una máquina laminadora de extrusión de envases asépticos de líquidos. Además, para el proceso se requiere de energía eléctrica y suministro de aire.

Importación y distribución. Se asume el mismo esquema de transporte e importación detallado en la sección anterior.

Uso y Fin de vida. Sigue el mismo esquema que en la sección anterior.

#### 3.3.3.3 Datos de inventario de Envase (C) PET

El envase plástico es de tipo bandeja de una sola pieza, en donde el cuerpo y la tapa se encuentran unidas.

Materia prima y producción. Se fabrica a partir de gránulos de PET, procedentes de China, a partir de los procesos de extrusión y termoformado. La producción se realiza en Chile. Para el proceso en general se requiere de energía eléctrica, agua de proceso y suministro de aire.

Importación y distribución. Los envases son fabricados en Santiago de Chile según lo reportado por proveedores, desde donde se distribuyen hacia los centros de ventas en Valparaíso y luego hacia los locales en Los Placeres, bajo el mismo esquema que en las secciones anteriores.

Uso y Fin de vida. Sigue el mismo esquema que en la sección anterior.

#### 3.3.3.4 Datos de inventario de Envase (D) Caña de azúcar

El envase de bagazo de caña de azúcar es de tipo bandeja de una sola pieza, en donde el cuerpo y la tapa se encuentran unidas. Es un envase de tipo compostable en el hogar y a nivel industrial, que cumple con la certificación “Ok-Compost” en base a la norma europea UNI-EN 13.432.

Materia prima y producción. El bagazo crudo consta de 49% de humedad, 49% de celulosa, pentosano y fibras de lignina y 2% de sólidos solubles (Harnoto, 2013). Este se obtiene a partir de la cosecha de la caña de azúcar en Tailandia, uno de los mayores productores de caña de azúcar (Resano, Guillen, Ubillús, & Barranzuela, 2022), la cual se somete a un procesamiento mecánico para extraer las fracciones de azúcar y melaza, y luego el bagazo restante, que corresponde al 27,5% del peso de la caña molida (Resano, Guillen, Ubillús, & Barranzuela, 2022) (Pernalet, Piña, Suárez, Ferrer, & Aiello, 2008), considerado como subproducto, se utiliza como materia prima para la fabricación de envases. El bagazo se transporta hasta China para ser procesado. El proceso de producción de los envases consta en el secado y desmedulado del bagazo, en donde se separan las fibras de la médula (este último es considerado como merma del proceso). Luego, éste se mezcla en la proporción 70% agua, 20% de bagazo y 10% de NaOH (Chiang Pinedo & Guardia Reaño, 2021). Esta mezcla se inyecta al moldeador, en donde se da la forma al envase mediante moldeo por inyección.

Importación y distribución. Los envases son importados desde China según lo reportado por proveedores, y se asume el mismo esquema de importación detallado para los Envases (A) y Envases (B).

Fin de vida. Luego de su uso, los envases son tratados a través de compostaje descentralizado (doméstico o comunitario) acorde a la certificación de Home Compost del envase. Este escenario de compostaje es el más simple y eficiente, ya que se recoge y se trata *in situ* evitando así el

transporte del residuo. Las bases de datos no cuentan la información para el compostaje en el hogar, por lo que los factores de emisión se obtuvieron de la literatura, usando una producción de compost de 0,560 [kg compost/kg residuo] y emisiones de 0,0003 [Kg CH<sub>4</sub>/kg residuo], 0,0002 [Kg NH<sub>3</sub>/kg residuo], 0,000025 [KgNO<sub>2</sub>/kg residuo] y 0,00032 [Kg VOCs/kg residuo] (Colon, y otros, 2010).

La información recién mencionada se cuantifica y se ingresa como entradas al OpenLCA que se encuentran en las BBDD seleccionadas, construyéndose así el inventario, el cual, posteriormente, se somete a la evaluación de impacto.

### 3.3.4 Evaluación del impacto del ciclo de vida (LCIA) y métodos de cálculo

La evaluación del impacto del ciclo de vida (LCIA) se lleva a cabo utilizando la base de datos “OpenLCA LCIA methods” (versión 2.0.5), la cual provee factores para 18 categorías de impacto. Para la asignación de las cargas se utiliza el método de asignación física y para la evaluación de impacto se utiliza el método “Recipe 2016 Midpoint (H)”. El tipo de cálculo corresponde a un análisis completo, lo que contempla los impactos directos y los impactos aguas arriba. La Tabla 5 detalla las categorías de impacto y las categorías de daño que el método de Recipe 2016 Midpoint (H) considera.

*Tabla 5. OpenLCA LCIA methods; categorías de daños e impactos. Extraído de OpenLCA.*

<b>Indicadores de punto medio</b>	<b>Unidad de referencia</b>
Formación de partículas finas	kg PM2.5 eq
Escasez de recursos fósiles	kg oil eq
Ecotoxicidad en agua dulce	kg 1,4-DCB
Eutrofización del agua dulce	kg P eq
Calentamiento global	kg CO2 eq
Toxicidad cancerígena en humanos	kg 1,4-DCB
Toxicidad no cancerígena en humanos	kg 1,4-DCB
Radiación ionizante	kBq Co-60 eq
Uso de suelo	m2a crop eq
Ecotoxicidad marina	kg 1,4-DCB
Eutrofización marina	kg N eq
Escasez de recursos minerales	kg Cu eq
Formación de ozono, Salud humana	kg NOx eq
Formación de ozono, Ecosistemas terrestres	kg NOx eq
Agotamiento del ozono estratosférico	kg CFC11 eq
Acidificación terrestre	kg SO2 eq
Ecotoxicidad terrestre	kg 1,4-DCB
Consumo de agua	m3

### 3.3.5 Validación e interpretación de los resultados

Los datos de inventario entregados para la evaluación de impacto (basada en la información disponible) hace posible evaluar el alcance de las contribuciones de las distintas etapas del ciclo de vida de cada una de las categorías de envase. Se destaca el énfasis en las siguientes esferas:

- Determinar el origen geográfico de la materia prima y la producción.
- Nivel de detalle en la etapa de fabricación de envases.
- Rutas de importación de envases y/o materia prima.

- Fin de vida del envase y valorización/disposición final.

Por otro lado, en los resultados se puede visualizar: la categoría de envase con mayor impacto dentro de las categorías evaluadas, la fase del ciclo de vida con mayor impacto de cada categoría de envase (a partir del impacto asociado a los flujos de entrada) y los puntos críticos, es decir, los elementos con mayor contribución al impacto global. Esto permite hacer una comparación entre las distintas categorías de envases, y a la vez, una comparación entre las distintas fases del ciclo de vida.

Para el análisis por cada categoría de envases se presentan los siguientes resultados:

- i. Diagrama de proceso
- ii. Resultados evaluación de impactos de ciclo de vida (EICV)
- iii. Calentamiento global (Gráfico de contribuciones directas y árbol de contribuciones)
- iv. Consumo de agua (Gráfico de contribuciones directas y árbol de contribuciones)

Para la comparación entre los distintos tipos de envases, con la finalidad de hacer un análisis más certero, de los 18 indicadores de impactos proporcionados por la BBDD se seleccionan los indicadores más relevantes, acorde al renombre y contexto mundial, y se le asigna un porcentaje de relevancia. Estos indicadores con sus respectivas relevancias son:

- Calentamiento global (Huella de carbono) (60%)
- Consumo de agua (Huella Hídrica) (40%)

### 3.3.6 Software: OpenLCA

Existen distintas herramientas para realizar la evaluación de impacto en un ACV, siendo la utilización de softwares especializados el método más confiable. Actualmente el mercado dispone de una variedad de programas que permiten enlazar los datos de inventario con las metodologías de impacto para la caracterización de los impactos analizados. OpenLCA es un software de código abierto, desarrollado por GreenDelta desde el año 2007. Este software ha sido seleccionado para el desarrollo de este estudio.

Para el uso del software es necesario cumplir obligatoriamente con los siguientes 3 pasos:

#### 3.3.6.1 Instalación del programa

El archivo de instalación se encuentra a través de la página <http://www.openlca.org/> donde se hace el registro de usuario, se selecciona el tipo de ordenador y se descarga el archivo de instalación. Luego se realiza la instalación del programa de manera convencional.

#### 3.3.6.2 Insertar BBDD de inventario

Ya instalado el programa se ve como en la Figura 13, donde encontramos el panel de navegación, en el cual se cargan las BBDD a utilizar. A estas se les llaman bases de datos del inventario, las cuales permiten construir el inventario (LCI) que posteriormente será sometido a evaluación. Existen distintas BBDD compatibles con el programa que se encuentran y descargan en <https://nexus.openlca.org/> en formato .zolca para posteriormente integrarlos al programa como se ilustra en la Figura 13.

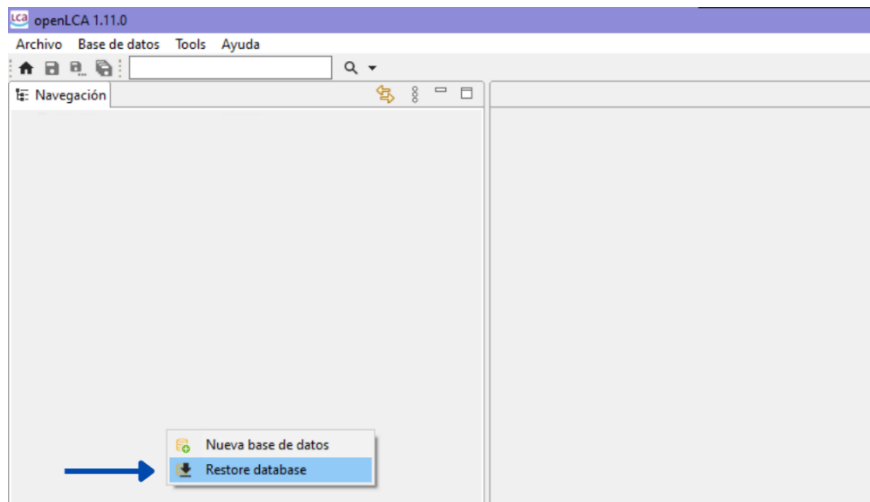


Figura 13. Integrar BBDD Inventario en OpenLCA.

Para esta investigación se usa como BBDD principal la base europea (ELCD) de referencia del ciclo de vida del Centro Común de Investigación. Cualquier vacío de información, específicamente sobre el bagazo de caña de azúcar y compost, fue completado con la BBDD francesa AGRIBALYSE realizada por la Agencia Francesa para la Transición Ecológica. Vacíos menores se completaron utilizando información de la literatura existente a través de trabajos de investigación científica pertinente.

Se recomienda importar la segunda BBDD en la primera, tal como se observa en la imagen del siguiente apartado.

### 3.3.6.3 Insertar BBDD del método de cálculo

Las BBDD anteriores (de inventario) se deben complementar con otra BBDD que contenga los métodos de cálculo de los impactos. Esta BBDD tiene como finalidad realizar la evaluación del impacto del ciclo de vida (LCIA) llevando el Análisis del Inventario (LCI) a los impactos correspondientes, los que posteriormente serán analizados e interpretados.

Al igual que en el caso anterior, la BBDD se encuentra disponible en <https://nexus.openlca.org/> desde donde se descarga en formato .zolca y se importa en el software dentro de la BBDD del inventario anteriormente cargada (Figura 14).

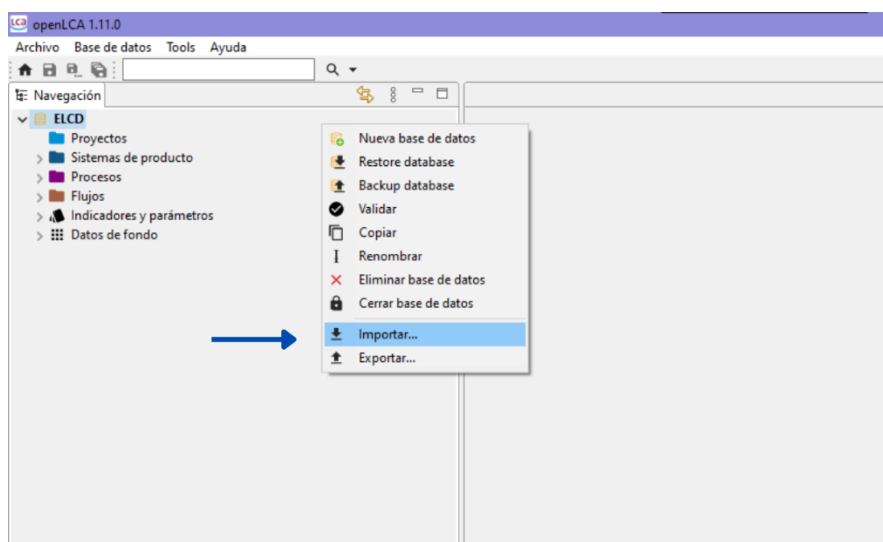


Figura 14. Incorporar BBDD Método de cálculo en OpenLCA.

Ya cumpliendo con estos 3 requisitos mínimos, se procede a desarrollar el proyecto. Al abrir la BBDD del inventario, se encuentran los siguientes elementos (Figura 15):

- Flujos: Entradas y salidas del diagrama de proceso. Estos pueden ser productos, materia prima, energía o elementos auxiliares que entran o salen del sistema o proceso unitario a modelar.
- Procesos: Conjunto de actividades interrelacionadas que transforman las entradas en salidas.
- Sistema de productos: Conjunto de procesos unitarios que permiten la obtención del producto final, y que modelan el ciclo de vida del producto.
- Proyectos: Permite la comparación entre sistemas de productos.

En conclusión, los proyectos están compuestos por sistemas de productos, los cuales están compuestos por procesos que se obtienen a partir de los flujos de entrada y salida.

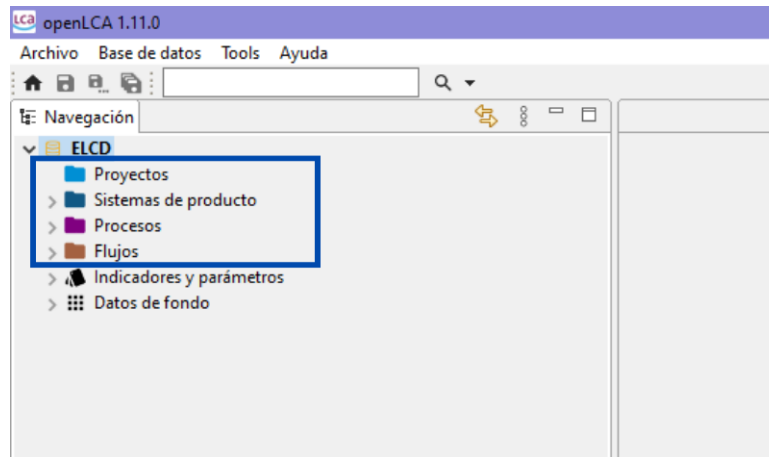


Figura 15. Subcarpetas en OpenLCA.

#### 3.3.6.4 Desarrollo del proyecto

Primero se crea una nueva subcategoría en la carpeta de flujos para cada tipo de envase (Figura 16 paso 1), y luego en esta subcategoría se ingresan los nuevos flujos del diagrama de proceso correspondiente al ciclo de vida del envase (Figura 16 paso 2). Para cada categoría de envase se realiza el mismo procedimiento, el detalle de los flujos se encuentra en Tabla 6.

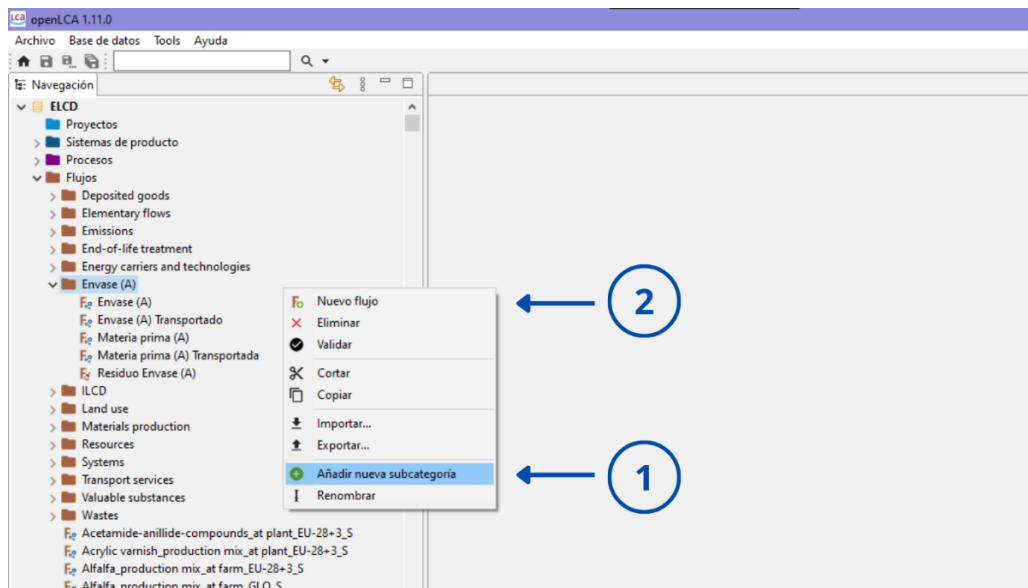


Figura 16. Incorporación de nuevos flujos en OpenLCA.

Tabla 6. Flujos ingresados al Software OpenLCA para cada categoría de envase.

Nombre del flujo	Tipo de flujo	Propiedad del flujo de referencia
Materia prima (X)	Producto	Masa kg
Materia prima (X) Transportada	Producto	Masa kg
Envase (X)	Número de ítems	Ítem(s)
Envase (X) Transportado	Número de ítems	Ítem(s)
Residuo Envase (X)	Residuo	Masa kg

Luego, en la carpeta de procesos, se añade una nueva subcategoría para cada tipo de envase (Figura 17 paso 1), en la que se van creando los procesos unitarios detallados en el diagrama de proceso (Figura 17 paso 2).

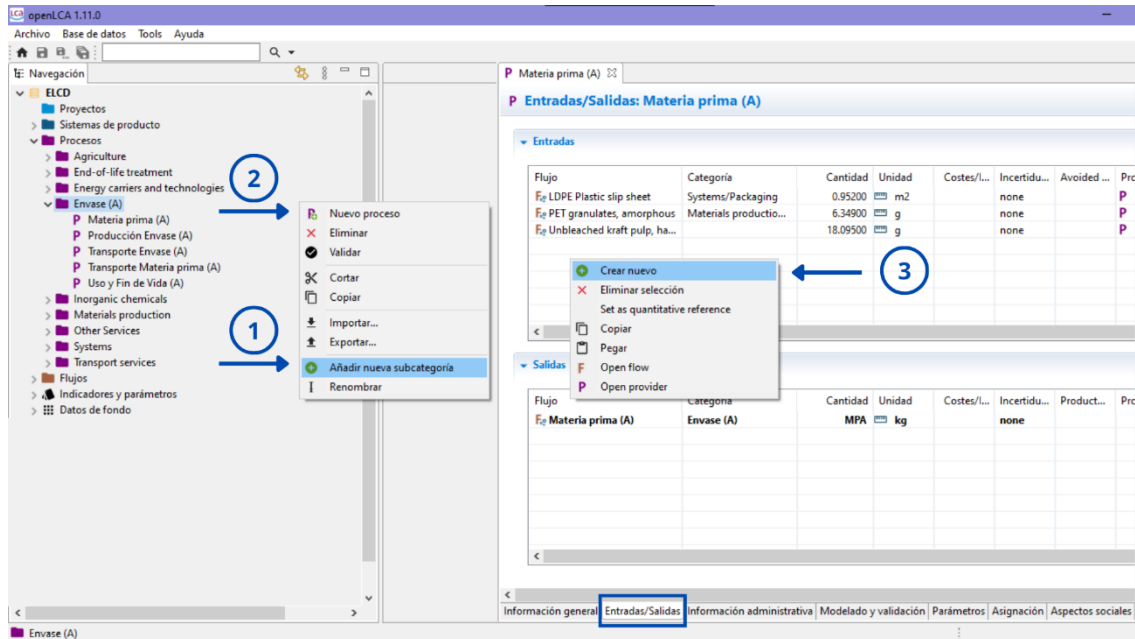


Figura 17. Incorporación de nuevos procesos en OpenLCA.

En cada proceso unitario se incorporan las entradas y las salidas con sus cantidades correspondientes (Figura 17 paso 3), las cuales ya se han cuantificado anteriormente desde la información recaudada en la sección 3.3.3 y sintetizada en Anexo A. Los procesos unitarios con sus respectivas entradas y salidas de cada categoría de envase ingresadas a la modelación acorde a los datos encontrados en las BBDD se encuentran en Tabla 7, Tabla 8, Tabla 9 y Tabla 10.

Tabla 7. Entradas y salidas ingresadas al Software OpenLCA del ciclo de vida de 1 envase (A).

Envase (A)		
<b>Proceso: Producción de materia prima</b>		
Flujo	Cantidad	Unidad
<b>-Entradas</b>		
cartonboard boxes; mixed technology	18.095	g
polyethylene low density foil (PE-L)	0.952	g
Polyethylene terephthalate (PET) granulate	6.349	g
<b>-Salidas</b>		
Materia prima (A)	0.0254	kg
<b>Proceso: Transporte de materia prima</b>		
<b>-Entradas</b>		
Materia prima (A)	0.0254	kg
transport in t*km (Lorry transport)	0.0254*1655.1	kg*km
<b>-Salidas</b>		
Materia prima transportada (A)	0.0254	kg
<b>Proceso: Producción Envase (A)</b>		
<b>-Entradas</b>		

Materia prima transportada (A)	0,0254	kg
Water (Elementary flows)	4.0E-4	kg
Compressed air, production mix	0.0069	m3
Electricity Mix, consumption mix, at consumer	27000.0	J
<b>-Salidas</b>		
Envase (A)	1	ítem
industrial waste (unspecified)	1.397	g
<b>Proceso: Transporte Envase</b>		
<b>-Entradas</b>		
Envase (A)	1	ítem
transport in t*km (Lorry transport)	0.024*(54+91.8)	kg*km
transport in t*km (Container ship ocean)	0.024*(18998)	kg*km
transport in t*km (Small lorry transport)	0.024*(4.2)	kg*km
<b>-Salidas</b>		
Envase (A) transportado	1	ítem
<b>Proceso: Uso y Fin de vida</b>		
<b>-Entradas</b>		
Envase (A) transportado	1	ítem
Residuo Envase (A)	0.024	kg
transport in t*km (Articulated lorry transport)	0.024*21,1	kg*km

Tabla 8. Entradas y salidas ingresadas al Software OpenLCA del ciclo de vida de 1 envase (B).

<b>Envase (B)</b>		
<b>Proceso: Producción de materia prima</b>		
<b>Flujo</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>
<b>-Entradas</b>		
aluminium sheet	7.44	g
cartonboard boxes; mixed technology; production mix	2.85	g
polyethylene low density foil(PE-LD)	0.76	g
<b>-Salidas</b>		
Materia prima (B)	0.01105	kg
<b>Proceso: Transporte de materia prima</b>		
<b>-Entradas</b>		
Materia prima (B)	0.01105	kg
transport in t*km (Lorry transport)	0.01105*1655.17	kg*km
<b>-Salidas</b>		
Materia prima transportada (B)	0.01105	kg
<b>Proceso: Producción Envase</b>		
<b>-Entradas</b>		
Materia prima transportada (B)	0.01105	kg
Compressed air, production mix	0.005	m3
Electricity Mix, consumption mix, at consumer	11414.0	J
<b>-Salidas</b>		
Envase (B)	1	ítem
industrial waste (unspecified)	1.45	g
<b>Proceso: Transporte Envase</b>		
<b>-Entradas</b>		
Envase (B)	1	ítem
transport in t*km (Lorry transport)	0.0096*(54+91.8)	kg*km
transport in t*km (Container ship ocean)	0.0096*(18998)	kg*km
transport in t*km (Small lorry transport)	0.0096*(4.2)	kg*km
<b>-Salidas</b>		
Envase (B) transportado	1	ítem
<b>Proceso: Uso y Fin de vida</b>		
<b>-Entradas</b>		
Envase (B) transportado	1	ítem
Residuo Envase (B)	0.0096	kg
transport in t*km (Articulated lorry transport)	0.0096*21.1	kg*km

Tabla 9. Entradas y salidas ingresadas al Software OpenLCA del ciclo de vida de 1 envase (C).

<b>Envase (C)</b>		
<b>Proceso: Producción de materia prima</b>		
<b>Flujo</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>
<b>-Entradas</b>		
polyethylene terephthalate (PET) granulate	24.127	g
<b>-Salidas</b>		
Materia prima (C)	0.02413	kg
<b>Proceso: Transporte de materia prima</b>		
<b>-Entradas</b>		
Materia prima (C)	0.02413	kg
transport in t*km (Lorry transport)	0.02413*(54+116)	kg*km
transport in t*km (Container ship ocean)	0.02413*(18998)	kg*km
<b>-Salidas</b>		
Materia prima transportada (C)	0.02413	kg
<b>Proceso: Producción Envase</b>		
<b>-Entradas</b>		
Materia prima transportada (C)	0.02413	kg
Water (Elementary flows)	4.0E-4	kg
Compressed air, production mix	0.12	m3
Electricity Mix, consumption mix, at consumer	27380.0	J
<b>-Salidas</b>		
Envase (C)	1	ítem
industrial waste (unspecified)	1.327	g
<b>Proceso: Transporte Envase</b>		
<b>-Entradas</b>		
Envase (C)	1	ítem
transport in t*km (Lorry transport)	0.0228*(128)	kg*km
transport in t*km (Small lorry transport)	0.0228*(4.2)	kg*km
<b>-Salidas</b>		
Envase (C) transportado	1	ítem
<b>Proceso: Uso y Fin de vida</b>		
<b>-Entradas</b>		
Envase (C) transportado	1	ítem
Residuo Envase (C)	0.0228	kg
transport in t*km (Articulated lorry transport)	0.0228*21.1	kg*km

Tabla 10. Entradas y salidas ingresadas al Software OpenLCA del ciclo de vida de 1 envase (D).

<b>Envase (D)</b>		
<b>Proceso: Producción de materia prima</b>		
<b>Flujo</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>
<b>-Entradas</b>		
sodium hydroxide	4.238	g
Sugarcane, animal feed, at farm gate	70.252	g
<b>-Salidas</b>		
Materia prima (D)	0.01409	kg
Waste water (Elementary flows)	60.399	g
waste water – treated (End-of-life treatment)	60.399	g
<b>Proceso: Transporte de materia prima</b>		
<b>-Entradas</b>		
Materia prima (D)	0.01409	kg
transport in t*km (Lorry transport)	0.01409*(499)	kg*km
transport in t*km (Container ship ocean)	0.01409*(3500)	kg*km
<b>-Salidas</b>		
Materia prima transportada (D)	0.01409	kg
<b>Proceso: Producción Envase</b>		
<b>-Entradas</b>		
Materia prima transportada (D)	0.01409	kg

Electricity Mix, consumption mix, at consumer	46599.0	J
Water (Elementary flows)	0.0029	kg
Heat (Energy carriers and technologies)	458198.0	J
natural gas (Energy carriers and technologies)	9.36	kcal
<b>-Salidas</b>		
Envase (D)	1	ítem
Waste water (Elementary flows)	0.246	g
waste water – treated (End-of-life treatment)	0.246	g
organic waste (unspecified)	1.25	g
<b>Proceso: Transporte Envase</b>		
<b>-Entradas</b>		
Envase (D)	1	ítem
transport in t*km (Lorry transport)	0.0325*(54+91.8)	kg*km
transport in t*km (Container ship ocean)	0.0325*(18998)	kg*km
transport in t*km (Small lorry transport)	0.0325*(4.2)	kg*km
<b>-Salidas</b>		
Envase (D) transportado	1	ítem
<b>Proceso: Uso y Fin de vida</b>		
<b>-Entradas</b>		
Envase (D) transportado	1	ítem
Residuo Envase (D)	0.0325	kg
<b>-Salidas</b>		
Average compost, from green waste	0.0325*0.56	kg
Ammonia (Elementary flows/Emission to air)	0.0325*0.00003	kg
Methane (Elementary flows/Emission to air)	0.0325*0.0003	kg
Nitrogen dioxide (Elementary flows/Emission to air)	0.0325*0.0002	kg
VOC (Elementary flows/Emission to air)	0.0325*0.003	kg

Cabe destacar, que de la manera que aquí se presenta, cada proceso unitario se correlaciona con el proceso unitario siguiente, ya que la salida del primero corresponde a la entrada del segundo. Así, al continuar con el siguiente paso, correspondiente a la creación de los sistemas de productos, todos los procesos unitarios creados se correlacionan entre sí.

