

# MANUAL DE ECODISEÑO CIRCULAR

Primera edición  
Noviembre de 2021



CENTRO TECNOLÓGICO  
DEL PLÁSTICO



CENTRO TECNOLÓGICO  
DEL PLÁSTICO

MANUAL DE ECODISEÑO CIRCULAR

© 2021, Centro Tecnológico del Plástico (CTplás)

Proyecto: «Ecodiseño como herramienta para el desarrollo de ventajas competitivas en la red de valor del plástico», financiado por la Agencia Nacional de Desarrollo (ANDE) en el marco del instrumento Bienes Públicos Sectoriales 2019 (BPS-CIU-2019) y llevado adelante por el Centro Tecnológico del Plástico (CTplás)

Autores: Nicolás Capricho Marocci (CTplás), Andrés Olivera (LATU), Stella Cristóbal (LATU) y Mónica Martínez Cuevas (LATU)

Coordinación: Nicolás Capricho Marocci

Revisión técnica: AIMPLAS Instituto Tecnológico del Plástico (España)

Diseño gráfico: Nicolás Capricho Marocci y Doble clic • Editoras

Producción editorial: Doble clic • Editoras

E-mail: [doble.clic.editoras@gmail.com](mailto:doble.clic.editoras@gmail.com)

ISBN 978-9974-747-48-7

Primera edición, Montevideo, octubre de 2021.

# CONTENIDO

---

Introducción .....	4
Objetivos.....	7
Resumen ejecutivo .....	7
<b>1. Economía circular .....</b>	<b>10</b>
1.1 Definición.....	11
1.2 Escuelas de pensamiento.....	11
1.3 Características principales de la economía circular.....	14
1.4 Diagrama mariposa .....	14
1.5 Modelos de negocio.....	17
1.6 Creación de valor en la transición hacia una economía circular.....	21
1.7 El valor en la transición desde una economía lineal hacia una economía circular .....	23
<b>2. Ecodiseño para una economía circular .....</b>	<b>28</b>
2.1 Ecodiseño.....	29
2.2 Diseño circular .....	30
2.3 Ecodiseño circular.....	31
2.4 Beneficios del ecodiseño de productos para una economía circular....	32
2.5 Barreras para la incorporación de ecodiseño .....	34
<b>3. Metodología de ecodiseño circular en las empresas .....</b>	<b>35</b>
Etapa 01: Iniciar .....	37
Etapa 02: Evaluar .....	42
Etapa 03: Idear .....	50
Etapa 04: Desarrollar .....	54
Etapa 05: Concretar .....	72
Etapa 06: Implementar .....	73
Etapa 07: Valorar .....	76
Glosario.....	79
Referencias bibliográficas .....	82
Anexos.....	86

# INTRODUCCIÓN

---

Este manual surge en el marco del proyecto «Ecodiseño como herramienta para el desarrollo de ventajas competitivas en la red de valor del plástico», financiado por la Agencia Nacional de Desarrollo (ANDE) en el marco del instrumento Bienes Públicos Sectoriales 2019 (BPS-CIU-2019) y llevado adelante por el Centro Tecnológico del Plástico (CTplas).

La iniciativa fue impulsada por el CTplas como respuesta a los desafíos que propone la economía circular, una línea de trabajo que este centro ha desarrollado desde un enfoque estratégico desde 2015, con la finalidad de preparar al sector para los retos a futuro y de generar un campo fértil para desarrollar nuevas competencias y nuevos productos, apuntando a una reconversión sectorial más amigable con el medio ambiente.

Respondiendo a las necesidades de la industria (CTplas, 2017), en 2018 el CTplas creó la certificación **+CIRCULAR**, que busca disminuir las barreras existentes para el proceso de reciclado. Esta primera experiencia se orientó a la mejora de la eficiencia de toda la cadena de reciclado de plástico posconsumo y posindustrial, así como a la formalización de las empresas de los circuitos de reciclado, enfocándose en el desarrollo y la mejora de procesos productivos amigables con el medioambiente. En el proceso de comprensión de la realidad sectorial y de la red de valor del plástico, el CTplas también visualizó la necesidad de atender como factor clave las nuevas tendencias que, si bien no son aún percibidas por el sector como «demandas», a mediano plazo van a exigirle una preparación y desarrollo técnico para poder seguir atendiendo a los clientes de esta red.

Considerando que el plástico juega un rol protagónico en la transición hacia una economía circular, es fundamental trabajar en cómo se diseña, produce y usa este material para gestionar el impacto en la economía, la sociedad y el ambiente. Tomando este concepto como punto de partida, se pensó como un paso natural comenzar a trabajar con la red de valor del plástico en la concepción del ecodiseño de los productos y servicios para continuar aportando a esta transición. Actualmente, la forma en que se diseña, se produce, se consume y se desecha, asociada a una economía lineal, resulta insostenible e ineficiente. Desde el CTplas se toma como premisa básica que ecodiseñar productos y servicios implica no solamente hacerlos deseables para las personas, minimizando su impacto ambiental en cada una de las etapas del ciclo de vida, sino también establecer estrategias de mejora ambiental y sistemas circulares que retengan y mantengan el valor incorporado en estos productos o servicios.

Desde esta perspectiva, en términos de competitividad resulta esencial desarrollar nuevas capacidades que permitan incorporar tecnologías para atender estas nuevas tendencias en la sociedad y el mercado, que cada vez más buscan considerar estratégicamente aspectos ambientales. En este escenario resulta fundamental generar capacidades en torno al ecodiseño como forma de mejorar la operativa de las empresas transformadoras y sus productos. Para po-

tenciar estos aspectos, surge la necesidad de trabajar en ecodiseño como eje transversal a nivel sectorial abordando cuatro desafíos:

1. La necesidad de reducir costos; en este sentido, la incorporación del ecodiseño permite lograr un beneficio financiero inmediato, no solo en la utilización del material y reducción de residuos, sino también durante la producción.
2. La necesidad de aumentar la calidad del producto diseñado, controlando factores como funcionalidad, confiabilidad, durabilidad, mantenimiento y reparación a través del ecodiseño.
3. La necesidad de mejorar la imagen de los productos plásticos y de las empresas transformadoras.
4. La necesidad de innovación para encontrar nuevos mercados y nuevas aplicaciones, así como la incorporación del ecodiseño visualizada como una innovación en sí misma.

A partir de estas reflexiones, se buscó contribuir a generar capacidades técnicas en Uruguay para minimizar los impactos ambientales de los productos de plástico, tomando al ecodiseño como herramienta fundamental, con base en el principio de prevención frente al de corrección, camino al fortalecimiento directo de la red de valor del plástico de cara a los desafíos que propone la economía circular.

Adicionalmente, se considera que esta iniciativa contribuye al logro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) relacionados con industria, innovación e infraestructura (ODS 9) y producción y consumo responsables (ODS 12).

Como resultado de esta iniciativa se generaron y fortalecieron las capacidades técnicas locales multidisciplinarias, lo que permitió un abordaje integral de la temática en toda la red de valor del plástico. Este acumulado de experiencias y conocimiento queda condensando en esta publicación, en la cual trabajaron técnicos del CTplás, asesores técnicos y técnicos del Laboratorio Tecnológico del Uruguay (LATU), aportando al desafío de aplicar la concepción del ecodiseño en esta cadena productiva en particular.

En suma, este manual es un esfuerzo más de CTplás para continuar profesionalizando al sector y habilitar insumos de libre acceso en el marco de un intercambio que concreta