Para crear los sistemas de productos, en la carpeta “Sistema de producto” se crea un “Nuevo sistema de producto” (Figura 18 paso 1), desde donde surge una ventana emergente donde se incorpora el nombre del sistema y el proceso de referencia (Figura 18 paso 2). En este proyecto, el proceso de referencia corresponde al proceso unitario “Uso y Fin de Vida” ya que, al ser el último proceso de la cadena de valor, en él se enlazan todos los procesos unitarios con sus respectivas cargas ambientales.

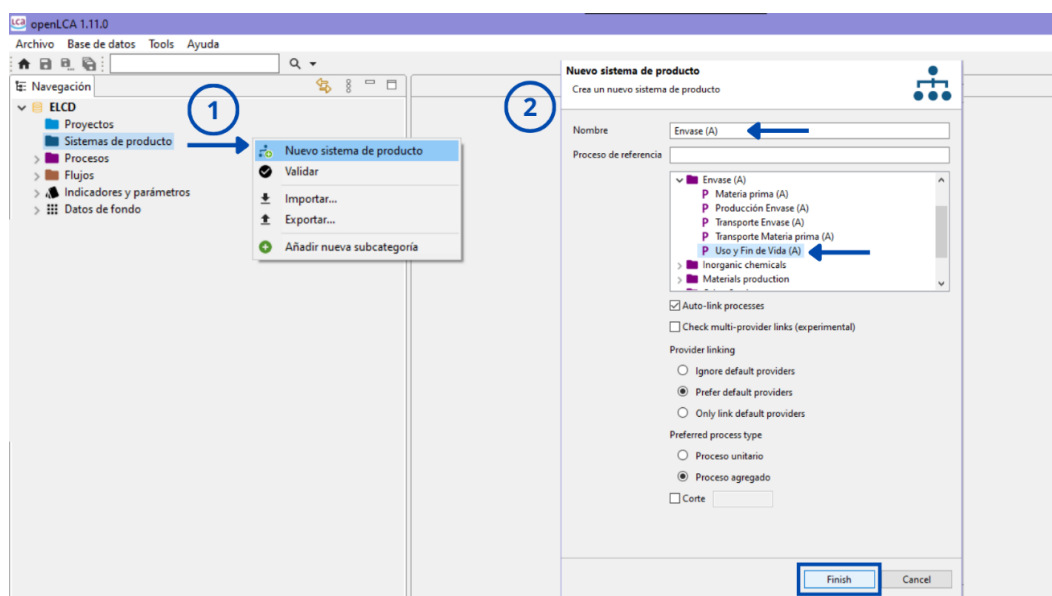


Figura 18. Creación de Sistemas de producto en OpenLCA.

Luego de lo anterior, ya tenemos creado los sistemas de productos, y se puede calcular los impactos ambientales de cada tipo de envase por separado, y/o se pueden comparar los impactos ambientales entre envases creando un proyecto.

En el primer caso, en cada sistema de producto se selecciona “calcular” (Figura 19 paso 1), desde donde aparece una ventana emergente en donde se selecciona el “Método de asignación”, el “Método de evaluación de impacto” acorde a lo estipulado en la sección 3.3.4 y se selecciona la casilla “Análisis” (Figura 19 paso 2). Desde aquí se obtiene la evaluación de impacto del ciclo de vida (LCIA) de cada envase, resultados que serán evaluados más adelante.

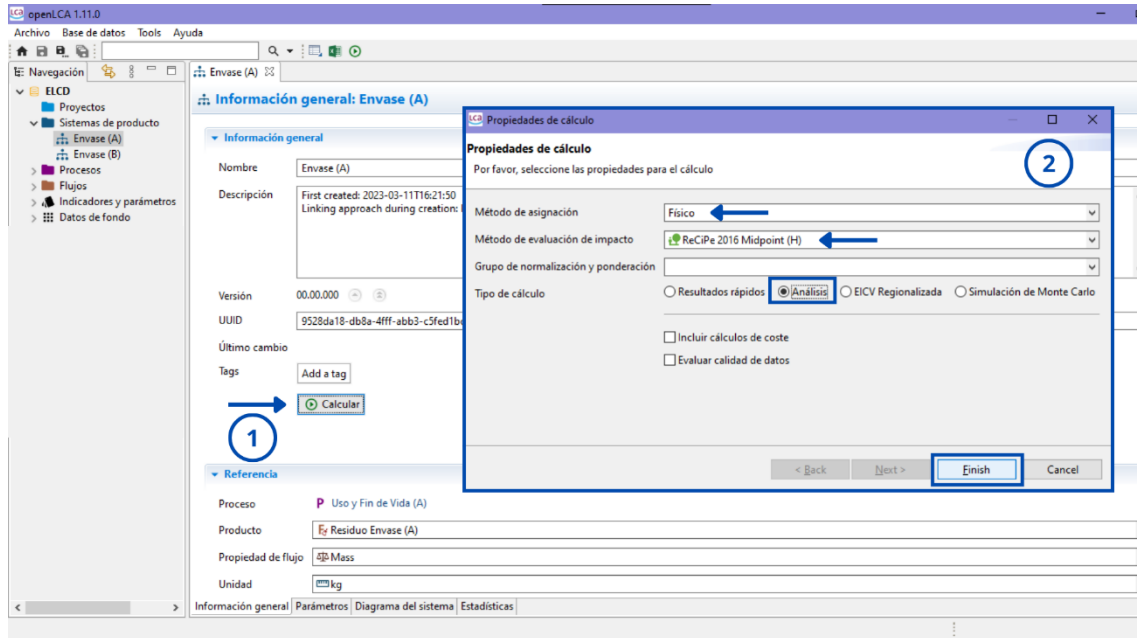


Figura 19. Evaluación de impactos de ciclo de vida en OpenLCA.

En el segundo caso, se crea un “Nuevo proyecto” (Figura 20 paso 1) en donde se selecciona el “Método de EICV” (Evaluación de impacto del ciclo de vida) al igual que en el caso anterior, y se crean las variantes a comparar, correspondiente a los cinco tipos de envases a comparar (Figura 20 paso 2). Finalmente, en “Información general” se crea el “Informe” (Figura 20 paso 3) donde se entregan los resultados en donde se comparan los distintos perfiles ambientales, información que posteriormente será analizada.

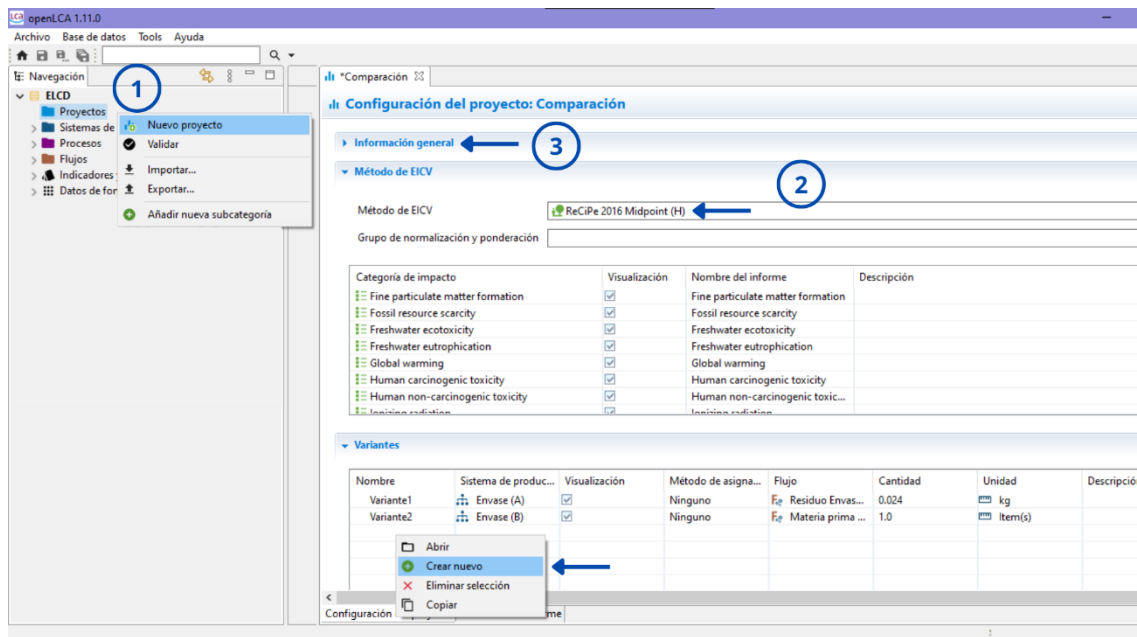


Figura 20. Creación de proyectos en OpenLCA.

Con el procedimiento recién mencionado se obtienen los resultados con la información necesaria para evaluar el perfil ambiental de los distintos tipos de envases. A continuación, se detalla el procedimiento para realizar el análisis de diseño.

### 3.4 Análisis de diseño

También llamado análisis de contexto. Aquí se observa y comprende al usuario para proponer mejoras de uso, función, forma y/o comunicación, además de mejoras en cuanto al contexto ambiental, social y económico relacionado al producto. Esta investigación se centra en el análisis ambiental, por lo que las herramientas aplicadas en esta fase se reducen a la mínima expresión. Las herramientas utilizadas son:

#### 3.4.1 Entrevistas a locales de comida

El objetivo de la entrevista es definir el perfil de los locales de comida del Cerro Los Placeres y determinar los tipos de envases más utilizados por los locales. Para lo anterior se indaga en los medios de venta, flujo de clientes, proveedores de envases, entre otros. La entrevista tiene un total de 9 preguntas con respuesta corta o selección múltiple (*Anexo B*). En las mismas instancias se hicieron observaciones en terreno con la finalidad de complementar la información entregada por los/as entrevistados/as.

El público objetivo es cualquier trabajador/a de los locales de comida preparada de Placeres Bajo. Los perfiles son: dueños/as, encargados de cocina, encargados de logística y garzones/as. Se realizan 13 entrevistas, que representa el 45% de la población total de locales de comida rápida de Cerro Los Placeres.

#### 3.4.2 Encuestas a usuarios/as

El objetivo de la encuesta es conocer el perfil de los usuarios y su experiencia de uso, es decir, indagar en su relación con los envases de un solo uso. La encuesta se realiza vía online, mediante un formulario de 4 secciones: en la primera sección se indaga sobre el perfil del encuestado, en la segunda sección sobre los hábitos de compra, en la tercera sección sobre la apreciación de los envases más utilizados y en la última sección sobre las preferencias (*Anexo C: Encuesta a Usuarios*).

El público objetivo son los usuarios de los envases de un solo uso, es decir, clientes que compran comida para llevar en los locales de comida de Cerro Los Placeres. La encuesta tiene un total de 61 respuestas, que corresponde al 16% de la muestra representativa.

#### 3.4.3 Mapa de empatía

Esta herramienta tiene como objetivo conocer a los usuarios, para así empatizar y resolver las necesidades de estos. Entrega información sobre el comportamiento, actitudes y aspiraciones del cliente, permitiendo así desarrollar propuestas de valor (García Delgado, 2019). Debe representar la personalidad de los clientes determinando algunos atributos, como, por ejemplo: edad, estrato social, etnia, entre otros, que permitan conformar un grupo de clientes con atributos comunes.

#### 3.4.4 Mapa de trayectoria

Otra herramienta fundamental del *Design Thinking* para conocer al usuario es el Mapa de trayectoria. Mediante esta experiencia se comprende de manera sistemática los pasos e hitos del proceso del usuario al utilizar el producto o servicio. Esta herramienta consiste en crear un diagrama que pueda capturar múltiples observaciones posicionando situaciones en una línea de tiempo. Aquí es importante resaltar las emociones y pensamientos del usuario a través del espacio y el tiempo, y cómo el producto o servicio se utiliza/ejecuta paso a paso.

### 3.5 Ecobriefing

“*Briefing*” en inglés significa “instrucciones”. Es un esquema que reúne los requerimientos ambientales y los requerimientos de diseño detectados en las etapas anteriores, para así definir en base a fundamentos las oportunidades de mejora a desarrollar en la etapa siguiente de eco-innovación. Se debe precisar:

- i. Requerimientos ambientales: puntos críticos jerarquizados, motivos de impacto y oportunidades de mejora.
- ii. Requerimientos de diseño: esquema de uso/función/contexto/forma, y oportunidades de mejora.

### 3.6 Eco innovación

En esta fase se comienza a trabajar las propuestas del nuevo producto o servicio, en concreto, se busca validar la opción de envases reutilizables como una alternativa que se alinea con los requerimientos definidos en el *Ecobriefing*. Durante esta fase se desarrolla una propuesta a nivel conceptual y formal. La Metodología de Ecodiseño propone:

#### 3.6.1 Definir líneas de acción con enfoque sistémico

Para llevar a cabo la siguiente sección, se siguen las instrucciones establecidas por la metodología de Ecodiseño, siguiendo el procedimiento que se detalla a continuación:

- i. Realizar un esquema del ciclo de vida con las etapas definidas del producto.
- ii. Ubicar los puntos críticos ambientales y de diseño identificados anteriormente.
- iii. Analizar cómo se interrelacionan los efectos de los puntos críticos.
- iv. Hacer una concatenación de los problemas encontrados, identificando elementos en común que se relacionan en más de una etapa.
- v. Utilizar estrategias del Ecodiseño (Anexo G) que den respuesta a la concatenación de problemas del ciclo de vida del producto.
- vi. Definir líneas estratégicas de acción, que permitan mejoras que impacten en el mayor número de etapas del ciclo de vida.

Siguiendo esta pauta, se construye una propuesta conceptual del nuevo producto/servicio a desarrollar, la cual, en las etapas posteriores de la metodología, será trabajada para ahondar en los detalles de la propuesta.

### 3.6.2 Idear

El objetivo es proponer posibles soluciones, someterlas a evaluación y establecer una solución en concreto, la cual se desarrolla y se transforma en una propuesta formal. Para lograrlo, se siguen los pasos a continuación:

#### 3.6.2.1 Lluvia de ideas: Diagrama de selección de ideas

Esta es una herramienta ampliamente utilizada en los procesos creativos. Aquí se acepta toda idea, y en etapas posteriores se descartan aquellas que no tienen el potencial de ser concretadas, y se desarrollan con mayor detalle aquella/s que sí. Para organizar las ideas, estas se agrupan según: modelo de reutilización, modelo de negocio, diseño de envase y tipo de devolución. Las ideas preseleccionadas se ordenan y sistematizan en el diagrama ordenando según viabilidad (eje x), factibilidad (eje y) y originalidad (según tamaño).

#### 3.6.2.2 Estado del arte

El objetivo del estado del arte es identificar factores clave para generar una propuesta de servicio, acorde a las ideas seleccionadas en la fase anterior, y también para minimizar las potenciales barreras de entrada que puede llegar a tener este servicio. Para esto se lleva a cabo dos líneas de investigación:

- i. Estudio de bibliografía e investigaciones de envases reutilizables/retornables, con la finalidad de identificar los criterios clave a considerar en un sistema de envases.
- ii. Casos de éxito: Identificar, estudiar y analizar casos de éxito de envases reutilizables a nivel internacional y nacional, con la finalidad de conocer modelos de negocio ya funcionales.

Para integrar los conceptos analizados hasta esta fase, y llevar la propuesta conceptual a una propuesta técnica, se hace uso de:

#### 3.6.1 Moodboard

Esta es una herramienta visual, estilo collage estratégico que sirve para representar las ideas y los conceptos clave.

#### 3.6.1 Tabla del concepto a la forma

Tabla de síntesis de conceptos que debe indicar respecto al nuevo servicio o producto:

- Atributos: correspondiente a los conceptos ligados a la experiencia de usuario. Se presentan en orden jerárquico.
- Rasgos formales: que hablan de la forma, colores, materiales y de qué manera se da respuesta a los atributos.
- Características técnicas: en donde se dan especificaciones técnicas a los rasgos formales, definiendo los requerimientos específicos que satisfacen los rasgos.

### 3.6.2 Prototipar

En esta fase se materializa la idea del sistema de envase reutilizable propuesto. El objetivo principal del prototipo de esta investigación es evaluar el nivel de entendimiento y aceptación del modelo por parte de los usuarios y locales de comida. El objetivo específico es explorar los

factores y parámetros de mayor relevancia en el planteamiento de un sistema de envases reutilizables que influyen en la adhesión de las personas al sistema.

Para conseguirlo se realiza un prototipo de baja resolución, en donde la idea de servicio se lleva a esquemas explicativos para demostrar el funcionamiento y el paso a paso a los usuarios/as y locales. En complemento, se realiza una represen gráfica del envase a utilizar, con la finalidad de establecer parámetros estéticos y una demostración tangible del envase, es decir, un envase reutilizable en físico, para evaluar la interacción de los/as usuarios/as con los envases. Este envase se encuentra en el mercado y fue seleccionado por cumplir con algunas de las características técnicas del envase a prototipar.

### 3.7 Evaluación y validación

La propuesta final se evalúa para medir la mejora y contrastar con el escenario inicial. Se evalúa el ciclo de vida de los envases reutilizables identificando los cambios esenciales respecto al ciclo de vida inicial y someterlo a un análisis ambiental y de diseño con los mismos parámetros establecidos en el análisis inicial (sección 3.3 y sección 3.4).

#### 3.7.1 Evaluación ambiental

Para el desarrollo del análisis ambiental se considera la misma unidad funcional, sin embargo, el flujo de referencia se redimensiona según la vida útil de un envase reutilizable. El nuevo flujo de referencia queda:

*200 ciclos de uso de un envase reutilizable para el transporte de una porción de comida preparada, en un envase de alrededor 500 a 750 ml de capacidad, desde el local de comida hasta el lugar de consumo garantizando mantener la calidad e inocuidad de los alimentos.*

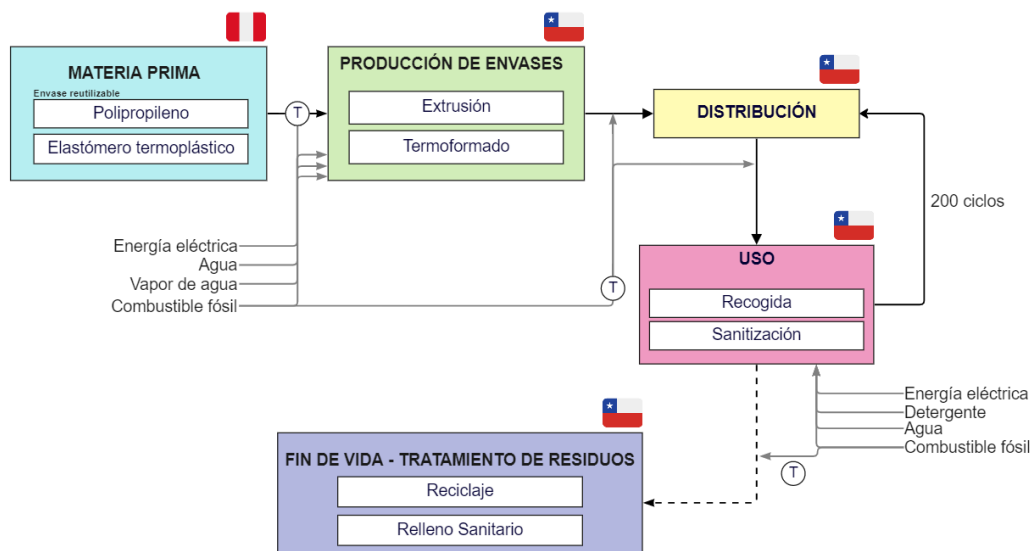


Figura 21. Diagrama de proceso Ciclo de vida del envase reutilizable.

El diagrama de proceso se ilustra en la Figura 21 en donde se contempla todo el ciclo de vida del envase reutilizable. Los actores clave considerados son:

- Proveedor de materia prima: quien provee la materia prima para la producción de los envases.
- Fabricante de envases: quien se encarga de la producción de los envases.

- Proveedor de servicio de reutilización: prestador de servicio de renta de envases. Se ubica en un sector estratégico del Cerro Los Placeres.
- Proveedor de alimentos: locales de comida. Cliente del proveedor de servicio de reutilización.
- Usuario/a: quien hace uso de los envases. Cliente de los locales de comida.

Las entradas y salidas contempladas en la modelación del sistema de envases reutilizables se presentan en la Tabla 11.

Tabla 11. Entradas y salidas ingresadas al Software OpenLCA del ciclo de vida de 1 envase (R) utilizado 200 ciclos.

<b>Envase (R)</b>		
<b>Proceso: Producción de materia prima</b>		
<b>Flujo</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>
<b>-Entradas</b>		
polypropylene granulate (PP)	0.111326	kg
Synthetic rubber	0.092907	kg
<b>-Salidas</b>		
Materia prima (R)	0.20423	kg
<b>Proceso: Transporte de materia prima</b>		
<b>-Entradas</b>		
Materia prima (R)	0.20423	kg
transport in t*km (Lorry transport)	0.20423*116	kg*km
transport in t*km (Bulk carrier ocean)	0.20423*2459	kg*km
<b>-Salidas</b>		
Materia prima transportada (R)	0.20423	kg
<b>Proceso: Producción Envase</b>		
<b>-Entradas</b>		
Materia prima transportada (R)	0.20423	kg
Water (Elementary flows)	8.0E-4	kg
Compressed air, production mix	0.24	m <sup>3</sup>
Electricity Mix, consumption mix, at consumer	228406.0	J
<b>-Salidas</b>		
Envase (A)	1	ítem
industrial waste (unspecified)	11.233	g
<b>Proceso: Transporte Envase</b>		
<b>-Entradas</b>		
Envase (R)	1	ítem
transport in t*km (Small lorry transport)	0.193*(126)	kg*km
<b>-Salidas</b>		
Envase (R) transportado	1	ítem
<b>Proceso: Sanitización</b>		
<b>-Entradas</b>		
Envase (R) transportado	1	ítem
Electricity Mix, consumption mix, at consumer	2.0016E7	J
Generic detergent-disinfectant	0.015	kg
Water (Elementary flows)	0.06	kg
transport in t*km (Small lorry transport)	0.193*800	kg*km
<b>-Salidas</b>		
Envase (R) limpio	1	ítem
Waste wáter (Elementary flows/Emission to wáter)	0.058	kg
<b>Proceso: Fin de vida</b>		
<b>-Entradas</b>		
Envase (R) limpio	1	ítem
Envase (R) reciclaje	0.1052	kg
Tapa (R) residuo	0.0878	kg
transport in t*km (Small lorry transport)	0.1052*9.5	kg*km
transport in t*km (Articulated lorry transport)	0.0878*21,1	kg*km
<b>-Salidas</b>		
PP (waste treatment) recycling of PP	0.1052	kg
Waste to recycling	0.1052	kg

Para la elaboración del inventario se contempló la siguiente información:

Materia prima. Para el cuerpo del envase se tiene como flujo de entrada polipropileno (PP) correspondiente a un polímero termoplástico. La tapa está conformada de elastómero termoplástico (TPE), una clase de copolímeros o una mezcla física de polímeros (usualmente un plástico y un caucho) los cuales se comportan con las mismas propiedades de los termoplásticos. La materia prima es importada desde el Puerto del Callao, Lima, Perú, país proveedor de materia prima según lo informado por el fabricante de envases.

Producción. Tanto el PP como el TPE son procesados mediante tecnologías clásicas para el procesamiento de termoplásticos. La producción de envases se realiza mediante extrusión y termoformado. La producción se realiza en Santiago de Chile.

Distribución. Luego de la fabricación los envases son transportados a las dependencias de los proveedores de servicios de renta de envases en Cerro Los Placeres.

Uso. El uso del envase contempla la utilización por parte de los usuarios, en esta sección no se consideran entradas ni salidas. El transporte del envase en tránsito se contempla dentro de las actividades rutinarias de usuarios/as. En el uso también se considera la recogida de los envases sucios, el lavado y sanitización de los envases y la reposición de los envases limpios.

Fin de vida. El PP rígido es reciclable en Chile, por lo que, luego de finalizada la vida útil de los envases (luego de 200 ciclos) el cuerpo del envase es reciclado, proceso que se terceriza a organizaciones dedicadas a tal fin. Por otro lado, a pesar de que el TPE es potencialmente reciclable, su reciclaje es muy poco común en la mayor parte del mundo, por lo que las tapas de los envases serían tratados en relleno sanitario bajo las mismas condiciones que las estipuladas en la sección 3.3.3 para los envases de un solo uso.

Se utiliza la misma metodología de cálculo, BBDD y Software que en el análisis inicial (para más detalle ver sección 3.3), para así realizar una comparación equivalente entre los envases de un solo uso y la nueva opción de envase reutilizable. Se compara el uso de un envase reutilizable durante toda su vida útil, es decir, considerando 200 ciclos de uso, con el equivalente a utilizar 200 envases de un solo uso de cada categoría de envase (Kraft, aluminio, PET y compostable).

### 3.7.2 Evaluación de diseño

Para la evaluación de diseño se realiza un círculo de conversación con potenciales usuarios/as y 3 entrevistas a trabajadores/as de locales de comida preparada en Cerro Los laceres testeando el prototipo detallado anteriormente, con el objetivo afín.

### 3.7.3 Propuesta final

Acorde a los resultados de la evaluación ambiental y de diseño se realizan mejoras a la propuesta formal de envases reutilizables en el caso de ser pertinente, garantizando así, que la propuesta presentada cumple con los objetivos iniciales del proyecto y satisface los requerimientos ambientales y de diseño establecidos.

## CAPÍTULO 4

### DESARROLLO Y RESULTADOS

#### 4.1 Resultados Análisis Ambiental de envases

##### 4.1.1 Resultados LCIA Envase (A) Cartón Kraft

En la Figura 22 se presenta el diagrama de proceso extraído de OpenLCA, aquí se incluyen los procesos unitarios de todo el ciclo de vida de los envases de cartón Kraft, desde la extracción de la materia prima hasta su uso y fin de vida. Este diagrama incorpora todas las entradas y salidas de cada proceso unitario, tales como materia prima, energía, productos, subproductos y emisiones, construido a partir del inventario y las BBDD correspondientes.

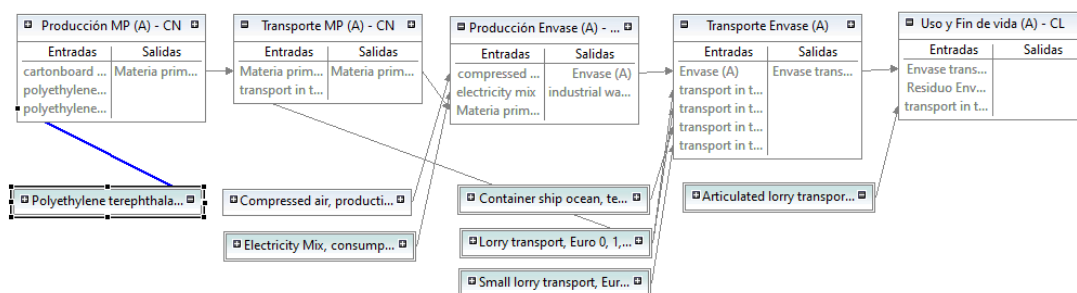


Figura 22. Diagrama de proceso Envase (A) extraído de OpenLCA.

En la Figura 23 se presentan los resultados de la evaluación de impactos del ciclo de vida (EICV) del envase de cartón Kraft, correspondiente a los impactos ambientales generados a lo largo de todo el ciclo de vida clasificados en las diferentes categorías de impacto, calculados a partir de la metodología Recipe Midpoint (H).

Nombre	Resultado de impacto	Unidad
>  Terrestrial ecotoxicity	0.01499	kg 1,4-DCB
>  Water consumption	0.02468	m3
>  Terrestrial acidification	0.00029	kg SO2 eq
>  Land use	0.00000	m2a crop eq
>  Ozone formation, Terrestrial ecosystems	2.04253E-5	kg NOx eq
>  Ozone formation, Human health	1.26775E-5	kg NOx eq
>  Mineral resource scarcity	8.90478E-7	kg Cu eq
>  Global warming	0.05060	kg CO2 eq
>  Human carcinogenic toxicity	5.52995E-5	kg 1,4-DCB
>  Stratospheric ozone depletion	1.00674E-8	kg CFC11 eq
>  Freshwater ecotoxicity	4.24794E-6	kg 1,4-DCB
>  Fossil resource scarcity	0.00000	kg oil eq
>  Fine particulate matter formation	8.90467E-5	kg PM2.5 eq
>  Ionizing radiation	0.00168	kBq Co-60 eq
>  Human non-carcinogenic toxicity	0.00022	kg 1,4-DCB
>  Freshwater eutrophication	3.58181E-7	kg P eq
>  Marine eutrophication	8.59879E-7	kg N eq
>  Marine ecotoxicity	2.12040E-5	kg 1,4-DCB

Figura 23. EICV Envase (A) extraído de OpenLCA.

Otra manera de representar los impactos es a través de un histograma o “gráfico de contribuciones directas”, en el cual, por cada categoría de impacto, presenta las entradas que mayor impacto conllevan y su impacto correspondiente. En este estudio se analizan las categorías de impacto de Calentamiento global y Consumo de agua. En la Figura 24 se presenta el gráfico de contribuciones directas de Calentamiento global del envase de cartón Kraft.

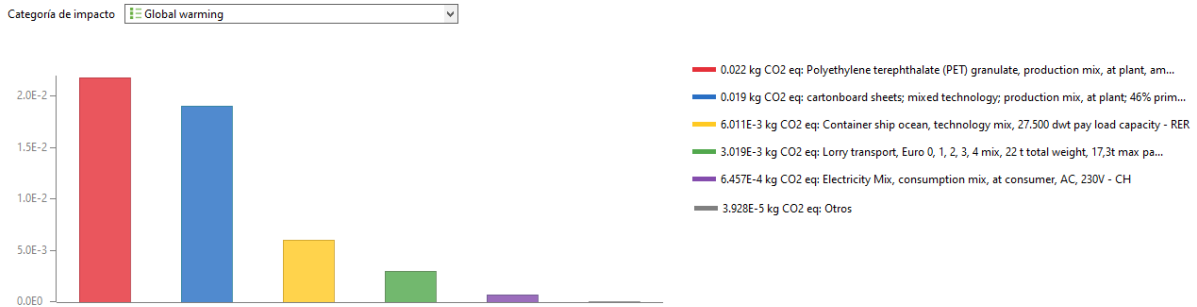


Figura 24. Gráfico de contribuciones directas, Calentamiento global, Envase (A). Extraído de OpenLCA.

El histograma anterior se complementa con el “árbol de contribuciones” otra manera de representar los resultados entregadas por el software. Este diagrama desglosa las contribuciones de los procesos a los flujos y las categorías de impacto, mostrando los totales ascendentes. Desde aquí se puede extraer la incidencia porcentual de cada proceso unitario y/o flujo en el impacto final. En la Figura 25 se presenta el árbol de contribuciones de Calentamiento global del envase de cartón Kraft.

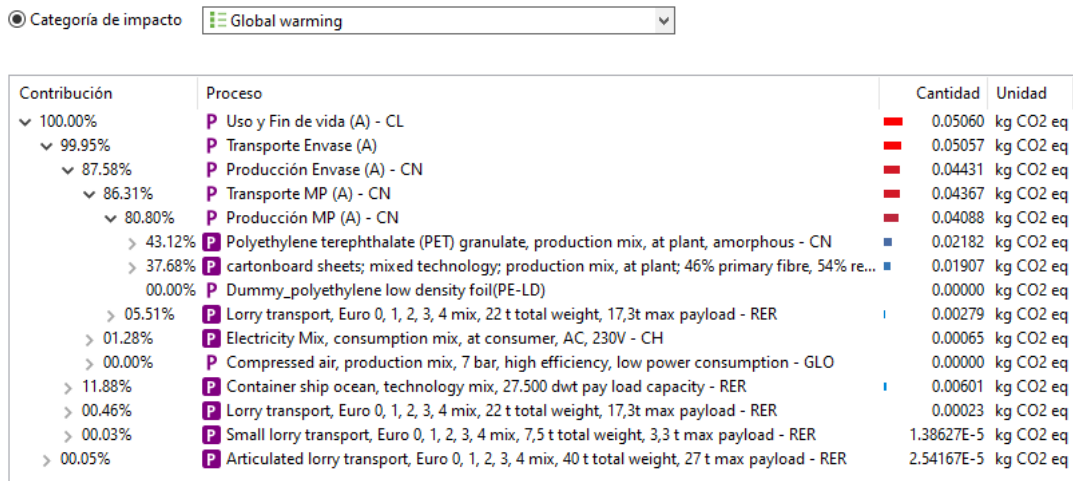


Figura 25. Árbol de contribuciones, Calentamiento global, Envase (A). Extraído de OpenLCA.

Con respecto a la Calentamiento global las mayores contribuciones corresponden a la producción de PET (materia prima) y a la producción de las láminas de cartón (materia prima), seguido del buque portacontenedores oceánico (importación) y transporte por camión (importación). Desde la Figura 25 se evidencia que el 80,8% del impacto se genera en la producción de la materia prima, siendo este proceso unitario el más crítico.

En la Figura 26 se presenta el gráfico de contribuciones directas y en la Figura 27 el árbol de contribuciones de Consumo de agua del envase de cartón Kraft.

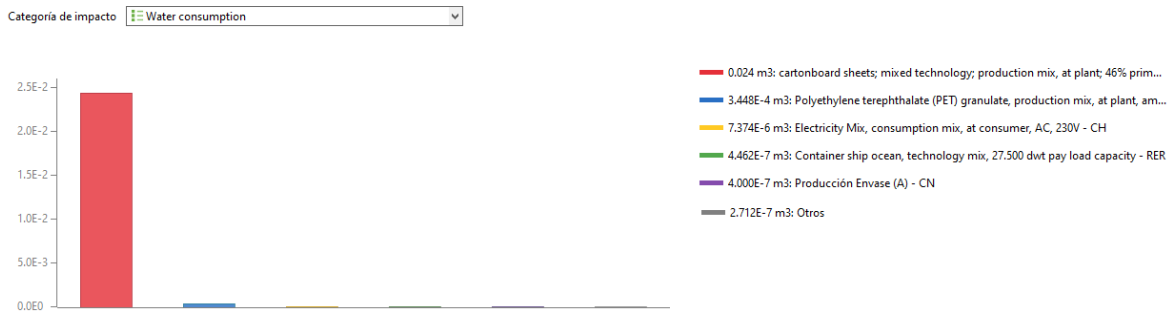


Figura 26. Gráfico de contribuciones directas, Consumo de agua, Envase (A). Extraído de OpenLCA.

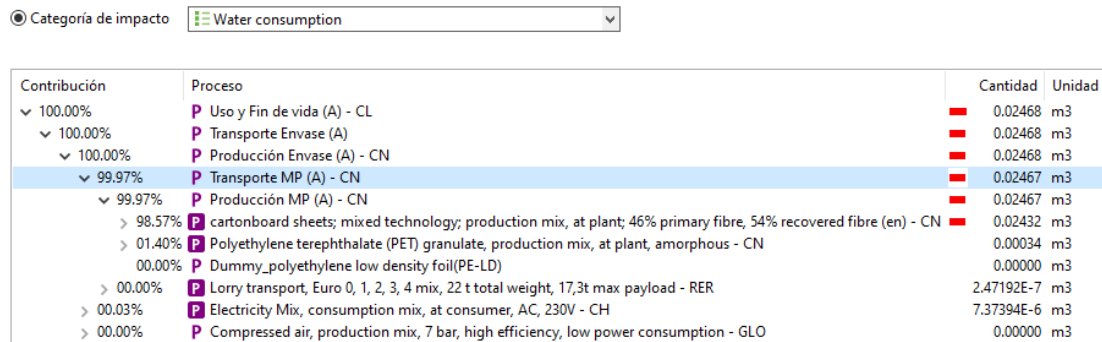


Figura 27. Árbol de contribuciones, Consumo de agua, Envase (A). Extraído de OpenLCA.

Con respecto al Consumo de agua (Figura 30) la principal contribución se debe a la producción de cartón (materia prima), las demás contribuciones resultan irrelevantes. Esto se corrobora desde la Figura 31, donde el árbol de contribuciones indica que el 99,97% del impacto se genera en el proceso unitario de producción de material prima.

Resumiendo, según las dos categorías de impacto analizadas anteriormente, se define que las mayores contribuciones del sistema de producto del Envase (A) se deben a la materia prima utilizada (PET y cartón), y en segunda instancia al proceso de importación (transporte marítimo y terrestre), correspondientes al primer y segundo proceso unitario dentro de la cadena de valor.

#### 4.1.2 Resultados LCIA Envase (B) Aluminio

En la Figura 28 se presenta el diagrama de proceso de todo el ciclo de vida del envase de aluminio, con sus respectivas entradas y salidas.

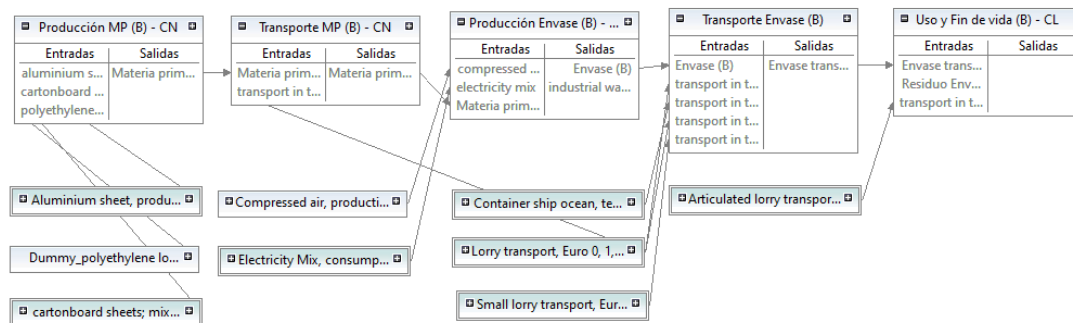


Figura 28. Diagrama de proceso Envase (B) extraído de OpenLCA.

En la Figura 29 se presentan los resultados de la evaluación de impactos del ciclo de vida del envase de aluminio.

Nombre	Resultado de impacto	Unidad
> Terrestrial ecotoxicity	0.00964	kg 1,4-DCB
> Water consumption	0.00388	m3
> Terrestrial acidification	0.00016	kg SO2 eq
> Land use	0.00000	m2a crop eq
> Ozone formation, Terrestrial ecosystems	2.48788E-6	kg NOx eq
> Ozone formation, Human health	1.54498E-6	kg NOx eq
> Mineral resource scarcity	3.71601E-5	kg Cu eq
> Global warming	0.03132	kg CO2 eq
> Human carcinogenic toxicity	0.00049	kg 1,4-DCB
> Stratospheric ozone depletion	8.28373E-9	kg CFC11 eq
> Freshwater ecotoxicity	4.25142E-6	kg 1,4-DCB
> Fossil resource scarcity	0.00000	kg oil eq
> Fine particulate matter formation	4.96993E-5	kg PM2.5 eq
> Ionizing radiation	0.00206	kBq Co-60 eq
> Human non-carcinogenic toxicity	0.00023	kg 1,4-DCB
> Freshwater eutrophication	6.57167E-8	kg P eq
> Marine eutrophication	1.87797E-7	kg N eq
> Marine ecotoxicity	1.62598E-5	kg 1,4-DCB

Figura 29. EICV Envase (B) extraído de OpenLCA.

En la Figura 30 se presenta el gráfico de contribuciones directas y en la Figura 31 el árbol de contribuciones de la categoría de impacto de Calentamiento global del envase de aluminio.

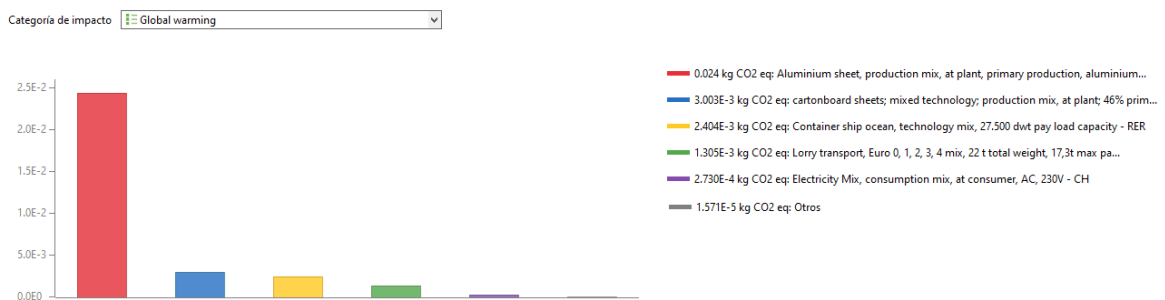


Figura 30. Gráfico de contribuciones directas, Calentamiento global, Envase (B). Extraído de OpenLCA.

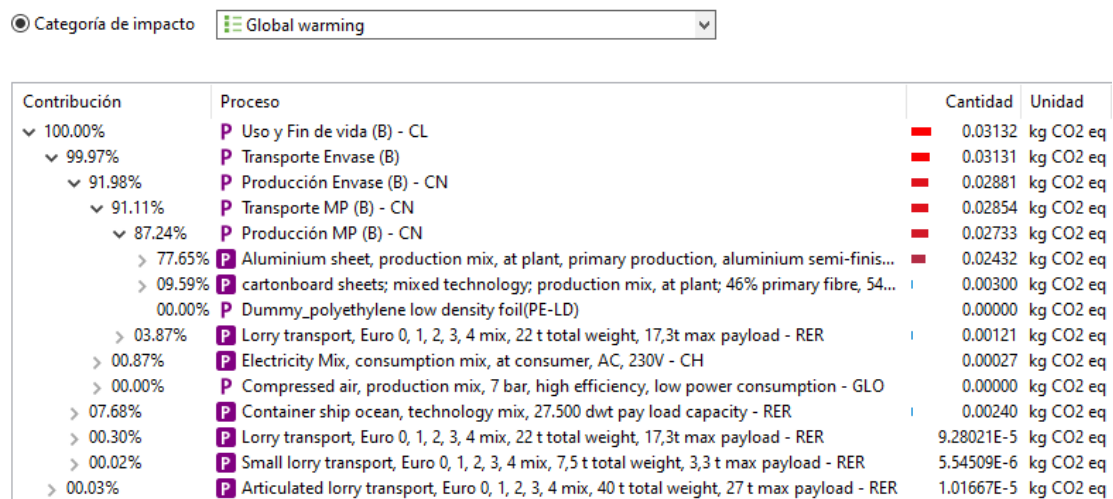


Figura 31. Árbol de contribuciones, Calentamiento global, Envase (B). Extraído de OpenLCA.

Con respecto a la Calentamiento global (Figura 30), las mayores contribuciones corresponden a la producción de las láminas de aluminio (materia prima) y en menor medida a la producción de cartón (materia prima), seguido del buque portacontenedores oceánico (importación) y transporte por camión (importación). Desde el árbol de contribuciones (Figura 31) se extrae que el 87,24% del impacto se genera en la producción de la materia prima, y la producción de las láminas de aluminio es responsable del 77,65% del impacto total.

En la Figura 32 se presenta el gráfico de contribuciones directas y en la Figura 33 el árbol de contribuciones de la categoría de impacto de Consumo de agua del envase de aluminio.

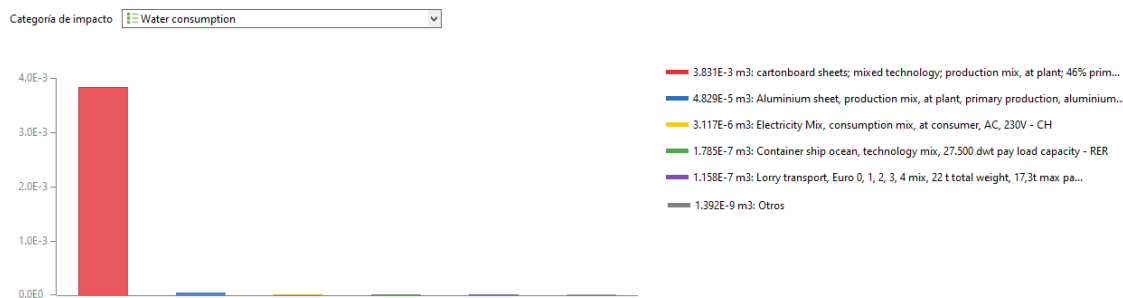


Figura 32. Gráfico de contribuciones directas, Consumo de agua, Envase (B). Extraído de OpenLCA.

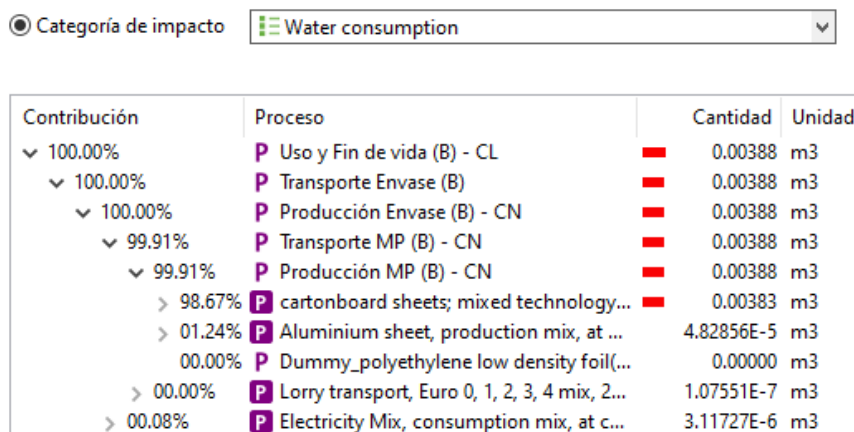


Figura 33. Árbol de contribuciones, Consumo de agua, Envase (B). Extraído de OpenLCA.

Con respecto al Consumo de agua la principal contribución se debe a la utilización de cartón como materia prima de las tapas de los envases, siendo responsable del 98,67% del impacto generado.

Resumiendo, según las dos categorías de impacto analizadas, se define que las mayores contribuciones del sistema de producto del Envase (B) se deben a la materia prima utilizada (principalmente al uso de cartón), correspondiente al primer proceso unitario del ciclo de vida del envase.

#### 4.1.3 Resultados LCIA Envase (C) Plástico

En la Figura 34 se presenta el diagrama de proceso de todo el ciclo de vida del envase de plástico, con sus respectivas entradas y salidas

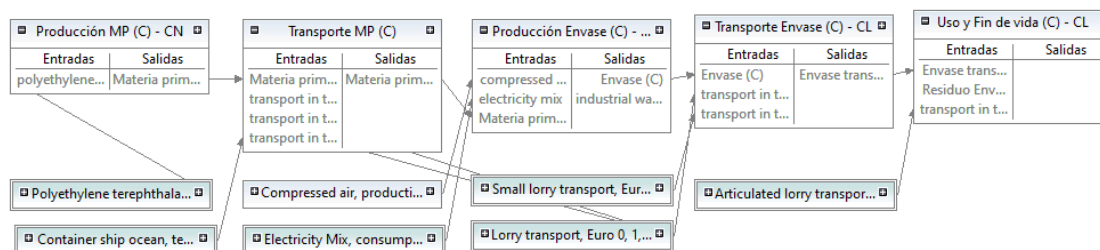


Figura 34. Diagrama de proceso Envase (C) extraído de OpenLCA.

En la Figura 35 se presentan los resultados de la evaluación de impactos del ciclo de vida del envase de plástico.

Nombre	Resultado de impacto	Unidad
> Terrestrial ecotoxicity	0.03040	kg 1,4-DCB
> Water consumption	0.00132	m3
> Terrestrial acidification	0.00047	kg SO2 eq
> Land use	0.00000	m2a crop eq
> Ozone formation, Terrestrial ecosystems	6.61666E-5	kg NOx eq
> Ozone formation, Human health	4.10689E-5	kg NOx eq
> Mineral resource scarcity	1.63565E-7	kg Cu eq
> Global warming	0.09010	kg CO2 eq
> Human carcinogenic toxicity	6.49620E-5	kg 1,4-DCB
> Stratospheric ozone depletion	2.72069E-9	kg CFC11 eq
> Freshwater ecotoxicity	5.50463E-6	kg 1,4-DCB
> Fossil resource scarcity	0.00000	kg oil eq
> Fine particulate matter formation	0.00014	kg PM2.5 eq
> Ionizing radiation	0.00080	kBq Co-60 eq
> Human non-carcinogenic toxicity	4.57970E-5	kg 1,4-DCB
> Freshwater eutrophication	8.34540E-9	kg P eq
> Marine eutrophication	4.97093E-8	kg N eq
> Marine ecotoxicity	2.40115E-5	kg 1,4-DCB

Figura 35. EICV Envase (C) extraído de OpenLCA.

En la Figura 36 se presenta el gráfico de contribuciones directas y en la Figura 37 el árbol de contribuciones de la categoría de impacto de Calentamiento global del envase de plástico.

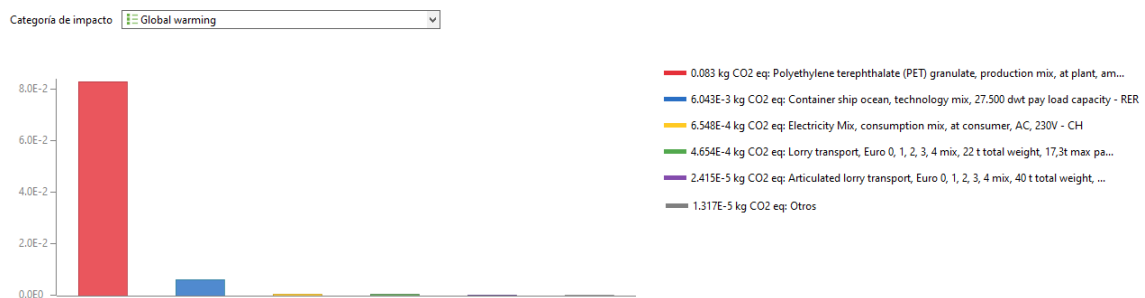


Figura 36. Gráfico de contribuciones directas, Calentamiento global, Envase (C). Extraído de OpenLCA.

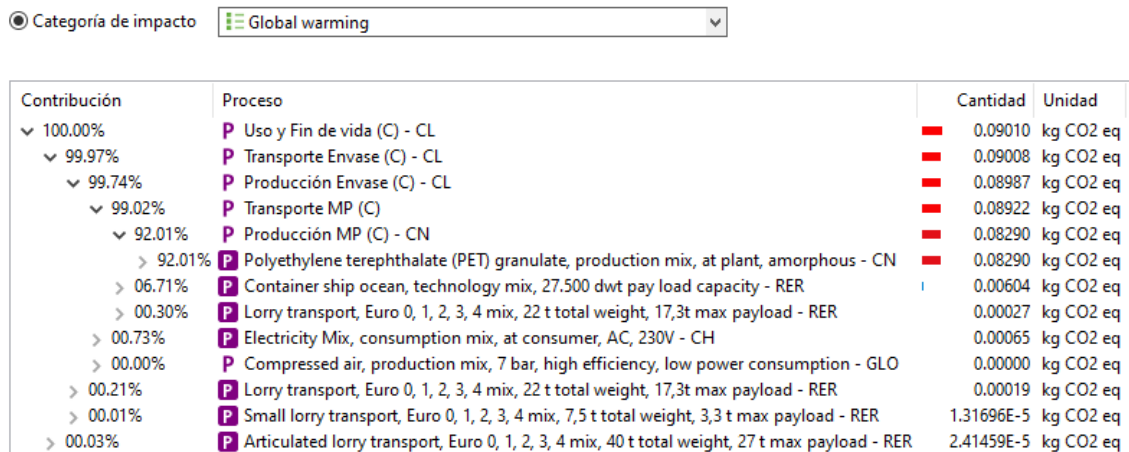


Figura 37. Árbol de contribuciones, Calentamiento global, Envase (C). Extraído de OpenLCA.

Al analizar la Calentamiento global se observa la mayor contribución corresponde a la producción de los gránulos de PET (materia prima), siendo responsable del 92,01% del impacto total generado, en consecuencia, la producción de materia prima el proceso unitario que más contribuye al impacto total en esta categoría de impacto. Otras contribuciones menores se deben al buque portacontenedores oceánico (importación), consumo eléctrico (producción) y transporte por camión (importación).

En la Figura 38 se presenta el gráfico de contribuciones directas y en la Figura 39 el árbol de contribuciones de la categoría de impacto de Consumo de agua del envase de plástico.

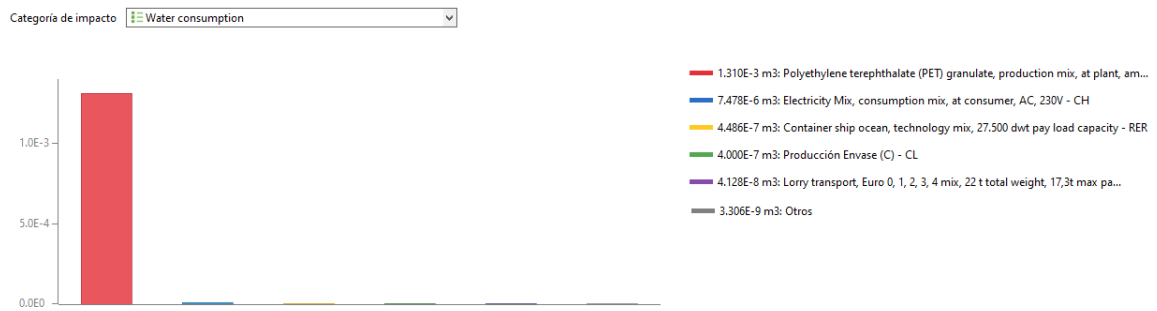


Figura 38. Gráfico de contribuciones directas, Consumo de agua, Envase (C). Extraído de OpenLCA.

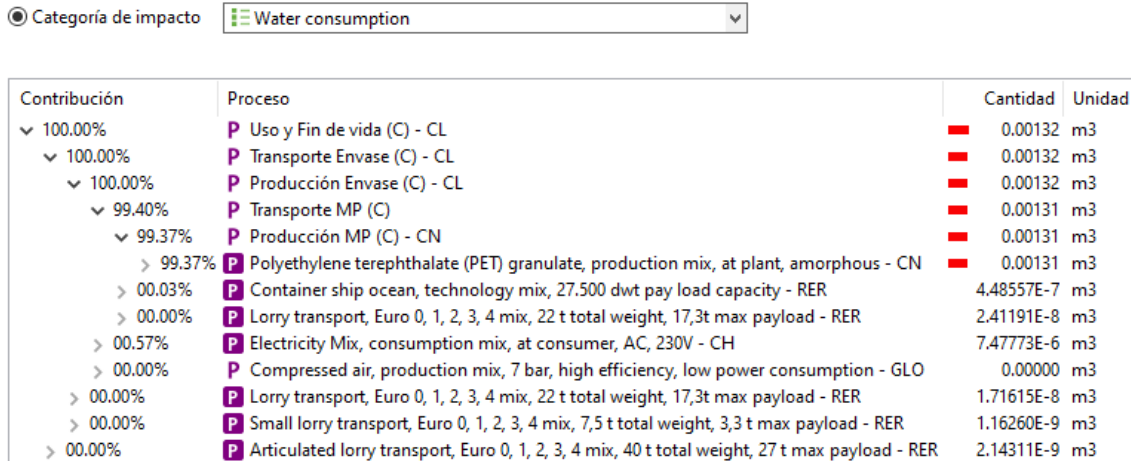


Figura 39. Árbol de contribuciones, Consumo de agua, Envase (C). Extraído de OpenLCA.

En cuanto al consumo de agua, la principal contribución nuevamente se debe a la utilización de PET como materia prima, siendo responsable del 99,37% del impacto generado, en consecuencia, la producción de materia prima es el proceso unitario que más contribuye al impacto de este indicador.

Resumiendo, según las dos categorías de impacto analizadas anteriormente, se define que las mayores contribuciones del sistema de producto del Envase (C) se deben a la materia prima utilizada (PET) siendo este ítem de mayor impacto en todos los indicadores. Las otras contribuciones se deben a la importación, principalmente debido al transporte vía marítima, y a la producción de envases en menor medida debido al consumo eléctrico.

#### 4.1.4 Resultados LCIA Envase (D) Compostable

En la Figura 40 se presenta el diagrama de proceso de todo el ciclo de vida del envase compostable, con sus respectivas entradas y salidas.

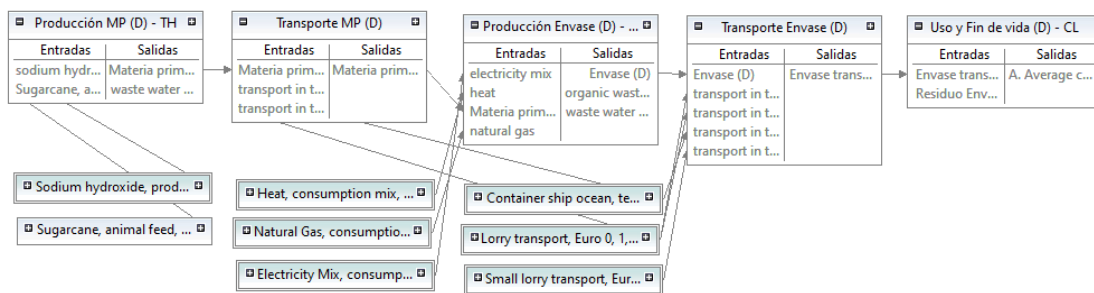


Figura 40. Diagrama de proceso Envase (D) extraído de OpenLCA.

En la Figura 41 se presentan los resultados de la evaluación de impactos del ciclo de vida del envase compostable.

Nombre	Resultado de impacto	Unidad
> Terrestrial ecotoxicity	0.03559	kg 1,4-DCB
> Water consumption	0.01635	m3
> Terrestrial acidification	0.00040	kg SO2 eq
> Land use	0.01401	m2a crop eq
> Ozone formation, Terrestrial ecosystems	1.53355E-5	kg NOx eq
> Ozone formation, Human health	1.22800E-5	kg NOx eq
> Mineral resource scarcity	2.23732E-5	kg Cu eq
> Global warming	0.09390	kg CO2 eq
> Human carcinogenic toxicity	7.65942E-5	kg 1,4-DCB
> Stratospheric ozone depletion	9.05435E-8	kg CFC11 eq
> Freshwater ecotoxicity	0.00068	kg 1,4-DCB
> Fossil resource scarcity	0.00049	kg oil eq
> Fine particulate matter formation	0.00011	kg PM2.5 eq
> Ionizing radiation	0.00179	kBq Co-60 eq
> Human non-carcinogenic toxicity	0.01023	kg 1,4-DCB
> Freshwater eutrophication	9.76221E-6	kg P eq
> Marine eutrophication	2.38658E-5	kg N eq
> Marine ecotoxicity	0.00028	kg 1,4-DCB

Figura 41. EICV Envase (D) extraído de OpenLCA.

En la Figura 42 se presenta el gráfico de contribuciones directas y en la Figura 43 el árbol de contribuciones de la categoría de impacto de Calentamiento global del envase compostable.

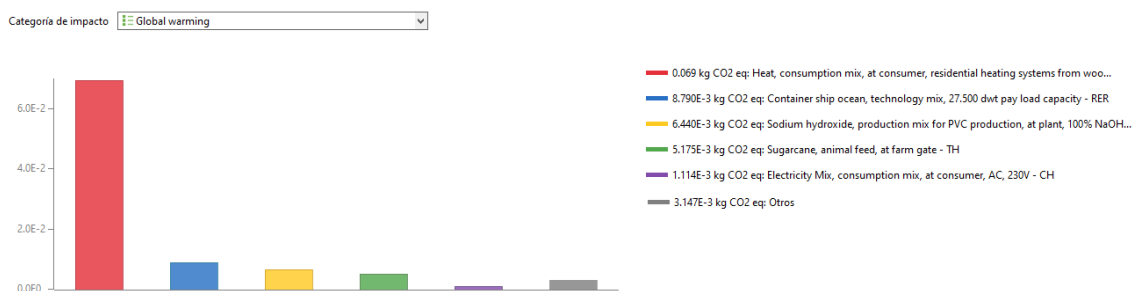


Figura 42. Gráfico de contribuciones directas, Calentamiento global, Envase (D). Extraído de OpenLCA.

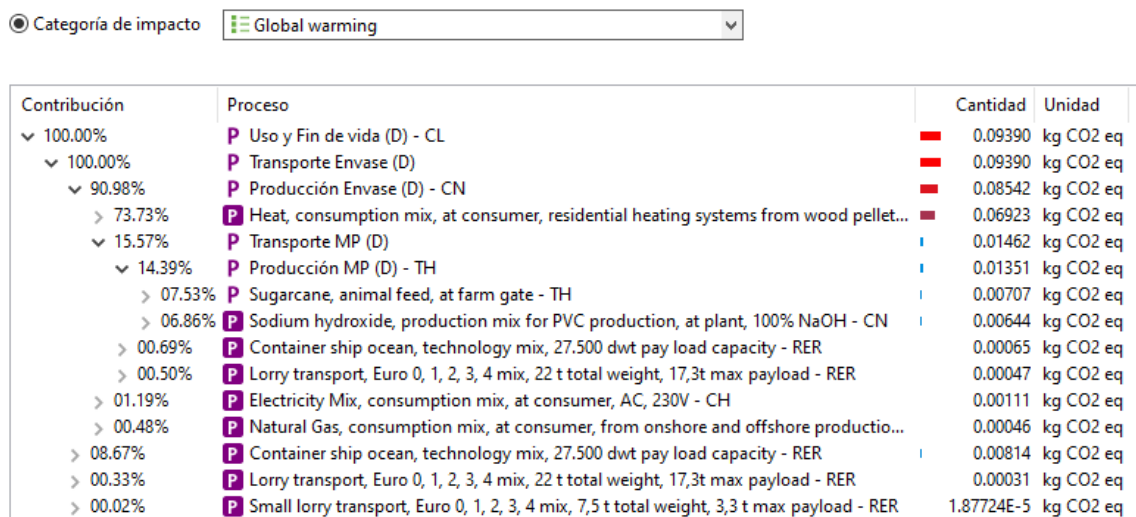


Figura 43. Árbol de contribuciones, Calentamiento global, Envase (D). Extraído de OpenLCA.

Analizando la Calentamiento global, se extrae que las mayores contribuciones corresponden al calor utilizado en la producción de los envases, siendo responsable del 73,73% del impacto generado. En esta ocasión, el proceso unitario que genera más impacto ambiental corresponde a la producción de los envases, con un 90,98% de contribución, de la cual solo el 15,57%

corresponde a la producción y transporte de la materia prima, 7,53% debido a la caña de azúcar y 6,86% del hidróxido de sodio. Otras contribuciones menores se deben al buque portacontenedores oceánico (importación), uso de hidróxido de sodio (materia prima) y caña de azúcar (materia prima).

En la Figura 44 se presenta el gráfico de contribuciones directas y en la Figura 45 el árbol de contribuciones de la categoría de impacto de Consumo de agua del envase compostable.



Figura 44. Gráfico de contribuciones directas, Consumo de agua, Envase (D). Extraído de OpenLCA.

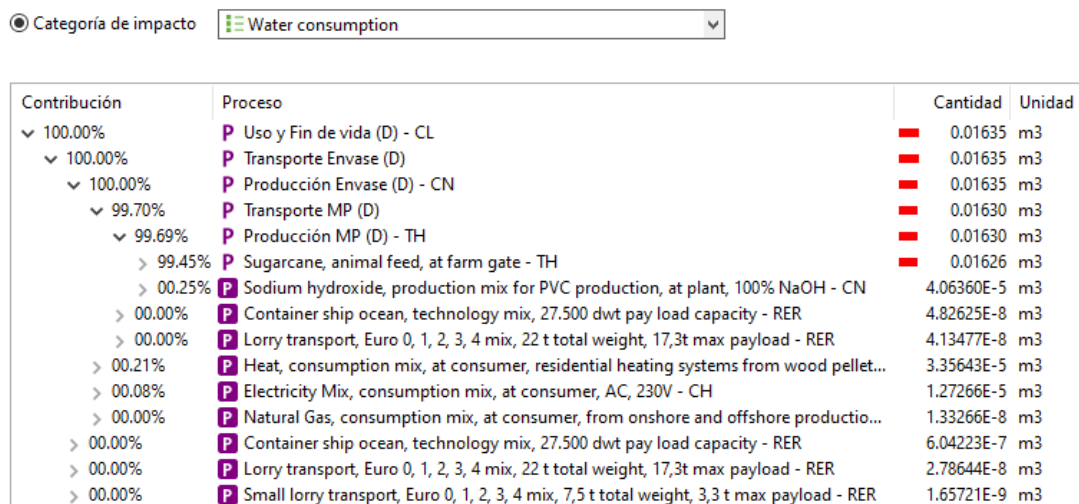


Figura 45. Árbol de contribuciones, Consumo de agua, Envase (D). Extraído de OpenLCA.

En relación con el Consumo de agua, la principal contribución se debe a la mantención de los cultivos de caña de azúcar (materia prima), siendo responsable del 99,45% del impacto generado en esta categoría de impacto.

Resumiendo, según las dos categorías de impacto analizadas, se define que las mayores contribuciones del sistema de producto del Envase (D) se distribuyen a lo largo del ciclo de vida, principalmente en la producción de los envases debido al uso de energía, al uso de materia prima, principalmente a la caña de azúcar, y como contribuciones menores se tiene la importación, debido al transporte marítimo.

De manera general, los 4 tipos de envases de un solo uso presentan un comportamiento similar con respecto a su desempeño ambiental, coincidiendo en que la extracción de materia prima es el proceso unitario con mayor carga ambiental para los envases de cartón, aluminio y plástico, y la producción de los envases en el caso de los envases compostables. Entre otras contribuciones menores es responsabilidad de la importación (tanto de materia prima como de envases) principalmente debido al transporte marítimo.

#### 4.1.5 Resultados LCIA Envase (R) Reutilizable

En la Figura 46 se presenta el diagrama de proceso de todo el ciclo de vida del envase reutilizable, con sus respectivas entradas y salidas

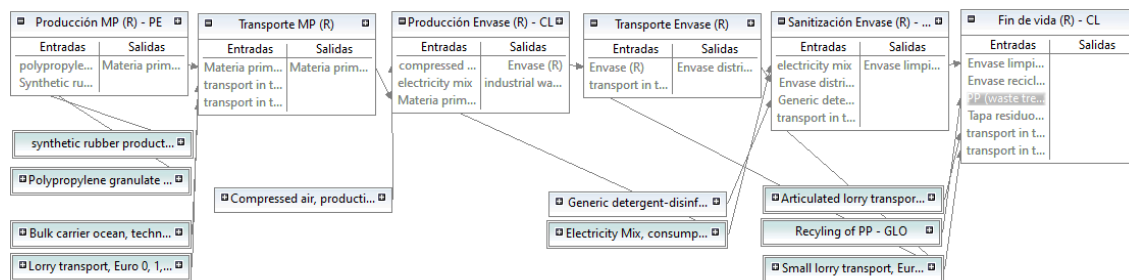


Figura 46. Diagrama de proceso Envase (R) extraído de OpenLCA.

En la Figura 47 se presentan los resultados de la evaluación de impactos del ciclo de vida del envase reutilizable.

Nombre	Resultado de impacto	Unidad
> Terrestrial ecotoxicity	0.55384	kg 1,4-DCB
> Water consumption	0.01389	m3
> Terrestrial acidification	0.00237	kg SO2 eq
> Land use	0.00806	m2a crop eq
> Ozone formation, Terrestrial ecosystems	0.00073	kg NOx eq
> Ozone formation, Human health	0.00062	kg NOx eq
> Mineral resource scarcity	0.00103	kg Cu eq
> Global warming	0.97196	kg CO2 eq
> Human carcinogenic toxicity	0.00847	kg 1,4-DCB
> Stratospheric ozone depletion	9.25092E-7	kg CFC11 eq
> Freshwater ecotoxicity	0.00646	kg 1,4-DCB
> Fossil resource scarcity	0.14391	kg oil eq
> Fine particulate matter formation	0.00079	kg PM2.5 eq
> Ionizing radiation	0.61775	kBq Co-60 eq
> Human non-carcinogenic toxicity	0.19639	kg 1,4-DCB
> Freshwater eutrophication	0.00011	kg P eq
> Marine eutrophication	1.25161E-5	kg N eq
> Marine ecotoxicity	0.00918	kg 1,4-DCB

Figura 47. EICV Envase (R) extraído de OpenLCA.

En la Figura 48 se presenta el gráfico de contribuciones directas y en la Figura 49 el árbol de contribuciones de la categoría de impacto de Calentamiento global del envase reutilizable.

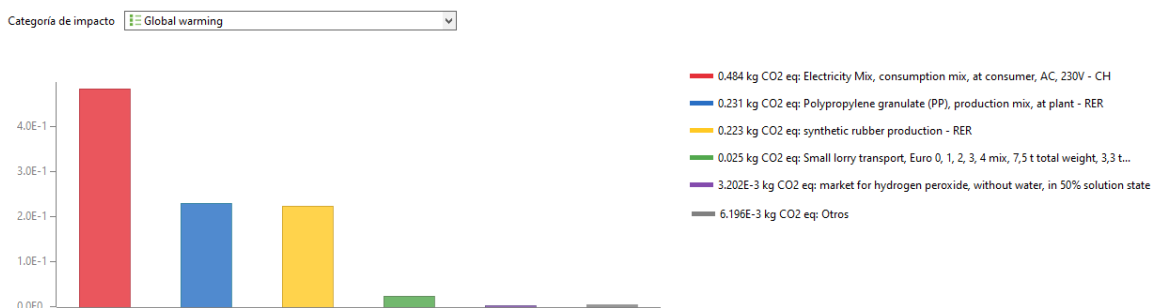


Figura 48. Gráfico de contribuciones directas, Calentamiento global, Envase (R). Extraído de OpenLCA.

● Categoría de impacto Global warming

Contribución	Proceso	Cantidad	Unidad
100.00%	Fin de vida (R) - CL	0.97196	kg CO2 eq
99.98%	Sanitización Envase (R) - CL	0.97173	kg CO2 eq
49.25%	Electricity Mix, consumption mix, at consumer, AC, 230V - CH	0.47867	kg CO2 eq
47.87%	Transporte Envase (R)	0.46533	kg CO2 eq
47.53%	Producción Envase (R) - CL	0.46198	kg CO2 eq
46.97%	Transporte MP (R)	0.45652	kg CO2 eq
46.68%	Producción MP (R) - PE	0.45372	kg CO2 eq
23.74%	Polypropylene granulate (PP), production mix, at plant - RER	0.23070	kg CO2 eq
22.94%	synthetic rubber production - RER	0.22302	kg CO2 eq
00.16%	Lorry transport, Euro 0, 1, 2, 3, 4 mix, 22 t total weight, 17,3t max payload - RER	0.00157	kg CO2 eq
00.13%	Bulk carrier ocean, technology mix, 100.000-200.000 dwt - RER	0.00123	kg CO2 eq
00.56%	Electricity Mix, consumption mix, at consumer, AC, 230V - CH	0.00546	kg CO2 eq
00.00%	Compressed air, production mix, 7 bar, high efficiency, low power consumption - GLO	0.00000	kg CO2 eq
00.34%	Small lorry transport, Euro 0, 1, 2, 3, 4 mix, 7,5 t total weight, 3,3 t max payload - RER	0.00334	kg CO2 eq
02.18%	Small lorry transport, Euro 0, 1, 2, 3, 4 mix, 7,5 t total weight, 3,3 t max payload - RER	0.02123	kg CO2 eq
00.67%	Generic detergent-disinfectant, at plant - RER	0.00650	kg CO2 eq
00.01%	Small lorry transport, Euro 0, 1, 2, 3, 4 mix, 7,5 t total weight, 3,3 t max payload - RER	0.00014	kg CO2 eq
00.01%	Articulated lorry transport, Euro 0, 1, 2, 3, 4 mix, 40 t total weight, 27 t max payload - RER	9.29829E-5	kg CO2 eq

Figura 49. Árbol de contribuciones, Calentamiento global, Envase (R). Extraído de OpenLCA.

Con respecto al Calentamiento global, las mayores contribuciones corresponden al consumo de energía eléctrica correspondiente a la sanitización de los envases, siendo responsable del 49,25% del impacto generado. Le sigue la producción de materia prima correspondiente al 46,68% del impacto generado, donde el PP del cuerpo del envase contribuye en un 23,74% y el copolímero de la tapa en un 22,94%.

En la Figura 50 se presenta el gráfico de contribuciones directas y en la Figura 51 el árbol de contribuciones de la categoría de impacto de Consumo de agua del envase reutilizable.

Categoría de impacto Water consumption

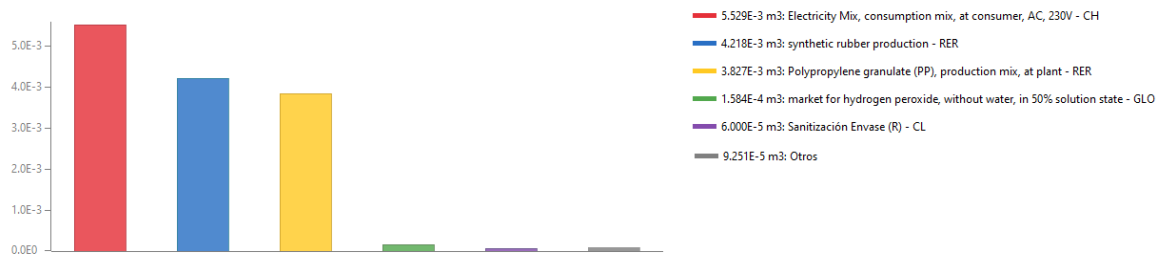


Figura 50. Gráfico de contribuciones directas, Consumo de agua, Envase (R). Extraído de OpenLCA.

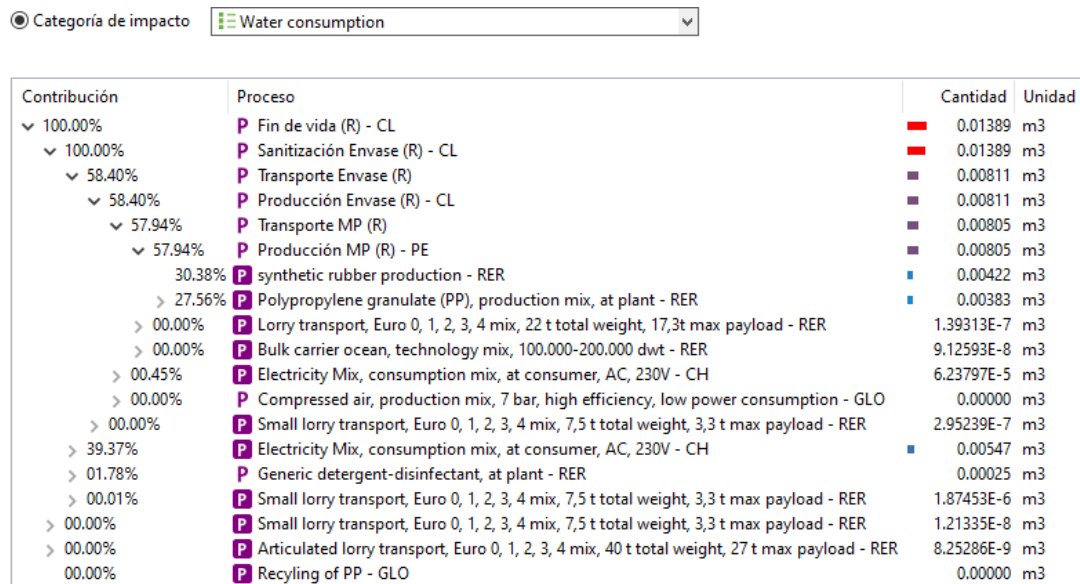


Figura 51. Árbol de contribuciones, Consumo de agua, Envase (R). Extraído de OpenLCA.

En relación con el Consumo de agua, nuevamente las principales contribuciones se deben al uso de energía eléctrica (58,4%) en la sanitización de los envases, la producción del copolímero (30,38%) y producción del PP (27,56%).

Resumiendo, según las dos categorías de impacto analizadas, se define que las mayores contribuciones del sistema de producto del Envase (R) se distribuyen a lo largo del ciclo de vida, principalmente en el proceso unitario de sanitización de los envases debido a la demanda de energía eléctrica, y al proceso unitario de producción de materia prima, en coincidencia con los envases de un solo uso.

Ya teniendo el análisis de cada tipo de envase de manera independiente, se procede a realizar un análisis comparativo entre todos los tipos de envases.

## 4.2 Comparación perfil ambiental de envases (A), (B), (C), (D) y (R)

A continuación, se presentan los resultados del proyecto realizado en OpenLCA en donde se comparan los impactos de los envases de un solo uso con los envases reutilizables. Cabe destacar que la comparación corresponde al uso de 200 envases de un solo uso versus 200 ciclos de uso de un envase reutilizable.

### 4.2.1 Resultados EICV de las variantes del proyecto

La Tabla 12 muestra los resultados de la evaluación de impactos del ciclo de vida por categoría de impacto según el método Recipe Midpoint para cada una de las variantes de proyecto. Cada categoría LCIA seleccionada se muestra en las filas y las variantes del proyecto en las columnas.

Tabla 12. Resultado LCIA del proyecto. Información extraída de OpenLCA.

Indicador	Kraft	Aluminio	PET	Compostable	Reutilizable	Unit
Fine particulate matter formation	1,55,E-02	9,94,E-03	1,87,E-02	2,09,E-02	6,39,E-04	kg PM2.5 eq
Fossil resource scarcity	0,00,E+00	0,00,E+00	0,00,E+00	9,84,E-02	1,44,E-01	kg oil eq
Freshwater ecotoxicity	7,18,E-04	8,50,E-04	6,03,E-04	1,37,E-01	6,45,E-03	kg 1,4-DCB
Freshwater eutrophication	7,15,E-05	1,31,E-05	1,18,E-06	1,95,E-03	1,06,E-04	kg P eq
Global warming	8,00,E+00	6,26,E+00	9,97,E+00	1,73,E+01	8,34,E-01	kg CO2 eq
Human carcinogenic toxicity	9,41,E-03	9,74,E-02	6,71,E-03	1,41,E-02	8,36,E-03	kg 1,4-DCB
Human non-carcinogenic toxicity	4,32,E-02	4,60,E-02	6,85,E-03	2,05,E+00	1,96,E-01	kg 1,4-DCB
Ionizing radiation	3,36,E-01	4,11,E-01	1,60,E-01	3,58,E-01	6,18,E-01	kBq Co-60 eq
Land use	0,00,E+00	0,00,E+00	0,00,E+00	2,80,E+00	8,06,E-03	m2a crop eq
Marine ecotoxicity	3,76,E-03	3,25,E-03	2,97,E-03	5,66,E-02	9,15,E-03	kg 1,4-DCB
Marine eutrophication	1,71,E-04	3,76,E-05	6,60,E-06	4,77,E-03	1,25,E-05	kg N eq
Mineral resource scarcity	1,78,E-04	7,43,E-03	3,08,E-05	4,47,E-03	1,03,E-03	kg Cu eq
Ozone formation, Human health	1,51,E-03	3,09,E-04	4,32,E-03	1,73,E-03	5,57,E-04	kg NOx eq
Ozone formation, Terrestrial	2,43,E-03	4,98,E-04	6,95,E-03	1,89,E-03	6,26,E-04	kg NOx eq
Stratospheric ozone depletion	2,01,E-06	1,66,E-06	5,44,E-07	1,81,E-05	9,25,E-07	kg CFC11 eq
Terrestrial acidification	5,06,E-02	3,23,E-02	6,36,E-02	7,45,E-02	1,86,E-03	kg SO2 eq
Terrestrial ecotoxicity	2,24,E+00	1,93,E+00	3,19,E+00	6,58,E+00	5,04,E-01	kg 1,4-DCB
Water consumption	4,90,E+00	7,77,E-01	1,37,E-01	3,25,E+00	1,17,E-02	m3

Los indicadores de Calentamiento global de mayor a menor son: 17,275 [kg CO<sub>2</sub> eq.] para los envases compostables, 9,972 [kg CO<sub>2</sub> eq.] para los envases de plástico, 8,001 [kg CO<sub>2</sub> eq.] para los envases de cartón, 6,265 [kg CO<sub>2</sub> eq.] para los envases de aluminio, y solo 0,834 [kg CO<sub>2</sub> eq.] para los envases reutilizables. Se demuestra una reducción considerable en la huella de carbono de los sistemas de envases reutilizables.

Los indicadores de Consumo de agua de mayor a menor son: 3,245 [m<sup>3</sup>] para los envases compostables, 4,902 [m<sup>3</sup>] para los envases de cartón, 0,777 [m<sup>3</sup>] para los envases de aluminio, 0,137 [m<sup>3</sup>] para los envases de plástico y solo 0,012 [m<sup>3</sup>] para los envases reutilizables. Este indicador también presenta una gran disminución de impacto de los sistemas de envases reutilizables.

Cómo complemento a la información anterior, se indican los resultados de los indicadores obtenidos en la Tabla 13, en donde se calcula el promedio de los indicadores de los envases de un solo uso de los materiales convencionales (Kraft, aluminio y PET) y se compara la reducción porcentual de los indicadores de los envases reutilizables versus los envases de un solo uso y los envases compostables.

Con respecto al Calentamiento global, los envases reutilizables generan 90% menos impacto que los envases de un solo uso y 95% menos impacto que los envases compostables. Y en Consumo de agua, los envases reutilizables generan 99% menos impacto que los envases de un solo uso y alrededor de 100% menos impacto que los envases compostables.

Tabla 13. Indicadores de envases de un solo uso vs envases reutilizables.

Indicadores	Unidad	Envase			% reducción	
		1 solo uso	Compostable	Reutilizable	vs 1 solo uso	vs compostable
1. Calentamiento global	kg Coe eq.	8,079	17,275	0,834	90%	95%
2. Consumo de agua	L	1934	324000	12	99%	99,996%

#### 4.2.2 Resultados relativos

El siguiente gráfico muestra los resultados relativos de los indicadores de las respectivas variantes del proyecto. Para cada indicador, el resultado máximo se fija en el 100% y los resultados de las demás variantes se muestran en relación con este resultado.

Para un mejor análisis de los resultados, la información entregada en la Figura 52 se extrapola a la Tabla 14. Desde aquí se extrae que el envase con mayor cantidad de predominancia en los indicadores es el Envase (D) compostable, con 11/18 indicadores máximos, le siguen el Envase (B) aluminio y Envase (C) PET con 2/18 indicadores máximos y finalmente el Envase (A) Kraft y Envase (R) reutilizable con 1/18 indicadores máximos.

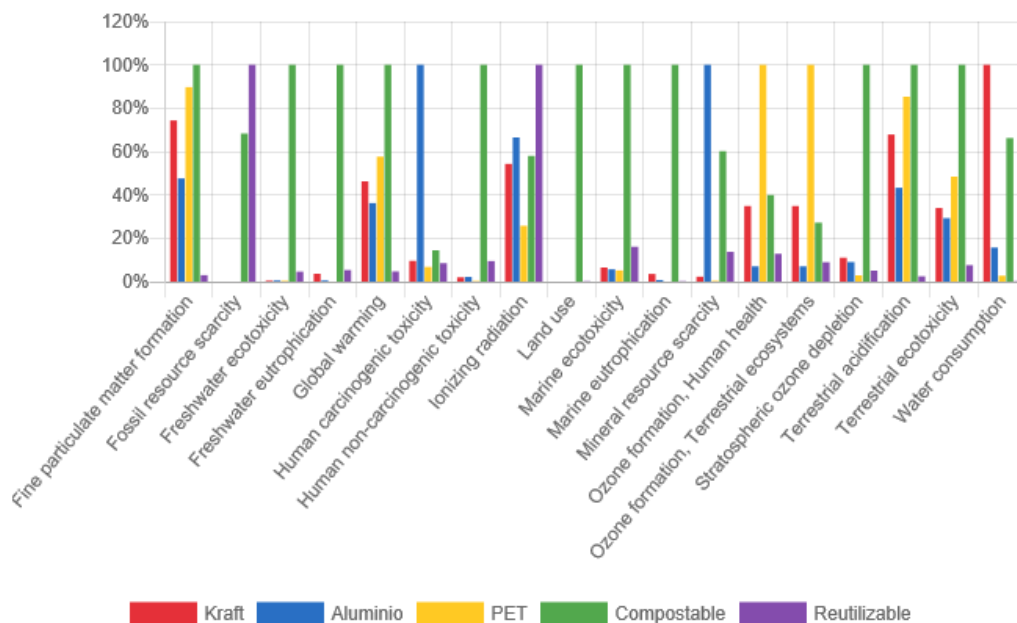


Figura 52. Gráfico relativo de impactos de envases. Extraído de OpenLCA.

Con respecto a los indicadores seleccionados como más relevantes a evaluar, el Envase (D) compostable presenta un mayor indicador de Calentamiento global debido a los requerimientos energéticos de la producción de los envases. Por otro lado, el Envase (A) de cartón Kraft presenta un mayor indicador de Huella Hídrica, debido a la mantención de los cultivos de árboles para la producción de la celulosa relacionada a la materia prima.

Al calcular el promedio de los resultados relativos de todas las categorías de impacto, se obtiene un 27% de impacto para el Envase (A), un 26% para el Envase (B), un 29% para el Envase (C), un 80% para el Envase (D) y un 17% para el Envase (R) como se indica en la Tabla 14. De antemano, se podría concluir que el envase menos favorable ambientalmente es el envase compostable y el que mejor desempeño ambiental presenta es el envase reutilizable.

Tabla 14. Indicadores relativos para Envases (A), (B), (C), (D) y (R).

Indicadores	Envase de				
	(A) Kraft	(B) Aluminio	(C) PET	(D) C. azúcar	(R) Reutilizable
1. Formación material particulado	74%	48%	90%	100%	3%
2. Escasez de recursos fósiles	0%	0%	0%	68%	100%
3. Ecotoxicidad acuática	1%	1%	0%	100%	5%
4. Eutrofización acuática	4%	1%	0%	100%	5%
5. Calentamiento global	46%	36%	58%	100%	5%
6. Toxicidad humana (carcinógenos)	10%	100%	7%	15%	9%
7. Toxicidad humana (no carcinógenos)	2%	2%	0%	100%	10%
8. Radiación ionizante	54%	67%	26%	58%	100%
9. Uso de suelo	0%	0%	0%	100%	0%
10. Ecotoxicidad marina	7%	6%	5%	100%	16%
11. Eutrofización marina	4%	1%	0%	100%	0%
12. Escasez de recursos minerales	2%	100%	0%	60%	14%
13. Formación de ozono, salud humana	35%	7%	100%	40%	13%
14. Formación de ozono, ecosistemas	35%	7%	100%	27%	9%
15. Agotamiento del ozono estratosférico	11%	9%	3%	100%	5%
16. Acidificación terrestre	68%	43%	85%	100%	2%
17. Ecotoxicidad terrestre	34%	29%	49%	100%	8%
18. Consumo de agua	100%	16%	3%	66%	0%
<i>Promedio</i>	27%	26%	29%	80%	17%
<i>N° de categorías con mayor impacto</i>	1	2	2	11	1

De todas maneras, cabe mencionar, que lo recién expuesto es considerando el mismo nivel de relevancia para todos los indicadores. Por lo que, para hacer una lectura más precisa, se realiza el mismo análisis, pero ahora considerando solo los indicadores más importantes según los siguientes porcentajes de relevancia:

- Calentamiento global (Huella de carbono) (60%)
- Consumo de agua (Huella Hídrica) (40%)

Los resultados se encuentran en la Tabla 15, en donde se recalcula la ponderación de impactos acorde a los porcentajes de relevancia recién mencionados y luego se vuelve a normalizar asignándole un porcentaje del 100% a la categoría de envase con mayor resultado, en este caso, correspondiente al Envase (D) compostable.

Tabla 15. Ponderación de impactos de indicadores relevantes.

Indicadores	% Relevancia	Envase de				
		(A) Kraft	(B) Aluminio	(C) PET	(D) C. azúcar	(R) Reutilizable
1. Calentamiento global	60%	46%	36%	58%	100%	5%
2. Consumo de agua	40%	100%	16%	3%	66%	0%
<i>Ponderación según relevancia</i>		68%	28%	36%	86%	3%
<i>Normalización según relevancia ponderada</i>		78%	32%	42%	100%	3%

Desde acá se puede observar que, de todas las categorías de envases, los envases reutilizables son los que generan el menor impacto ambiental (3%). De manera preliminar, se podría decir que un sistema de envases reutilizables es la opción con un mejor desempeño ambiental ya que es la

opción que potencialmente genera menos impacto en el medio ambiente. Luego de los reutilizables le siguen los envases de aluminio (32%) y los envases de PET (42%), ambos presentan un menor impacto ambiental debido la naturaleza de los materiales y la ligereza de los envases. Luego le siguen los envases de cartón Kraft (78%) donde el aumento del impacto ambiental se debe principalmente a la demanda hídrica de las plantaciones de árboles desde donde se obtiene la celulosa. Y finalmente, los impactos son liderados por los envases compostables (100%), debido a la alta demanda de recursos naturales y energéticos para la obtención de la materia prima relacionada a los cultivos de caña de azúcar, y posteriormente a las exigencias en cuanto a recursos energéticos durante la producción de estos envases, sumado a las altas distancias que recorren las materias primas y envases durante todo el ciclo de vida.

Cabe mencionar que, los impactos generados por los envases compostables se distribuyen en varias fases de la cadena de valor, pero se concentran principalmente en la fase de producción, debido a la alta demanda de recursos energéticos de éstos, ya que son procesos productivos que están aún en una fase temprana de desarrollo. Por otro lado, los envases de aluminio presentan un mejor desempeño ambiental debido al empleo de tecnologías de producción altamente optimizadas, además de ser envases muy ligeros en comparación a los demás envases.

#### 4.2.3 Resultados de un solo indicador: Calentamiento global

En la Figura 53 Figura 53. Indicador: Calentamiento global, para todas las variantes del proyecto. se muestra los resultados individuales de cada variante del proyecto para el indicador seleccionado. La variante con mayor indicador de Calentamiento global corresponde al Envase (D) compostable, seguido del Envase (C) PET, Envase (A) Kraft, Envase (B) aluminio y finalmente, Envase (R) reutilizable, siendo estos últimos los que menos contribuyen al calentamiento global debido a la emisión de gases de efecto invernadero considerablemente menor en comparación a cualquier envase de un solo uso aquí analizado.

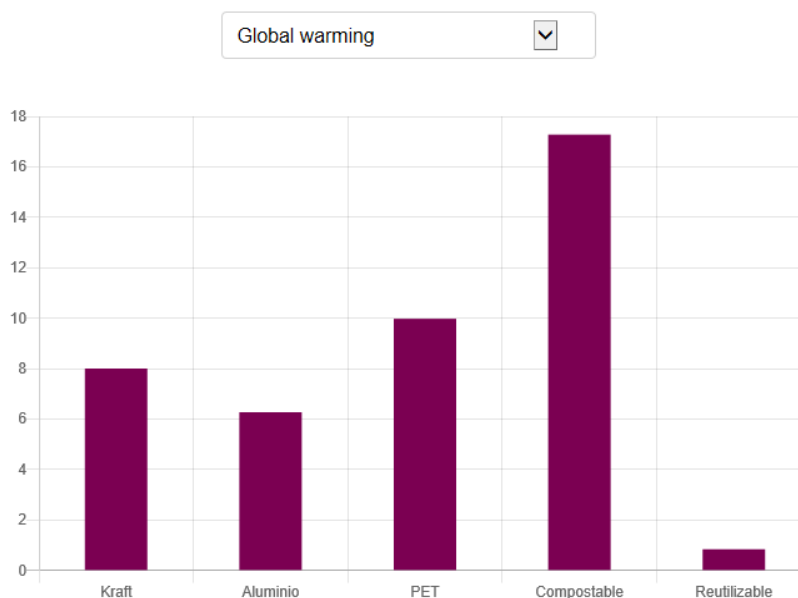


Figura 53. Indicador: Calentamiento global, para todas las variantes del proyecto.

#### 4.2.4 Resultados de un solo indicador: Consumo de agua

El la Figura 54 se muestra los resultados individuales de cada variante del proyecto para el indicador seleccionado. La variante con mayor indicador en Consumo de agua corresponde al Envase (A) Kraft, seguido del Envase (D) compostable, el Envase (B) aluminio, el Envase (C) PET y finalmente, Envase (R) reutilizable, siendo estos últimos los que menos contribuyen a la

escasez hídrica debido al consumo de agua considerablemente menor en comparación a cualquier envase de un solo uso aquí analizado. Estos resultados se deben principalmente a que la cantidad de recursos necesarios para lavar un envase es mucho menor que los recursos necesarios para fabricar un envase nuevo.

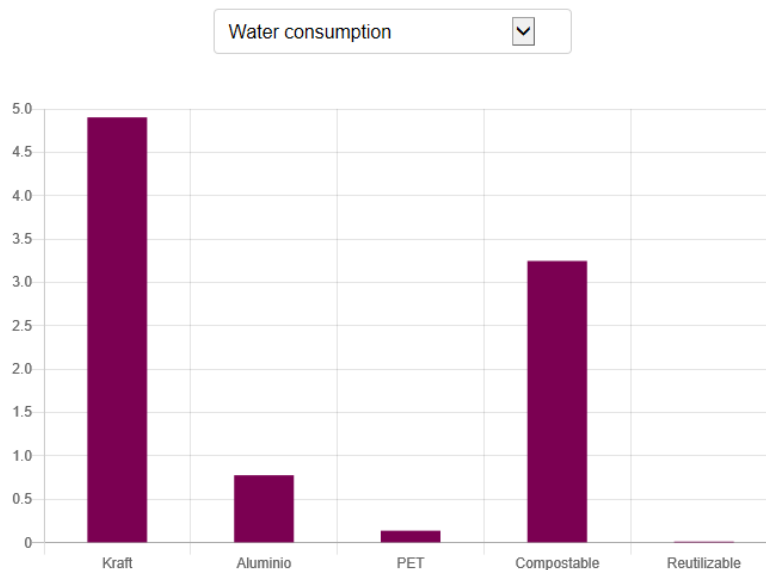


Figura 54. Indicador: Consumo de agua, para todas las variantes del proyecto.

#### 4.2.5 Basura evitada

Otras de las métricas que no son entregadas por el *software* pero que son posibles de calcular e interesante de analizar es la cantidad de residuos evitados y los puntos de equilibrio de los envases reutilizables. Con respecto a los residuos evitados al utilizar envases reutilizables, considerando la aversión de los usuarios a la generación de residuos, es que es vuelve importante destacar esta métrica. En la Tabla 16 se indican los kilos de residuos evitados de cada categoría de envases de un solo uso al utilizar un envase reutilizable (equivalente a 200 envases de un solo uso). Aquí se destaca que más que el peso de residuo evitado, hay que recordar que son residuos que terminan en ecosistemas de difícil recolección. Además, la generación de estos residuos genera un rechazo en los/as usuarios/as cada vez que arrojan a la basura un envase de un solo uso, que en este análisis corresponde a 200 veces, por lo que un envase reutilizable estaría evitando este patrón conductual repetitivo, mejorando así de manera considerable la experiencia de usuario.

#### 4.2.6 Puntos de equilibrio

Finalmente, se sabe que la fabricación de envases duraderos que están diseñados para su reutilización requiere más energía y recursos que los envases destinados a un solo uso y, por lo tanto, deben reutilizarse una determinada cantidad de veces para extraer suficiente valor de las materias primas. Para definir esto, se establecen los “puntos de equilibrio”, que son aquellos puntos en que los impactos ambientales de los envases reutilizables superan (o son comparables) a los de los envases de un solo. En otras palabras, el punto de equilibrio indica la cantidad mínima de veces que un envase debe ser reutilizado para que tenga un mejor desempeño ambiental que las alternativas de un solo uso. Para obtener esta métrica, se varía el número de ciclos y la cantidad de envases reutilizables de cada categoría de envase en las modelaciones de OpenLCA hasta que ambas cargas ambientales se hacen comparables. Bajo este procedimiento, se obtiene un punto de equilibrio de 5 ciclos de uso al comparar con los envases de cartón Kraft, 10 ciclos de usos para los envases de aluminio, 6 ciclos de usos para los envases plásticos y finalmente, tan solo 4 ciclos

de uso para los envases compostables (Tabla 16). Desde estos números de ciclos en adelante la opción reutilizable comienza a tener un mejor desempeño ambiental que las opciones desechables.

Tabla 16. Indicadores: Basura evitada y Punto de equilibrio de envase reutilizable.

Métricas	Unidad	(A) Kraft	(B) Aluminio	(C) PET	(D) C. azúcar
Basura evitada	kg	4,80	1,92	4,56	6,50
Punto de equilibrio	Ciclos de uso	5	10	6	4

#### 4.2.7 Análisis de sensibilidad complementarios

Para complementar el análisis ambiental se realizaron modelaciones bajo otros dos escenarios (Anexo I):

- 1) Fabricación de los envases en China: En este escenario se consideró la fabricación de los envases reutilizables en China con materia prima del mismo sector y se obtuvo que la producción en Chile genera 4% menos impacto que la producción en China. Esto se debe principalmente a las distancias de transporte de la materia prima y los productos.
- 2) Lavado manual de los envases: En este escenario se considera el lavado manual de los envases (es decir, en un lavadero de cocina tradicional y detergente común) y se obtuvo que este escenario genera 49% menos impacto que el lavado industrial. Esto se debe principalmente a que el lavado industrial requiere mucha más electricidad por el uso de los equipos. A pesar de que el lavado manual tiene un mejor rendimiento ambiental, la decisión sobre el tipo de tecnología a utilizar depende más del contexto de desarrollo del servicio y capacidad de procesamiento y eficiencia (capacidad de envases lavados en el tiempo, cantidad de personal requerido, espacio disponible para las instalaciones, entre otros factores).

A modo de síntesis, analizando desde una perspectiva ambiental, se puede concluir que la opción de envases reutilizables efectivamente presenta un mejor desempeño ambiental, por lo que la propuesta definida cumple con los objetivos del Ecodiseño, sin embargo, se hace necesario complementar estos resultados con un análisis de diseño presentado a continuación.

### 4.3 Jerarquización de puntos críticos

De manera preliminar, se podría concluir que las alternativas de envases compostables representan un mayor impacto ambiental al analizar todo el ciclo de vida, y que las demás alternativas de envases de un solo uso, representan un impacto menor y relativamente similar.

La jerarquización de los puntos críticos corresponde a identificar aquellos productos y fases del ciclo de vida con mayor impacto ambiental, para así identificar las oportunidades de mejora. En la Tabla 17 se ordenan los envases de mayor a menor impacto ambiental, y luego en cada categoría de envase se presentan la/s etapa/s del ciclo de vida que mayor impacto generan y su motivo de impacto, definiéndose así los puntos críticos y posteriormente los requerimientos ambientales (u oportunidades de mejora).

Ya teniendo los requerimientos ambientales, se procede a definir los requerimientos de diseño que surgen a partir del análisis inicial de diseño a desarrollar en la siguiente sección.

Tabla 17. Tabla de jerarquización de Envases.

Categoría	Etapa	Motivo de impacto	Requerimientos ambientales
<b>(D)</b> <b>C. azúcar</b>	Producción	Uso de gas natural	Optimización de las técnicas de producción: optimización procesos, máximo uso de energías renovables, eficiencia energética, tecnología eficiente, reducción de residuos, máxima recuperación de subproductos.
	Materia prima	Uso de caña de azúcar	Selección de materiales de bajo impacto: materiales renovables, de bajo contenido energético, revalorización, reutilización, materia prima local, certificaciones ambientales.
	Importación	Transporte oceánico	Producción local.
<b>(A)</b> <b>Kraft</b>	Materia prima	Uso de PET virgen	Selección de materiales de bajo impacto: materiales renovables, de bajo contenido energético, revalorización, reutilización, materia prima local, certificaciones ambientales.
	Materia prima	Uso de cartón	
	Importación	Transporte oceánico	Producción local.
<b>(C)</b> <b>PET</b>	Materia prima	Uso de PET virgen	Selección de materiales de bajo impacto: materiales renovables, de bajo contenido energético, revalorización, reutilización, materia prima local, certificaciones ambientales.
	Importación	Transporte oceánico	Producción local.
<b>(B)</b> <b>Aluminio</b>	Materia prima	Uso de aluminio	Selección de materiales de bajo impacto: materiales renovables, de bajo contenido energético, revalorización, reutilización, materia prima local, certificaciones ambientales.
	Materia prima	Uso de cartón	
	Importación	Transporte oceánico	Producción local.
<b>(R)</b> <b>Reutilizable</b>	Sanitización	Energía eléctrica	Optimización de las técnicas de producción: optimización procesos, máximo uso de energías renovables, eficiencia energética, tecnología eficiente, reducción de residuos, máxima recuperación de subproductos.
	Materia prima	Uso de PP y copolímero	Selección de materiales de bajo impacto: materiales renovables, de bajo contenido energético, revalorización, reutilización, materia prima local, certificaciones ambientales.

#### 4.4 Análisis de diseño

##### 4.4.1 Análisis de diseño envases de un solo uso

###### **A. Entrevistas a locales de comida.**

Se logra concluir que los locales de comida en Cerro Los Placeres se posicionan principalmente en Placeres Bajo, corresponden en su gran mayoría a locales con opción para servir y llevar, sin embargo, las ventas para llevar son predominantes, por lo que el flujo de envases de un solo uso abunda en el sector, de los cuales el más popular (permitido actualmente por la ley de plásticos de un solo uso) es el envase de cartón Kraft. Con respecto a las plataformas en línea los locales prefieren gestionar sus propias plataformas, y el uso de plataformas de reparto lo utilizan como estrategia de posicionamiento en línea más que para gestionar ventas. Finalmente, con respecto a la ley 21.368 aún existen locales que no están al tanto de esta normativa, y gran parte de estos no

cumplen con lo exigido por esta ley. Las principales causantes de esto son: la falta de conocimiento de la ley, la inconveniencia de costos y la falta de regulación.

#### **B. Encuestas a usuarios/as.**

Los encuestados corresponden a tener un rango etario de adulto-joven, conformado principalmente por estudiantes con unos ingresos predominantemente por debajo del salario mínimo, y por trabajadores/as. La mayoría de los encuestados reside o trabaja en el sector, por lo que frecuentan la zona. Todos compran al menos una vez al mes, predominantemente durante la jornada laboral o estudiantil y por comodidad. Las compras generalmente se realizan de manera presencial en los locales, y los alimentos son consumidos fuera de éstos. Finalmente, con respecto a los envases, se percibe como mejor los envases compostables y de cartón Kraft, por lo que se perciben como más amigables con el medio ambiente. Sin embargo, los envases generalmente terminan en la basura como residuo urbano.

Desde la encuesta también se pudo extraer que los usuarios buscan optar por soluciones más sustentables, sin embargo, no tienen un sistema que garantice hábitos sustentables bajo el marco de la comodidad. Se percibe la comodidad como uno de los atributos fundamentales de los envases de un solo uso y uno de los requerimientos de mayor relevancia para los usuarios.

#### 4.4.2 Análisis de diseño envases reutilizables

**A. Círculo de conversación con usuarios/as:** A continuación, se resumen los comentarios más relevantes extraídos del evento:

- **Sistema:** Se comprende con claridad el paso a paso. Uno de los mayores atributos detectados es la gratuidad del servicio. Una de las mayores barreras de entradas puede ser la asociación de la tarjeta de crédito en la aplicación. Por otro lado, a los usuarios les preocupa la correcta lectura de los códigos QR.
- **Envase:** El diseño de los envases es lo más fundamental para ingresar al sistema. Es de gran interés que el envase sea de alta calidad. Énfasis en la experiencia de uso.
- **Tiempo de devolución:** Se muestra conformidad con el tiempo establecido. Se hace necesario establecer estándares del estado de devolución de los envases y cantidad de envases a acumular sin devolver por usuario. Se plantea la necesidad de recibir constantemente recordatorias del tiempo de devolución a través la aplicación.
- **Puntos de retorno:** Se hace necesario optar con múltiples puntos de retorno de los envases. Se mencionan ideas como colocar puntos de recolección en casinos de las universidades.
- **Multa por no devolución:** Se plantea que es más interesante realizar una multa diaria por no retorno por cierto periodo de tiempo, y luego de cumplido aquel periodo aplicar la multa correspondiente al costo del envase. Se muestra preocupación por el costo de la multa final.
- **Incentivos:** Se encuentra atractivo generar incentivos mediante puntos que posteriormente se pueda canjear por un envase (coleccionable). El incentivo debe ser estimulante y desafiante.

**B. Entrevistas locales de comida:** se resumen los comentarios más relevantes extraídos de las entrevistas:

- **Sistema:** Se comprende con claridad el paso a paso. Se asocia la lectura de los códigos QR con los beneficios estudiantiles actuales. La mayor preocupación se relaciona con el proceso de educación hacia usuarios/as.
- **Envases:** Se plantea la necesidad de mantener un stock constante y que el espacio de ocupación de éstos sea lo más reducido posible.
- **Sanitización:** Se prefiere tercerizar la sanitización con proveedores de servicios. Sienten confianza en el proceso de lavado propuesto.

- Tiempo de devolución: Concuerdan con que el tiempo de devolución es adecuado y se adapta a las necesidades de sus clientes.
- Puntos de retorno: Se destaca el interés por la periodicidad de la recolección de los envases sucios para su lavado. También se menciona la necesidad de que el punto de recolección ocupe la menor cantidad de espacio posible.
- Multa por no devolución: Se muestra preocupación por las repercusiones en los hábitos de compra que pueda tener la aplicación de las multas. Se sugiere que la multa no sea tan elevada y generar instancias para evitar o devolver la multa.
- Incentivos: Se está dispuestos a ofrecer descuentos o canjes por adhesión al sistema de reutilización siempre y cuando ser parte de la red les genere mayor flujo de clientes.

Desde las entrevistas, además de los comentarios recién mencionados, se puede extraer que los factores más decisivos, desde el punto de vista de los usuarios, es el diseño del envase, los incentivos y las sanciones por no retorno. En cambio, para los locales de comida los factores decisivos es la educación ofrecida a los clientes y la incorporación de nuevos hábitos para estos mismos, la mantención de stock y el uso de espacio por parte de los envases y del punto de retorno. De todas maneras, ambos actores clave comprenden el funcionamiento del sistema y muestran interés de adherirse a este siempre y cuando se garanticen los requisitos mencionados en los puntos anteriores. También ambos resaltan la importancia del proceso de concientización sobre el servicio, mencionando que el comportamiento humano juega un rol fundamental.

Además de lo anterior, se desarrolla un mapa de empatía (Anexo D: Evaluación de Diseño, Mapa de empatía), y mapa de trayectoria (Anexo E: Evaluación de Diseño, Mapa de trayectoria) para los envases de un solo uso y los envases reutilizables. Las herramientas aplicadas demuestran que un sistema de envases reutilizables presenta mejoras con respecto a la experiencia de usuario, obteniendo una mejor satisfacción en el uso del envase y por sobre todo durante el cierre de ciclo, en comparación al uso de envases de un solo uso.

## 4.5 Ecobriefing

En la Tabla 18 se sintetizan los requerimientos ambientales y los requerimientos de diseño ordenados por relevancia y/o prioridad.

Tabla 18. Ecobriefing. Requerimientos ambientales y de diseño.

<b>Requerimientos ambientales</b>
1. Seleccionar de materiales de bajo impacto: materiales renovables, de bajo contenido energético, valorizables, reutilizables, uso de materia prima local.
2. Producción local.
3. Optimizar las técnicas de producción: optimización de los procesos, maximizar el uso de energías renovables, garantizar una eficiencia energética, utilizar tecnologías eficientes, reducir la generación de residuos.
<b>Requerimientos de diseño</b>
1. El envase debe ser práctico y cómodo de usar.
2. El envase debe garantizar la inocuidad y transportabilidad de los alimentos.
3. Luego de la vida útil, el envase debe tener alternativas sustentables de valorización.
4. La solución debe estar alineada con las estrategias globales/nacionales de sostenibilidad.

Cabe destacar, que no necesariamente se busca satisfacer todos los requerimientos establecidos, ya que se consideran como metas a aspirar, y sirven como pautas para guiar el proceso de

innovación. De todas maneras, lo ideal es abarcar la mayor cantidad de requerimientos posibles. Por otro lado, al aplicar un enfoque sistémico, generalmente al abarcar un requerimiento en específico, de manera indirecta también se avanza en el cumplimiento de los demás requerimientos.

Ya teniendo los requerimientos establecidos, se procede a la siguiente fase de la metodología, correspondiente a la Eco-innovación.

#### **4.6 Eco-innovación**

Acorde a los resultados del análisis ambiental y el análisis de diseño, y aplicando el diagrama de líneas de acción con enfoque sistémico (Anexo F), la línea de acción se establece como:

***Envase reutilizable, portable y versátil para el transporte de comida preparada de los locales de comida de Cerro Los Placeres, en el contexto de las estrategias de sostenibilidad adoptadas a nivel global y nacional (con especial atención a la Ley 20.368).***

Para cumplir con lo anterior se requiere de la construcción de un ecosistema funcional que garantice la efectividad de una opción de envases reutilizables, permitiendo la trazabilidad y reutilización de los envases.

Desde el diagrama de selección de ideas (Anexo F: Eco-innovación desprende que la idea con mayor potencial es:

***Desarrollar un servicio de renta de envases reutilizables. El envase es de tamaño estándar y fabricado a partir de materia prima virgen. El retorno se realiza en los locales de comida.***

Para validar y profundizar las ideas seleccionadas, se complementa con el estado del arte (sección 2.2.3) , en base a fuentes de información secundaria y los resultados se plasman en la siguiente propuesta técnica.

##### 4.6.1 Propuesta técnica

Existen numerosas formas de crear un sistema de retorno para los contenedores de alimentos reutilizables. Cada una tendrá sus ventajas e inconvenientes. En este proyecto, se propone un servicio de renta de envases reutilizables, solución basada en el IoT, correspondiente al desarrollo de una aplicación para teléfonos móviles en combinación con etiquetas de código QR, para la entrega de comida preparada para llevar. Los datos recogidos de los códigos QR se transmiten para su almacenamiento en una base de datos segura en la nube que, en conjunto con los datos de usuario e inventario de los locales, permiten llevar una gestión y trazabilidad de los envases.

Las actividades principales del servicio son: el suministro, la recogida y la limpieza de los contenedores reutilizables. Es necesaria una red de socios para garantizar el apoyo a la logística y al proceso de limpieza. Las actividades secundarias son el marketing para los locales de comida y la educación tanto de los locales como de los usuarios respecto a los beneficios del servicio.

El modelo del caso de éxito de Vytal (sujeto a modificaciones menores), revisada en el estado del arte, es usado como base para establecer los parámetros y esquemas a definir a continuación.

La Figura 55 presenta el resultado del Moodboard con la síntesis de la propuesta a modo visual y la Tabla 19

Tabla 19 sintetiza los atributos, rasgos formales y características técnicas del sistema de envases reutilizables son sometidas a prototipaje, a través del análisis ambiental y el análisis de diseño.



Figura 55. Moodboard de síntesis de ideas y propuesta conceptual.

Tabla 19. Tabla “Desde el concepto a la forma”.

Atributos	Rasgos formales	Características técnicas
1. Reutilizable	Resistente	<u>Material</u> : Recipiente de polipropileno (PP) y tapa de elastómero termoplástico (TPE). 200 ciclos de uso. <u>Normativa</u> : DS N°594/99 y HACCP <u>Sistema</u> : Envases retornables. Modelo colectivo simple. <u>Incentivo</u> : sin depósito, cobro por no devolución. <u>Tiempo de devolución</u> : 14 días. <u>Tecnología</u> : Aplicación móvil y trazabilidad mediante código QR. <u>Modelo de negocio</u> : suscripción/mensualidad de los locales de comida.
2. Portable	Hermético	Encapsulamiento a prueba de fugas.
3. Versátil	Diseño universal	Formato y dimensiones: bowl con un solo compartimiento. Formato único.

Los vínculos existentes entre los principales actores del sistema y el paso a paso de la interacción entre ellos se describe a continuación:

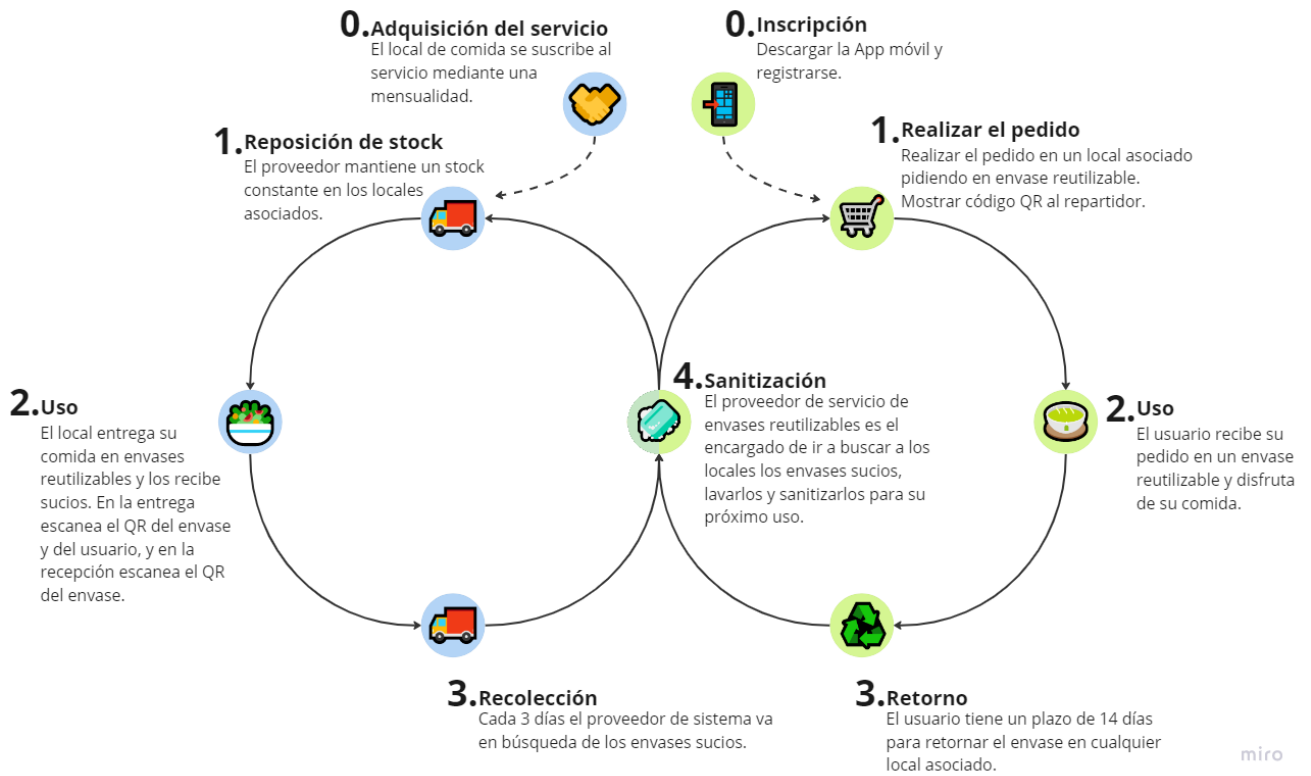
Vínculo usuario - local de comida:

- 0) Los usuarios deben descargar la aplicación y registrarse.
- 1) Ordenan los alimentos de manera presencial u online y solicitan que su pedido se entregue en envases reutilizables. Se genera un código QR en la aplicación que debe ser escaneado por el personal del local. El personal del local escanea el QR del envase y del usuario.
- 2) El usuario recibe su pedido en un envase reutilizable y hace uso de él.
- 3) El usuario tiene 14 días para retornarlo en cualquier otro local asociado.
- 4) El local de comida hace entrega de los envases sucios al proveedor para su limpieza.

Vínculo proveedor de servicio – local de comida:

- 0) El local de comida solicita el servicio de envases reutilizables. Se acuerda un stock de envases mediante una mensualidad (suscripción).
- 1) Se hace entrega de los envases en el local.
- 2) El local de comida ofrece sus productos en envases reutilizables y los recibe sucios luego de ser utilizados. Al recibir los envases sucios, el local de comida debe escanear el QR del envase.
- 3) El proveedor cada 3 días acude al local a buscar los envases sucios.
- 4) El proveedor limpia e higieniza los envases, luego estos son retornados a los locales.

En la Figura 56 se ve el diagrama, en donde el círculo izquierdo de representa la interacción entre proveedor de envases y local de comida, y en el círculo derecho la interacción entre local de comida y usuario/a.



miro

Figura 56. Diagrama sistema de envases reutilizables.



Figura 57. Representación gráfica del envase reutilizable.



Figura 58. Representación tangible del envase reutilizable.

#### 4.7 Propuesta final: factores y parámetros clave

De manera general, a partir de la evaluación ambiental y de diseño, se valida la propuesta de servicio prototipado. Si bien surgieron ciertas consideraciones, ya mencionadas anteriormente, estas se debiesen contemplar en la definición a nivel de detalle en etapas posteriores de prototipaje de mayor calidad, y no significan modificaciones considerables en esta propuesta final. En la Tabla 20 se presentan los principales factores detectados y testeados como relevantes para el planteamiento de un servicio de envases reutilizables para la entrega de comida preparada, junto a su justificación y los parámetros recomendados en caso de ser pertinente.

Tabla 20. Factores y parámetros clave para un sistema de envases reutilizables.

Factor	Parámetros recomendados	Justificación/Objetivos
<b>Tipo de reutilización</b>	Retorno	Hay dos tipos: retorno o recarga. El retorno incentiva un mayor número de ciclos de uso.
<b>Pasos de sistema</b>	Menor cantidad de pasos posible	La simplicidad permite la adherencia y permanencia de los clientes al sistema.
<b>Material del envase</b>	Cuerpo: PP; Tapa: TPE 200 ciclos de uso	Material duradero, que garantice una larga vida útil.
<b>Diseño del envase</b>	Estándar: bowl (500 ml – 1.000 ml) Normativa: DS N°594/99	Ergonómico, hermético, versátil. Un diseño que genere permanencia. Es uno de los factores más relevantes para usuarios/as.
<b>Propiedad del envase</b>	Proveedor	Si la propiedad fuera de los/as usuarios/as, el modelo sería de compra (lo cual no es el fin).
<b>Sanitización</b>	Escala industrial, a cargo del proveedor, regulado por DS N°594/99 y HACCP	Que garantice la inocuidad de los alimentos. Que sea viable a gran escala.
<b>Tiempo de devolución y sanciones</b>	Plazo: 14 días con incentivo De 14 a 21 días: sin incentivo Luego del día 21: anulación de la suscripción.	Se debe otorgar un periodo de tiempo acorde a las necesidades de los clientes con un sistema de sanción versátil.
<b>Incentivos a la devolución</b>	Puntos acumulables canjeables por un envase	Incentivos desafiantes y atractivos para aumentar la fidelidad de usuarios/as.
<b>Puntos de retorno</b>	Mayor cantidad de puntos posibles. Maquinas expendedora inversa.	Facilitar el retorno de los envases generando varios sectores de retorno.
<b>Fabricación de envases</b>	Producción local	Promover la producción nacional y disminuir la huella de carbono.
<b>Desarrollo tecnológico</b>	Aplicación móvil Códigos QR	Aplicación de IoT para la vinculación y gestión de datos del sistema, y la trazabilidad de los envases.
<b>Fin de vida</b>	Reciclaje de materiales atingentes	Cierre de ciclo alineado a los principios de la economía circular.

Los factores recién mencionados deben considerarse como factores clave para generar una propuesta de servicio con un mayor nivel de detalle, ya que no basta solo con tener una buena idea, sino de asegurarse que ésta genere para la empresa una ventaja competitiva que garantice de alguna forma tener los atributos o características que logren satisfacer las necesidades de los clientes.

## Conclusiones y recomendaciones

La presente investigación tuvo como objetivo general utilizar la Metodología de Ecodiseño, el pensamiento sistémico y el *Design Thinking*, para proponer un sistema de envases ambiental y socialmente rentable para la entrega de comida preparada de los locales del Cerro Los Placeres, Valparaíso en 2022. Para esto se evaluaron los impactos ambientales de los sistemas tradicionales, correspondiente a envases de un solo uso, y se propuso un sistema de envases reutilizables identificando los parámetros clave a considerar, examinando la apreciación de los/as usuarios/as del sistema. Se llega a la conclusión de que, un sistema de envases reutilizables tiene un mejor rendimiento ambiental en comparación al sistema tradicional de envases de un solo uso, además tienen una buena apreciación por los usuarios y puede llegar a ser una solución económicamente atractiva. Por lo que se puede concluir que se cumplieron los objetivos específicos y el objetivo general de la investigación.

A raíz del proceso de innovación desarrollado, se propone un sistema de envases reutilizables en reemplazo de los envases de un solo uso. Este sistema contempla la modalidad de envases que se retornan, con al menos 200 ciclos de uso, con un diseño prometedor y un sistema de trazabilidad mediante inteligencia artificial.

### **Análisis Ambiental.**

La evaluación ambiental, mediante un análisis de ciclo de vida, indica que los envases de un solo uso tienen un mayor impacto ambiental, especialmente los envases de un solo uso compostables. Tomando a estos últimos como la cota superior, asignándole un 100% de impacto relativo, las ponderaciones relativas de los demás envases corresponden a un 78% de impacto ambiental de los envases de cartón, 42% los envases plásticos, 32% los envases de aluminio y solo un 3% para los envases reutilizables. Por lo que efectivamente un envase reutilizable presenta un mejor desempeño ambiental comparado con todas las categorías de envase de un solo uso. Se puede concluir que reutilizar un envase demanda menor cantidad de recursos que fabricar un envase nuevo, a la vez que se genera menor cantidad de emisiones.

Además, se concluye que un sistema de envases reutilizables presenta mejores indicadores de Recipe Midpoint (H): Calentamiento global (Huella de carbono) y Consumo de agua (Huella hídrica) en comparación con los sistemas tradicionales de envases de un solo uso. Los sistemas de envases reutilizables presentan una menor contaminación por gases de efecto invernadero a la vez que demandan menos recursos hídricos a lo largo de todo su ciclo de vida.

Desde el análisis de todas las categorías de envases de un solo uso, se concluye que la etapa del ciclo de vida con mayor repercusión en lo que respecta a impactos ambientales corresponde a la extracción de la materia prima y, en consecuencia, a la elección de los materiales de producción.

Por otro lado, los impactos asociados a los envases reutilizables corresponden principalmente a la electricidad usada durante la sanitización de los envases sucios. A pesar de que, de manera general, el impacto de los envases reutilizables es considerablemente menor a los envases de un solo uso, es importante destacar que la sanitización de los envases corresponde a la etapa del ciclo de vida con mayor potencial de mejora. A partir del análisis de sensibilidad se obtuvo que un sistema de lavado manual genera considerablemente menos impacto que el lavado industrial, sin embargo, un sistema manual no garantiza niveles de gestión de envases adecuados para la escala que requiere un sistema de esta envergadura.

Con respecto a la fabricación de los envases reutilizables, si bien una producción local, que contempla la fabricación de envases en Chile, con materia prima proveniente del mismo continente, genera menor impacto, esta reducción es de tan solo 4%, por lo que quizás no logra ser significativa para justificar modificaciones en la matriz productiva nacional. La decisión de selección de proveedores de envases reutilizables puede modificarse acorde a la realidad de la economía nacional.

Con lo que respecta al elevado impacto ambiental asociado al consumo de energía eléctrica, que impacta de manera considerable tanto en el desempeño ambiental de los envases reutilizables por el lavado, como también a los envases compostables durante la producción, esto puede llegar a tener grandes modificaciones en el mediano/largo plazo debido a la transición energética (tanto en Chile como en el mundo) impulsada por las políticas públicas en miras hacia una matriz energética más sostenible en el contexto del cambio climático.

Con respecto al punto de equilibrio, se concluye que luego de 10 ciclos de uso de los envases reutilizables éstos presentan un mejor desempeño ambiental que cualquier categoría de envase de un solo uso. La cantidad de veces que se tiene que reutilizar un envase no es elevada, presentando un escenario optimista para el desarrollo de este servicio. Por otro lado, es importante destacar que mientras mayor es la cantidad de ciclos de uso, más eficiente es el sistema, y se garantizan mayores beneficios ambientales y económicos.

#### **Análisis de Ciclo de Vida y OpenLCA.**

Realizar un análisis de ciclo de vida es fundamental para generar escenarios de ciclo de vida de un producto y obtener métricas con las cuales comparar rendimientos ambientales con fundamentos numéricos. Se destaca la importancia de aplicar estas herramientas para generar escenarios de impactos ambientales en el proceso de diseño de nuevos productos o servicios, o en el rediseño de proyectos ya existentes.

Se hace la recomendación de hacer una correcta selección de los parámetros durante el desarrollo de un ACV, para que se refleje el impacto real del sistema a evaluar y no solo una parte del impacto, ya que esto puede no ser representativo, derivando en conclusiones inexactas y sesgadas. Por lo que es fundamental analizar la totalidad de la cadena de valor en los casos en que exista el acceso a la información y apoyarse de herramientas computacionales, como en este caso fue OpenLCA, para realizar estudios con un mayor nivel de detalle.

Por otro lado, se hace cada vez más necesario el desarrollo de bases de datos con indicadores localizados a la zona a evaluar. Si bien se encuentran bases de datos con ciertos datos locales (de Chile) estos no son suficientes para realizar un proyecto con mayor necesidad de detalle o especificidad. Para este estudio se ocuparon bases de datos globales, por lo que los resultados son una referencia de los posibles impactos ambientales del sistema evaluado, y no necesariamente son una representación real de nuestro contexto nacional.

Finalmente, se concluye que no basta solo con realizar un análisis ambiental de los sistemas de productos a evaluar a la hora de generar una propuesta o una solución a una problemática, por lo que es necesario complementar con otras herramientas que entreguen análisis sobre otras dimensiones además de la ambiental, como lo es el desempeño económico, social, indicadores de generación de residuos, entre otros.

### **Análisis de diseño.**

Si bien los envases de un solo uso responden muy bien a la necesidad de comodidad demandada por los usuarios, éstos describen como desagradable el hecho de arrojar a la basura envases de corta vida útil, indicando que la aversión a la basura es más importante que la preocupación por el medio ambiente. Por otro lado, con respecto al sistema de envases reutilizables, se muestra principal interés a los atributos del envase, destacando a la experiencia de usuario como el principal factor para adherirse o no al sistema.

Con respecto a los locales de comida preparada, estos principalmente corresponden a ser locales con oferta de comida solo para llevar, predominando esta modalidad de venta. Se oferta principalmente comida casera y comida rápida, y el uso de medios digitales no es lo habitual. Los envases de un solo uso les son cómodos y familiares, y la complejidad de migración hacia un sistema de envases reutilizables puede ser la principal barrera de entrada para la inserción al sistema.

Son variados los factores clave al definir un sistema de envases reutilizables, tales como la relación entre los actores clave, la propiedad del envase, el diseño y los atributos del envase, la cantidad de puntos de retorno, los plazos e incentivos a la devolución, las sanciones, etc., demostrando la complejidad de estos sistemas. Definir bien y acertadamente estos criterios, de tal manera que satisfagan las necesidades de todos los actores de la cadena de valor, además de los requerimientos de las nuevas normativas ambientales y de los protocolos ya establecidos, es determinante para garantizar el éxito de un sistema de envases reutilizables.

### **Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)**

El uso de herramientas de análisis de ciclo de vida en colaboración con los procesos tradicionales de diseño de productos y servicios puede favorecer el cumplimiento de los ODS al evaluar posibles escenarios y proponer aquellos con un mejor rendimiento ambiental dentro de los límites de la factibilidad.

Por otro lado, un proyecto de envases reutilizables podría formar parte de la arquitectura de las ciudades inteligentes. Esto estaría en buena consonancia con el ODS número 11 sobre el desarrollo sostenible en ciudades y comunidades.

## Bibliografía

- Adán, F. S. (2014). *ECODISEÑO UN NUEVO CONCEPTO EN EL DESARROLLO DE PRODUCTOS*. Universidad de La Rioja.
- Alliance for environmental innovation. (2000). *Report of the Starbucks Coffee Company/Alliance for Environmental Innovation Joint Task Force*. Boston: Alliance for environmental innovation. Obtenido de <https://silotips.com/download/report-of-the-starbucks-coffee-company-alliance-for-environmental-innovation-joi>
- Asenjo, A., & Coddou, A. (2021). *Economía de plataformas y transformaciones en el mundo del trabajo: el caso de los repartidores en Santiago de Chile*. Informe técnico, OIT Cono Sur, Santiago.
- Brazão, M., Marques, L., Carvalho, A., Wuisan, L., Almeida, J., & Arguello, C. (2021). *Making the business case for packaging reuse systems*. Instituto Superior Técnico, Circular Economy.
- Campus, S., Vivanco, T. G., Viñoles, R., Ferrer, P., López, R., & Nastante, M. J. (2002). *Ecodiseño, Ingeniería del ciclo de vida para el desarrollo de productos sostenibles*. (S. Capuz, & T. Gómez, Edits.) Valencia, España: Universidad Politécnica de Valencia.
- Campuzano, A. V. (2021). Artículo académico previo a la obtención de título. *Aplicaciones digitales de delivery: Incidencia en el consumo de comidas rápidas durante el primer semestre del año 2020 en Guayaquil*. Universidad Politécnica Salesiana, Guayaquil, Ecuador.
- Canseco, E. (2015). CCEEA. (C. d. Alternas, Productor) Obtenido de ¿Que países prohíben el uso de bolsas de plástico?: <https://cceeaa.mx/blog/medio-ambiente/que-paises-prohiben-el-uso-de-bolsas-de-plastico>
- Catro, C., & Halpern, D. (2020). *E-commerce B2C en Chile, mapeando procesos y perfiles para el desarrollo del ecosistema digital*. Santiago: Cámara de Comercio de Santiago.
- CEPAL. (2021). *Economía Circular en América Latina y el Caribe*. Obtenido de [https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/47309/1/S2100423\\_es.pdf](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/47309/1/S2100423_es.pdf)
- Circularab. (s.f.). Canvas Circular Manual de usuario.
- Colon, J., Martínez-Blanco, J., Gabarrella, X., Artola, A., Sánchez, A., & Font, X. (2010). Environmental assessment of home composting. *Elsevier*. Obtenido de <https://cesantaclara.ucanr.edu/files/234414.pdf>
- Comisión Brundtland. (1987). *Our Common Future*. Brundtland: Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. Obtenido de <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/5987our-common-future.pdf>
- Deal II. (28 de abril de 2021). *Blog Dealdos*. Obtenido de Sistemas de embañaje de un producto seguro y atractivo: <https://dealdos.com/blog/sistemas-de-embalaje/>
- Deloitte. (2021). *Preferencias y Tendencias del Consumo de Alimentos en Chile*.
- Digital Commerce Partners. (2020). Reporte de Industria. *El e-commerce en Chile 2020*.
- Ecodiseño CL. (2022). Clase Diplomado de Ecodiseño.
- Ecodiseño.cl. (s.f.). Guía . *Guía para hacer un proyecto de Ecodiseño Paso a Paso \_ Producto*.
- Ecoembes. (2018). Guía de ecodiseño de envases y embalajes. España.
- Ellen Macarthur. (2013). *Towards the circular economy: Opportunities for the consumer goods sector*.

- Ellen MacArthur Foundation. (2013). *Hacia una Economía Circular*. Obtenido de <https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/hacia-una-economia-circular-resumen-ejecutivo-ellen-mac-arthur-foundation.pdf>
- Ellen Macarthur Foundation. (2020). *Innovación en el origen. Una guía de soluciones para empaques*.
- Ellen MacArthur Foundation, UN Environment Programme. (2021). *The Global Commitment 2021 Progress*.
- Ellen Macarthur Fundation. (2020). *Innovación en el origen: Una guía de soluciones de empaque*.
- Euromonitor. (14 de enero de 2021). *Foodservice Delivery Trends Outlasting the Pandemic in Latin America and Asia Pacific*. Obtenido de Euromonitor: <https://www.euromonitor.com/article/foodservice-delivery-trends-outlasting-the-pandemic-in-latin-america-and-asia-pacific>
- Gallego-Schmid a, A., F. Mendoza, J. M., & Azapagic, A. (2019). Environmental impacts of takeaway food containers. *Journal of Cleaner Production*, 4. Obtenido de <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S0959652618336230?token=2C3D735CFB3BAC1A7E4D89919D2D36EA681D3426452B531C9A5CDE38802D3C55FF2520DDC4594A749034A9FD3196C302&originRegion=us-east-1&originCreation=20220620152409>
- Gallego-Schmid, A., F. Mendoza, J. M., & Azapagic, A. (2019). Environmental impacts of takeaway food containers. *Journal of Cleaner Production*. Obtenido de <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S0959652618336230?token=2C3D735CFB3BAC1A7E4D89919D2D36EA681D3426452B531C9A5CDE38802D3C55FF2520DDC4594A749034A9FD3196C302&originRegion=us-east-1&originCreation=20220620152409>
- García Delgado, L. K. (2019). *Aplicación del Mapa de Empatía: una Herramienta de Valor en los Modelos de Negocio*. Bogotá. Obtenido de <https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/35868/Garc%C3%ADaDelgadoLeidyKatherine2019.pdf?sequence=1>
- Gobierno Vasco. (2000). *Manual práctico de Ecodiseño*. IHOBE, S.A.
- Gordon, M. (2021). *Reuse wins, The environmental, economic, and business case for transitioning from single-use to reuse in food service*. Upstream.
- Greenwood, S., Walker, S., Baird, H., Parsons, R., Mehl, S., Webb, T., & Slark, A. (2021). Many Happy Returns: Combining insights from the environmental and behavioural sciences to understand what is required to make reusable packaging mainstream. *Sustainable Production and Consumption*.
- INCLAMCO2. (2013). *El Compostaje: Receta para Reducir la Huella de Carbono en España*. Gobierno de España. Amigos de la Tierra. Obtenido de [https://www.tierra.org/wp-content/uploads/2016/01/compostaje\\_reducir\\_huella\\_carbono\\_estatal.pdf](https://www.tierra.org/wp-content/uploads/2016/01/compostaje_reducir_huella_carbono_estatal.pdf)
- Institute of Design at Stanford. (s.f.). Guía: Introducción al Design Thinking. *Guía del proceso creativo*. Hasso Plattner.
- Institute of Design at Stanford. (s.f.). Guía: Introducción al Design Thinking. *Guía del proceso creativo*. Hasso Plattner.
- Jordán Fisas, A., & Diestra Espino, G. (2020). La metodología design thinking y su implementación en las aulas universitarias: Análisis del proyecto B-SMART en UIC Barcelona durante el curso 2019/20. En *Emprendimiento y Negocios Internacionales* (Vol. 5). España: Universitat Internacional de Catalunya. Obtenido de <https://ojsspdc.ulpgc.es/ojs/index.php/ENI>
- Lagos, R. (10 de Febrero de 2022). Ley que regula plásticos de un solo uso entra en vigencia y prohíbe la entrega de bombillas y envases de plumavit entre otros residuos. MMA.

- Latorre-Coscolluela, C., Vázquez Toledo, S., Rodríguez Martínez, A., & Liesa Orús, M. (2020). Design Thinking: Creativity and Critical Thinking in College. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*. Obtenido de <https://doi.org/10.24320/redie.2020.22.e28.2917>
- Loaiza Rojas, O. C. (2013). *FABRICACIÓN DE ENVASES Y TUBOS DE CARTÓN*.
- Mariela Torres, K. P. (s.f.). *TAMAÑO DE UNA MUESTRA PARA UNA INVESTIGACIÓN DE MERCADO*. Universidad Rafael Landívar.
- Martínez, M. (junio de 2018). *Depósito reembolso, herramienta para impulsar el cuidado ambiental y el desarrollo económico de México*. Zapopan, Jalisco, México: UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA.
- Ministerio de Salud. (13 de Mayo de 1997). DECRETO 977 APRUEBA REGLAMENTO SANITARIO DE LOS ALIMENTOS.
- Ministerio de Salud. (Julio de 2018, julio). *Decreto Supremo 977 Reglamento Sanitario de los Alimentos*. Diario Oficial. Obtenido de <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=71271>
- Ministerio del Medio Ambiente. (13 de Agosto de 2021). Ley 21368. *REGULA LA ENTREGA DE PLÁSTICOS DE UN SOLO USO Y LAS BOTELLAS PLÁSTICAS, Y MODIFICA LOS CUERPOS LEGALES QUE INDICA*. Santiago: Biblioteca del Congreso Nacional de Chile.
- MMA. (2021). *Sexto Reporte del Estado del Medio Ambiente 2021*.
- Oceana; Plastic Ocean. (2021). *Propuesta para limitar la generación de productos desechables y regular los plásticos*.
- OECD. (2022). *Global Plastics Outlook: Economic Drivers, Environmental Impacts and Policy Options*.
- ONU; Ellen Macarthur Foundation. (2021). *The global commitment 2021 Progres Report*.
- Patricia Megale, B. C. (2020). *Reusable vs single-use packagin. A review of environmental impacts*. Zero Waste Europe, Reloop.
- Pernalet, Z., Piña, F., Suárez, M., Ferrer, A., & Aiello, C. (2008). *FRACCIONAMIENTO DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR MEDIANTE TRATAMIENTO AMONÍACAL: EFECTO DE LA HUMEDAD DEL BAGAZO Y LA CARGA DE AMONÍACO*.
- Pizarro Miranda, M. (<https://www.marcelopizarro.com/2011/12/empathy-map/> de 2011). *Marcelopizarro.com*. Obtenido de <https://www.marcelopizarro.com/2011/12/empathy-map/>
- Poduje, I., Ruiz, M., Iribarne, C., & Vergara, J. (2018). *Reporte Atisba Monitor – El Despoblamiento de Valparaíso*. Santiago de Chile: Atisba Estudios y Proyectos Urbanos.
- Pooley, M. F. (2020). *Estimación de la disminución de desechos plásticos de un solo uso producto de su regulación*. Oceana y Plastic Ocean.
- Quintanar, E. (2021). *Reporte de balance para sanitización de envases Bioma*.
- Real Academia Española. (2021). *Empatía*. En Diccionario de la lengua Española (edición del Tricentenario). Obtenido de <https://dle.rae.es/empat%C3%ADa?m=form>
- Resano, D., Guillen, O., Ubillús, F., & Barranzuela, J. (2022). *Caracterización fisicoquímica del bagazo de caña de azúcar industrial y artesanal como material de construcción*. Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad de Piura, Lima, Perú. Obtenido de <https://www.scielo.cl/pdf/infotec/v33n2/0718-0764-infotec-33-02-247.pdf>
- SERNAC. (14 de Diciembre de 2021). *Despachos de productos*. Obtenido de Sernac: <https://www.sernac.cl/portal/607/w3-article-1242.html>
- SERNATUR. (2020). *Cuenta pública participativa 2019*.

Servicio Nacional de Turismo. (2021). *Microsoft Power BI SERNATUR*. Obtenido de <https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoiMzY4M2FiYzEtNzczOC00M2FiLTg4NjMtZDM1Y2ExYWE4M2U4IiwidCI6ImYwZmJiNDYxLTlzMjgtNGQ1NC04YmM1LWEwZWFKZTEwODhhOCIsImMiOiJ9&pageName=ReportSection>

Statista Digital Market Outlook . (2022). *Ingresos del mercado de reparto de comida a través de Internet a nivel mundial de 2017 a 2024, por tipo de entrega*. Obtenido de Statista: <https://es.statista.com/estadisticas/1273125/ingresos-del-mercado-de-entrega-de-comida-online-a-nivel-mundial/>

Subsecretaría de Turismo. (2018). *Anuario de Turismo 2016*.

UNEP. (2020). *Single-use plastic take-away food packaging and its alternatives - Recommendations from Life Cycle Assessments*. United Nations Environment Programme.

UNEP. (2021). *From pollution to solution: a global assesment of marine litter and plastic pollution*.

Usaria; UX Alliance. (2020). *Delivery Apps en tiempos de COVID-19*. BENCHMARK GLOBAL.

## Anexo A: Inventario de Ciclo de Vida

Tabla 21. Datos de Inventario Ciclo de vida Envase (A).

<b>Tabla Resumen Envase (A)</b>		
<b>Ítem</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>
<b>Materia prima</b>		
Cartón Kraft laminado	18,10	g
Polietileno de baja densidad (PE-LD): gránulos	0,95	g
Tereftalato de polietileno (PET): gránulos	6,35	g
Transporte: a fábrica (China)	1655,17	Km
<b>Producción</b>		
Materia prima transportada	25,40	g
Agua de proceso	0,0004	m <sup>3</sup>
Suministro de aire	0,0069	Kg
Energía eléctrica	27000	J
Descarte: residuo industrial (salida)	1,397	g
<b>Importación/Distribución</b>		
Envase transportado	24	g
Transporte: de fábrica a puerto Shanghái	54	Km
Transporte: de puerto Shanghái a puerto San Antonio	18998,29	Km
Transporte: de puerto San Antonio a Punto de venta	91,8	Km
Transporte: de punto de venta a locales de comida	4,2	Km
<b>Uso y fin de vida</b>		
Residuo: relleno sanitario	24	g
Transporte: de Cerro Los Placeres a relleno sanitario	21,1	Km

Tabla 22. Datos de Inventario Ciclo de vida Envase (B).

<b>Tabla Resumen Envase (B)</b>		
<b>Ítem</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>
<b>Materia prima</b>		
Aluminio: laminado (cuerpo)	7,25	g
Cartón Kraft: laminado (tapa)	2,85	g
Polietileno de baja densidad (PE-LD): gránulos (tapa)	0,76	g
Aluminio: laminado (tapa)	0,19	g
Transporte: a fábrica (China)	1655,17	Km
<b>Producción</b>		
Materia prima transportada	11,05	g
Suministro de aire	0,005	Kg
Energía eléctrica	11414,06	J
Descarte: residuo industrial (salida)	1,450	g
<b>Importación/Distribución</b>		
Envase transportado	9,6	g
Transporte: de fábrica a puerto Shanghái	54	Km
Transporte: de puerto Shanghái a puerto San Antonio	18998,29	Km
Transporte: de puerto San Antonio a Punto de venta	91,8	Km
Transporte: de punto de venta a locales de comida	4,2	Km
<b>Uso y fin de vida</b>		

Residuo: relleno sanitario	9,6	g
Transporte: de Cerro Los Placeres a relleno sanitario	18998,29	Km

Tabla 23. Datos de Inventario Ciclo de vida Envase (C).

<b>Tabla Resumen Envase (C)</b>		
<b>Ítem</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>
<b>Materia prima</b>		
Tereftalato de polietileno (PET): gránulos	24,13	G
Transporte: de fábrica a puerto Shanghái	54	Km
Transporte: de puerto Shanghái a puerto San Antonio	18998,29	Km
Transporte: de puerto San Antonio a fábrica (Santiago)	116	Km
<b>Producción</b>		
Materia prima transportada	24,13	g
Agua de proceso	0,0004	m <sup>3</sup>
Suministro de aire	0,12	m <sup>3</sup>
Energía eléctrica	27379,66	J
Descarte: residuo industrial (salida)	1,327	g
<b>Importación/Distribución</b>		
Envase transportado	22,8	g
Transporte: de fábrica (Santiago) a punto de ventas (Valparaíso)	128	Km
Transporte: de punto de venta a locales de comida	4,2	Km
<b>Uso y fin de vida</b>		
Residuo: relleno sanitario	22,8	g
Transporte: de Cerro Los Placeres a relleno sanitario	21,1	Km

Tabla 24. Datos de Inventario Ciclo de vida Envase (D).

<b>Tabla Resumen Envase (D)</b>		
<b>Ítem</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>
<b>Materia prima</b>		
Caña de azúcar	70,25	g
Bagazo de caña de azúcar húmedo (origen)	19,32	g
Bagazo de caña de azúcar seco (origen)	9,85	g
Hidróxido de sodio	4,24	g
Residuos industriales líquidos	8,98	g
Transporte: de puerto Tailandia a puerto China	3500	Km
Transporte: de puerto a fábrica (China)	499	Km
<b>Producción</b>		
Materia prima transportada	14,09	g
Agua	0,0295	m <sup>3</sup>
Gas natural	9,36	Kcal
Energía eléctrica	46598,86	J
Residuos industriales líquidos	0,25	g
Descarte: residuo orgánico (salida)	1,25	g
<b>Importación/Distribución</b>		
Envase transportado	32,5	g
Transporte: de fábrica a puerto Shanghái	54	Km
Transporte: de puerto Shanghái a puerto San Antonio	18998,29	Km

Transporte: de puerto San Antonio a Punto de venta	91,8	Km
Transporte: de punto de venta a locales de comida	4,2	Km
<b>Uso y fin de vida</b>		
Residuo: Home compost	32,5	g
Compost	0,560	Kg/Kg residuo
Emisiones: CH4	0,0003	Kg/Kg residuo
Emisiones: NO2	0,0002	Kg/Kg residuo
Emisiones: NH3	0,00003	Kg/Kg residuo
Emisiones: VOCs	0,0003	Kg/Kg residuo

Tabla 25. Datos de Inventario Ciclo de vida Envase reutilizable (Flujo de referencia: 200 ciclo de uso).

<b>Tabla Resumen Envase Reutilizable (200 ciclos de uso)</b>		
<b>Ítem</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>
<b>Materia prima</b>		
Polipropileno	111,33	g
Elastómero termoplástico (TPE)	92,91	g
Materia prima: importación de Lima a Puerto: San Antonio	2459	Km
Materia prima: de Puerto San Antonio a fábrica	116	Km
<b>Producción</b>		
Materia prima transportada	204,23	g
Agua de proceso	0,0008	m <sup>3</sup>
Suministro de aire	0,24	m <sup>3</sup>
Energía eléctrica	228405,52	J
Descarte: residuo industrial (salida)	11,23	g
<b>Distribución</b>		
Producto: de fábrica a proveedor de servicio	124	Km
Producto: de proveedor de servicio a local	2	Km
<b>Uso</b>		
Recogida/Reposición	1600	Km
Agua	0,06	m <sup>3</sup>
Detergente	0,015	g
Energía eléctrica	20016000,0	J
Riles (salida)	0,059	m <sup>3</sup>
<b>Fin de vida</b>		
Reciclaje	105	g
Fin de vida: transporte de residuos reciclaje	9,5	Km
Residuo domiciliario	88	g
Fin de vida: transporte de residuos relleno sanitario	21,1	Km

## Anexo B: Entrevista a locales de comida

### A. Esquema de las entrevistas

Hoja de registro de entrevistas	
Nombre local:	_____
Dirección:	_____
Tipo de alimentos:	_____
<b>Preguntas entrevistas</b>	
1. ¿Cuáles son los envases que más utiliza para la entrega de alimentos?	
(1) Material:	_____ Dimensiones: _____
(2) Material:	_____ Dimensiones: _____
(3) Material:	_____ Dimensiones: _____
2. ¿Cuánto porcentaje de su presupuesto destina a envases?	
3. ¿Cuál es su proveedor de envases?	
4. ¿Cuál es la proporción entre las ventas para servir en el local y las ventas para llevar?	
5. ¿Sabe cuánto aproximadamente son sus clientes al día/semana/mes?	
6. De estos clientes, ¿qué porcentaje son clientes frecuentes (1 vez por semana)?	
7. Qué plataformas online utiliza para ofrecer sus alimentos:	
<input type="checkbox"/> Facebook	<input type="checkbox"/> Instagram <input type="checkbox"/> Página web <input type="checkbox"/> WhatsApp
8. ¿Usa alguna/s de las siguientes aplicaciones?	
<input type="checkbox"/> UberEats	<input type="checkbox"/> Rappi <input type="checkbox"/> Cornershop <input type="checkbox"/> Pedidos Ya
9. ¿Conoce sobre la Ley que regula los plásticos de un solo uso?	
<b>Ficha de observación</b>	
- Capacidad del local:	
- Tipos de envases más entregados	
- Elementos complementarios (cubiertos, vasos, bolsas, servilletas, bombillas, etc.)	
- Cumplimiento de la Ley 21.368	
<input type="checkbox"/> Envases para llevar	
<input type="checkbox"/> Consumo dentro del local	
- Otras observaciones	

### B. Resultados gráficos.

A continuación, se presentan los resultados gráficos más relevantes extraídos del desarrollo de las entrevistas.

Solo para llevar vs Consumo en el local y para llevar

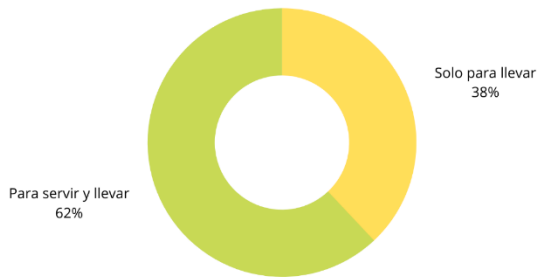


Figura 59. Gráfico de modalidades de locales de comida de Cerro Los Placeres.

Cantidad de pedidos que son para llevar vs los consumidos en el local

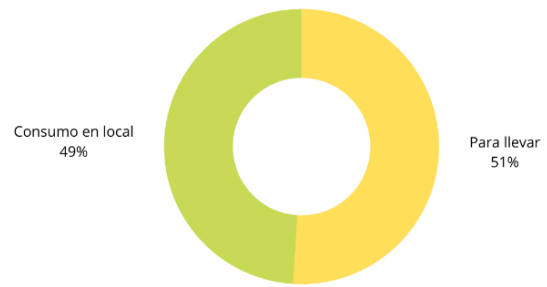


Figura 60 Cantidad de pedidos para llevar y para consumir en el local de establecimientos con opción de consumir en el local.

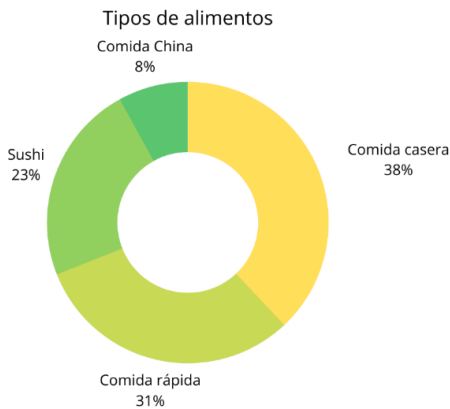


Figura 61. Alimentos ofertados por los locales de comida de Cerro Los Placeres



Figura 62. Gráfico de barras de tipos de envases utilizados por los locales de Cerro Placeres.

Uso de aplicaciones de reparto

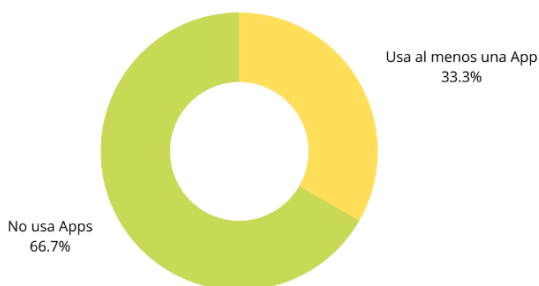


Figura 63. Gráfico circular sobre el uso de aplicaciones de reparto de Cerro Los Placeres.

RRSS utilizadas

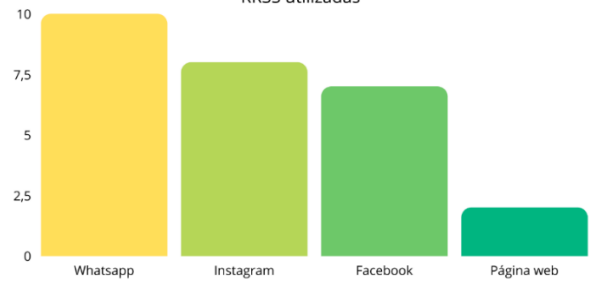


Figura 64. Redes sociales utilizadas por los locales de Cerro Los Placeres

Conocimiento de la Ley 21.368



Figura 65. Conocimiento de la Ley 21.368 por parte de los locales de comida de Cerro Los Placeres.

Cumplimiento de la Ley 21.368

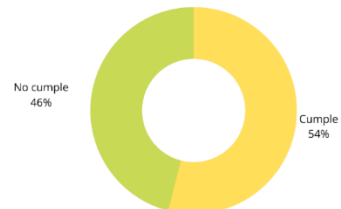


Figura 66. Cumplimiento de la Ley 21.368 por parte de los locales de comida de Cerro Los Placeres.

## Anexo C: Encuesta a Usuarios

### A. Esquema de la encuesta

Preguntas formulario de Google	
<b>1. Perfil de usuario</b>	
- Ciudad de origen	
- Residencia actual	
- Edad	
- Ocupación	
- Ingresos	
<b>2. Hábitos de compra</b>	
- Durante los últimos 3 meses, ¿cuál ha sido su frecuencia de compra de comida preparada?	
- Mayoritariamente las compras las ha realizado: A. En el mismo local de comida B) A través de las RRSS del local (WhatsApp, Facebook, Instagram u otro) C. A través de una aplicación de reparto (UberEats, Rappi, Cornershop, otro) D. Otro)	
- ¿Qué método de pago suele utilizar con más frecuencia?: A. Efectivo B. Crédito/Débito C. Beneficios estudiantiles	
- La comida habitualmente la ha consumido: A. En el local B. Fuera del local C. Fuera del local y en el local de manera similar	
- ¿En qué ámbitos ha comprado la comida preparada?: A. Durante la jornada estudiantil B. Durante la jornada laboral C. Los fines de semanas D. Solo en ocasiones especiales E. No suelo hacerlo F. Otro	
- La última vez que compré comida preparada ¿cuál fue el motivo? A. No tenía tiempo para cocinar B. Por comodidad C. Me encontraba en ruta, lejos de mi hogar D. No tenía otra opción E. Para compartir con mis compañeros/as o colegas F. Otro	
<b>3. Envases</b>	
- ¿Cuál es tu nivel de satisfacción cuando te entregan la comida en el envase de la imagen anterior?: (1) Para nada satisfecho/a (5) Muy satisfecho/a	
- La última vez que utilizaste uno de estos envases ¿Qué hiciste con él?: A. Lo guardé B. Lo boté a la basura C. Lo reutilicé D. Lo composté E. Otro	
<b>4. Preferencias</b>	
- Si tuvieses que ir a comprar comida hoy ¿cuál de las 4 opciones prefieres?: Opción A, Opción B, Opción C, Opción D, Me es indiferente.	
- ¿Qué tal es la apreciación que tiene al usar los envases de un solo uso?: A. Me resulta cómodo y práctico B. Me resulta útil, pero podría mejorar la experiencia de usuario C. Me es indiferente D. No me agrada el uso de los envases desechables E. Otro	
- ¿Qué mejoraría de los envases?	

OPCIÓN A: A bowl of salad with tomatoes, cucumbers, and carrots in a clear plastic container.

OPCIÓN B: A salad in a white plastic container with a white lid.

OPCIÓN C: A sushi set in a clear plastic container with chopsticks and a small cup.

OPCIÓN D: A salad in a white plastic container with a white lid, next to a glass of beer and a tomato.

### B. Resultados gráficos de la encuesta

A continuación, se presentan los resultados gráficos más relevantes extraídos de las respuestas de las encuestas.

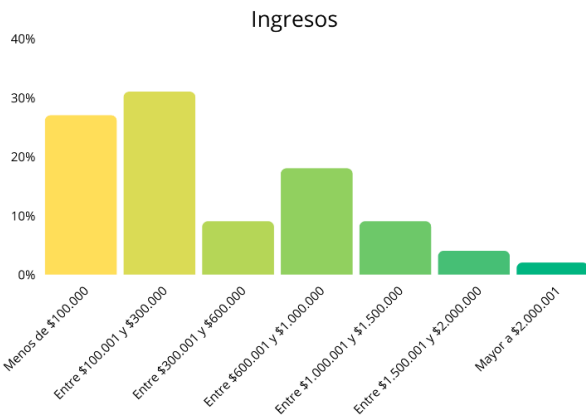


Figura 67. Tramo de ingresos encuestados/as



Figura 68. Ocupación encuestados/as.

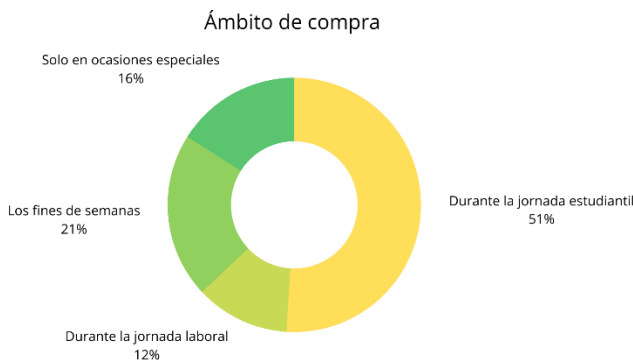


Figura 69. Gráfico: Ámbito de compra.

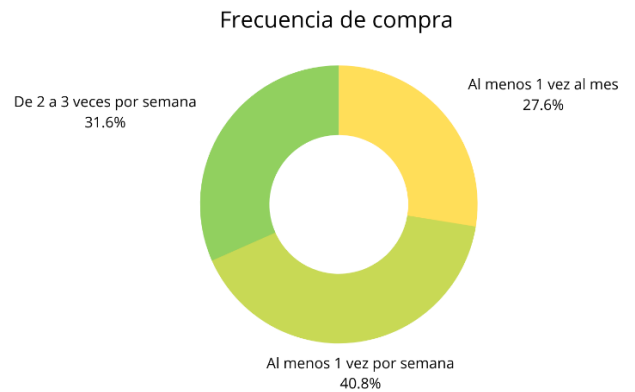


Figura 70. Gráfico: Frecuencia de compra.

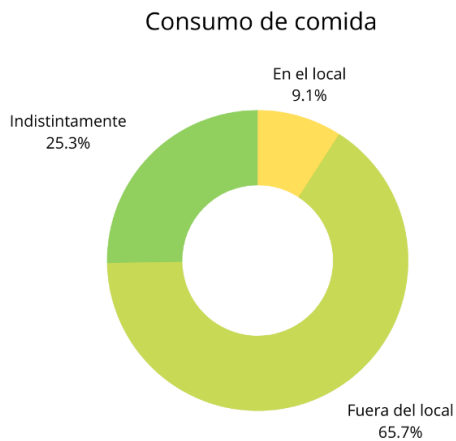


Figura 71. Gráfico: Lugar de consumo.

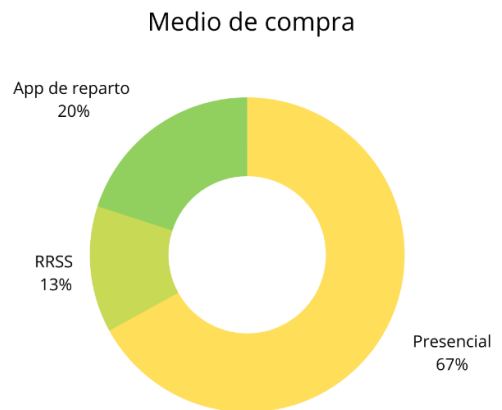


Figura 72. Gráfico: Medio de compra.

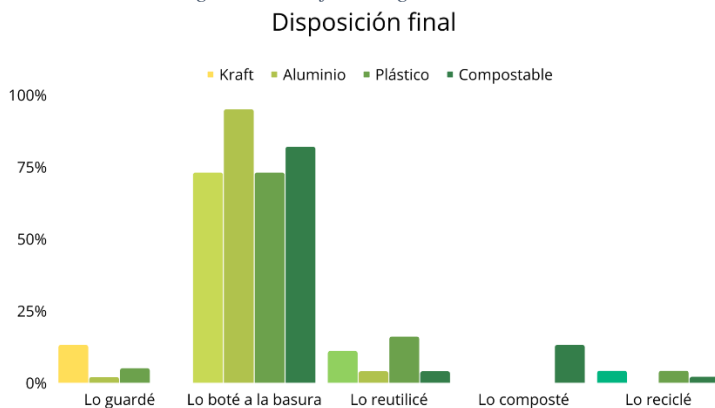


Figura 73. Gráfico de barras: Disposición final de envases.

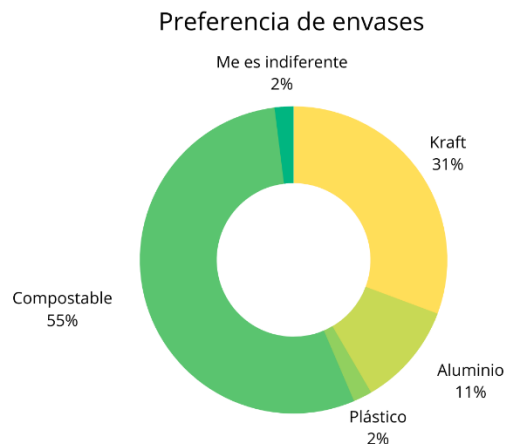
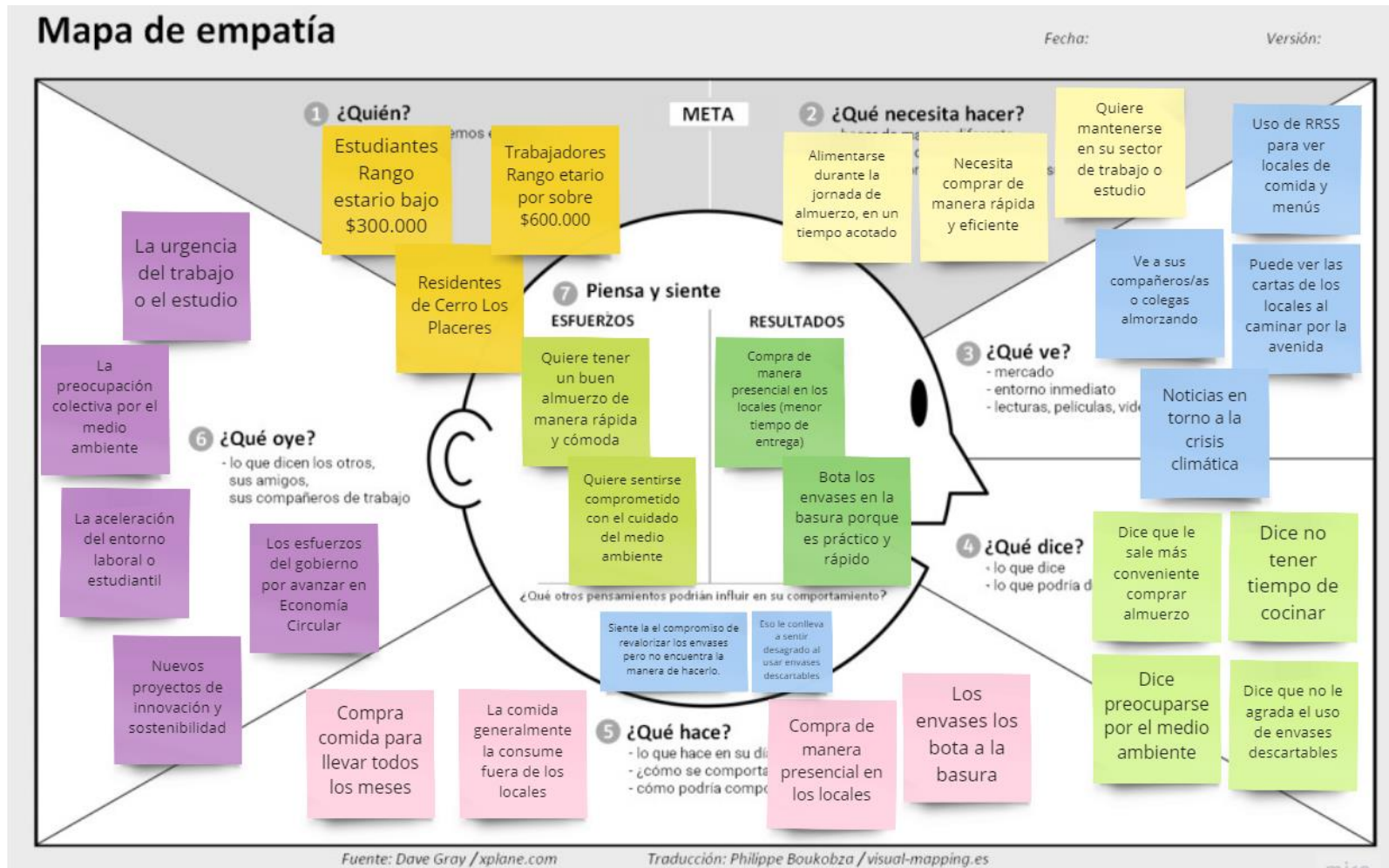


Figura 74. Gráfico: Preferencia de envases.

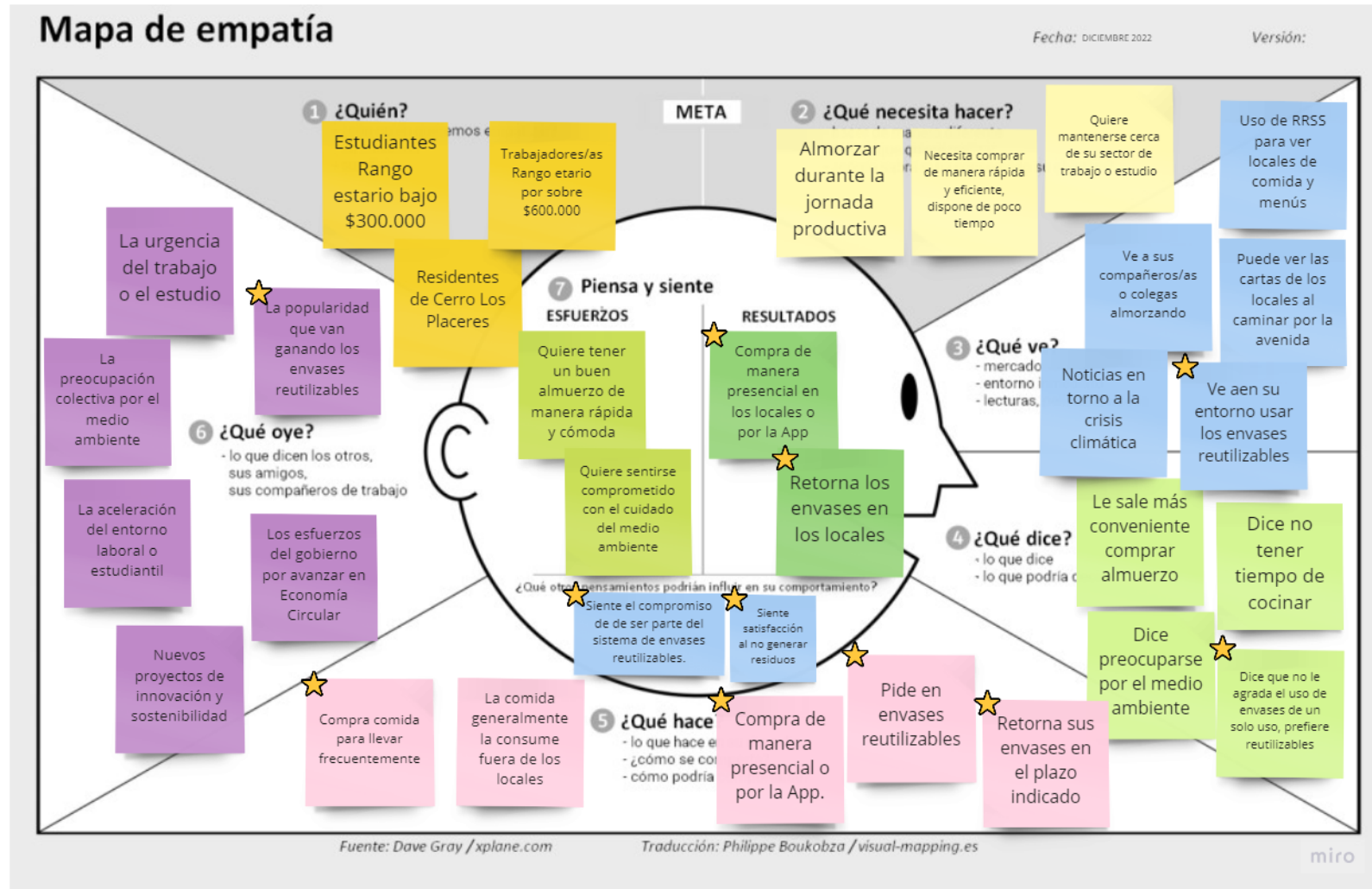
## Anexo D: Evaluación de Diseño, Mapa de empatía

### A. Envases de un solo uso



(Plantilla: Explane.com)

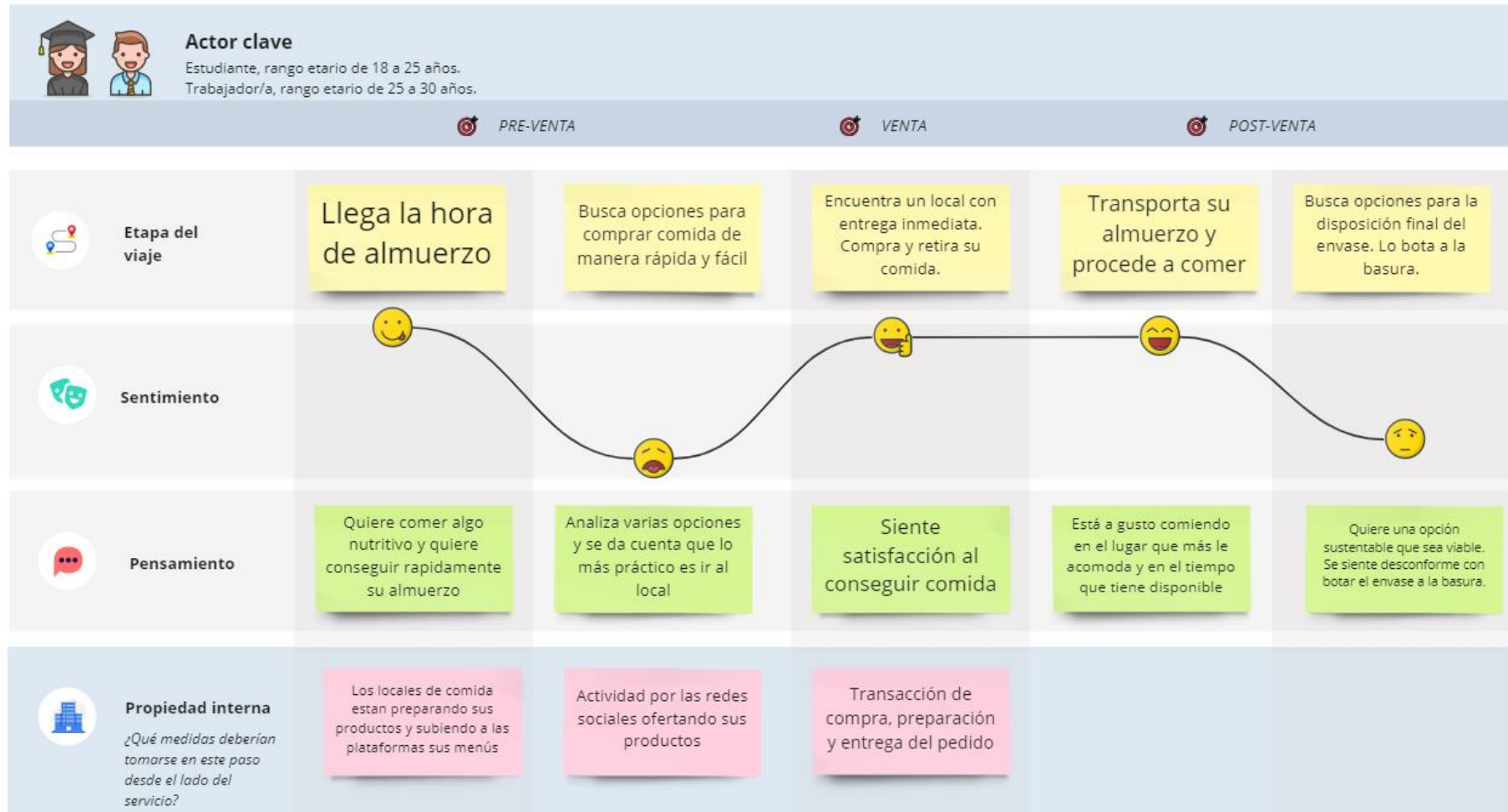
B. Envases reutilizables



(Plantilla: Explane.com)

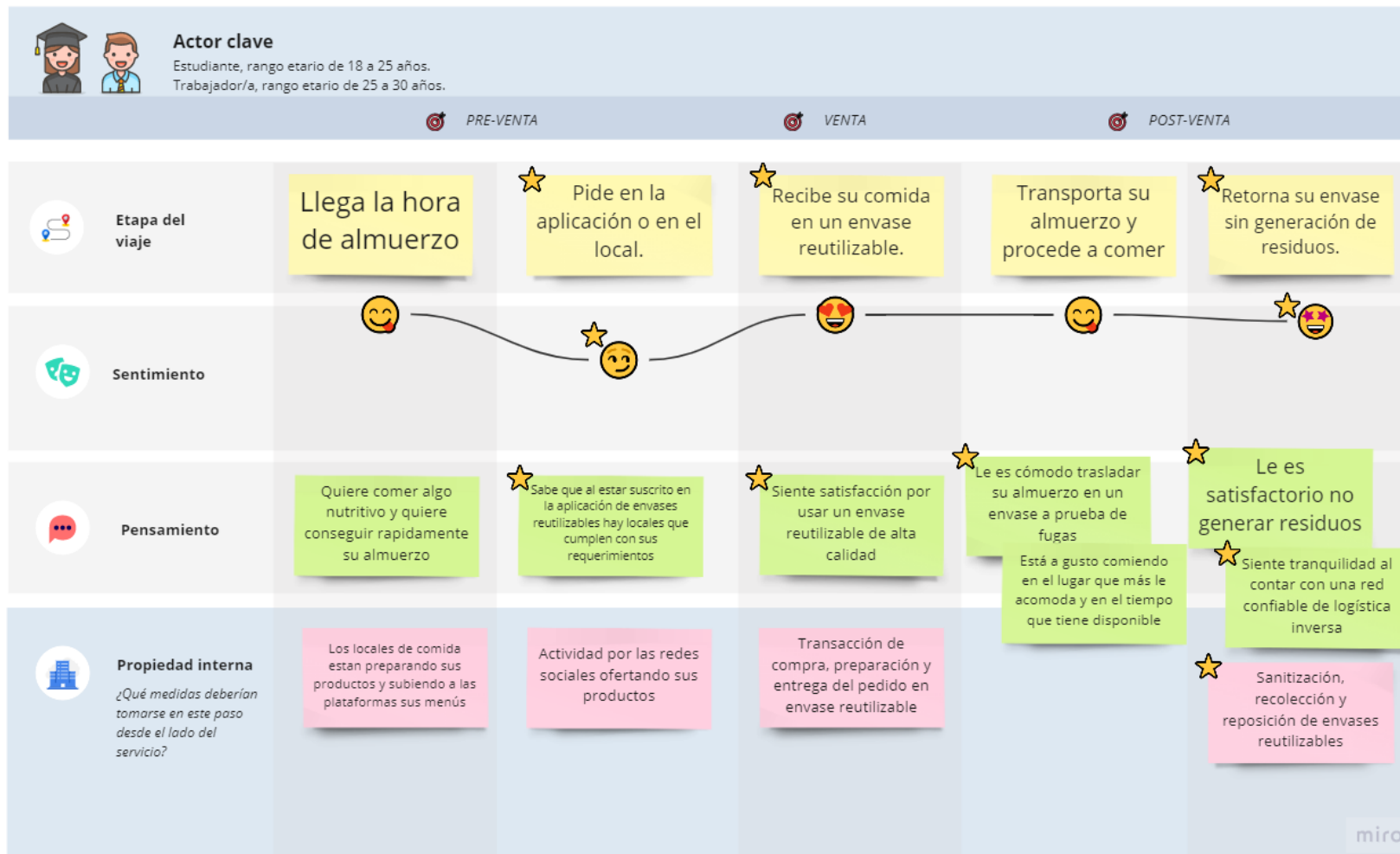
## Anexo E: Evaluación de Diseño, Mapa de trayectoria

### A. Envases de un solo uso



(Plantilla: MIRO.com)

B. Envases reutilizables

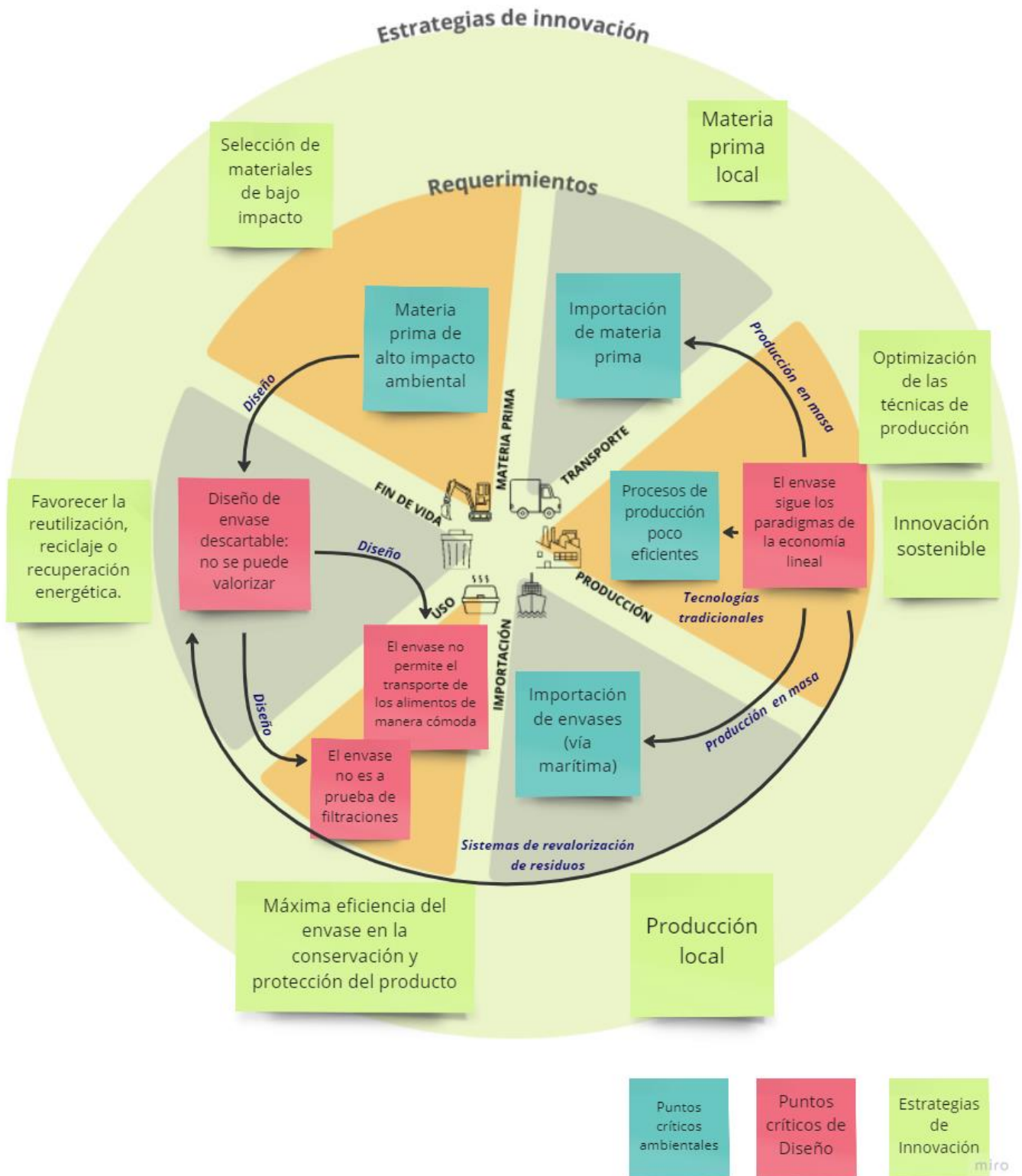


(Plantilla: MIRO.com)

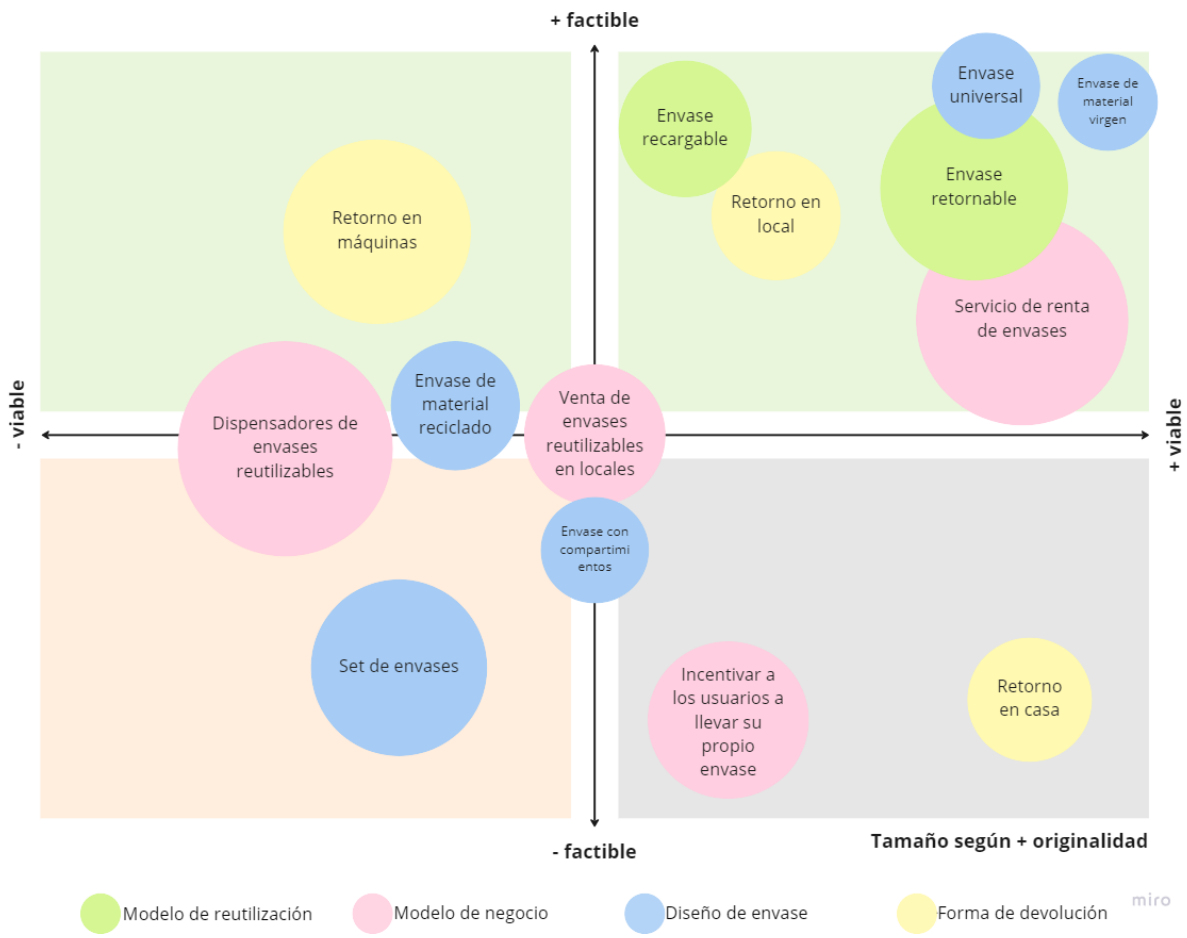
## Anexo F: Eco-innovación

### A. Diagrama Líneas de acción con enfoque sistémico

Como resultado de la aplicación de los pasos de la metodología para la definición de líneas de acción con enfoque sistémico, se obtiene el gráfico a continuación, en donde el círculo interior representa cada etapa del ciclo de vida con sus puntos críticos respectivos y la interrelación de éstos, y en el círculo exterior se indica las estrategias de innovación aplicable acorde a la naturaleza de cada punto crítico.



B. Lluvia de ideas



## Anexo G: Estrategias de innovación para la sostenibilidad

Estas estrategias son una serie de consideraciones simples y concretas enfocadas en cada etapa del ciclo de vida de un producto o servicio. Son lineamientos simples y conceptuales, que se utilizan como fuente de ideas para hacer sostenible un sistema producto.



**Materia prima.** Selección de materiales de bajo impacto: No es lo mismo usar cualquier material. Y ningún material es malo, lo importante es como se usa y sus interrelaciones en toda la cadena de valor. Reducción en el uso de materiales: ¿se puede hacer con menos material?

**Producción.** Optimización de las técnicas de producción: La producción limpia se basa en preferir tecnologías y procedimientos de bajo impacto ambiental.

**Distribución.** Optimización de los sistemas de producción: Hacer lo más eficiente todos los transportes involucrados y determinar cuánto embalaje es realmente necesario.

**Uso.** Reducción del impacto ambiental durante el uso: Es aquí donde se puede hacer un aporte generando conductas más responsables desde el usuario.

**Mantenimiento.** Optimización de la vida útil del producto: Volver al paradigma de productos de larga duración y acabar con la obsolescencia programada.

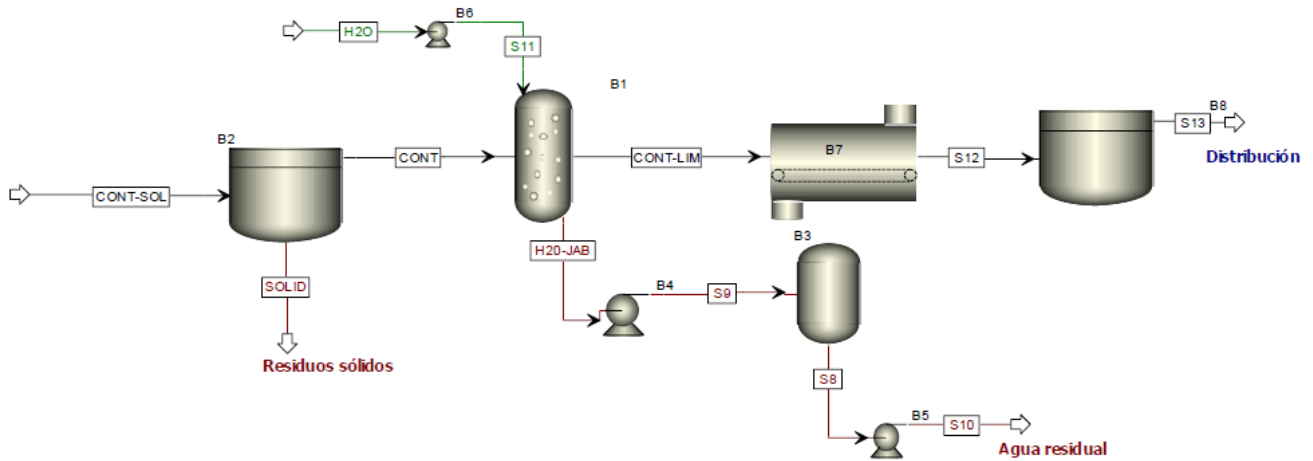
**Gestión del fin de ciclo.** Optimización del fin de vida del producto: Devolver los valiosos componentes de un producto a un nuevo ciclo (biosfera o tecnosfera).

**Diseño.** Desarrollo de nuevos conceptos: Esta estrategia es más bien la primera, y se basa en plantear la posibilidad de cambiar el enfoque con el que se están satisfaciendo los requerimientos que dan origen al producto.

Fuente: (Ecodiseño.cl ltda.)

## Anexo H: Balance de masa y materia sanitización de envases

En el siguiente documento, se plantea la propuesta para efectuar el proceso de sanitización de los envases. En la figura se muestra el diagrama de flujo del proceso de sanitización de los envases, y en la tabla se muestra en detalle el cálculo del balance de masa para la obtención de las entradas y salidas.



Condiciones de operación de lavalozas		
Tiempo por ciclo	seg	120
Envases por ciclo		10
Agua por ciclo	L	2
Total de ciclos por h		30
Recepción		
Envases por hora (aprox)		200
Lavado x h		
Electricidad	kWh	1,1
Electricidad calderín	kWh	2
Potencia de la bomba	kWh	0,22
Electricidad de la cuba	kWh	1,5
Entrada		
Agua	L	60
Detergente	kg	0,015
<b>Pérdida (2%)</b>	<b>L</b>	<b>1,2</b>
Salida		
Agua+jabón	L	58,815
Sanitización - UV		
Electricidad	kWh	0,3
Bombas para Agua residual		
Potencia de la bomba	kWh	0,22
Potencia de la bomba	kWh	0,22

Fuente: (Quintanar, 2021).

## Anexo I: Análisis de sensibilidad Envases reutilizables

Escenario 1: Fabricación de los envases en Chile vs China

Indicadores		% Relevancia	Producción (R) Chile (R) China	
1.	Calentamiento global kg CO2 eq	60%	93%	100%
2.	Consumo de agua m3	40%	100%	100%
<i>Ponderación relativa</i>			96%	100%
<b><i>Reducción del impacto</i></b>			<b>-4%</b>	

*La producción de los envases en Chile genera 4% menos impacto ambiental que si la producción fuera en China*

Escenario 2: Lavado de envases industrial vs manual

Indicadores		% Relevancia	Sanitización (R) Industrial (R) Manual	
1.	Calentamiento global kg CO2 eq	60%	100%	45%
2.	Consumo de agua m3	40%	100%	59%
<i>Ponderación relativa</i>			100%	51%
<b><i>Reducción del impacto</i></b>			<b>49%</b>	

*El lavado manual de los envases genera 49% menos impacto ambiental que el lavado Industrial*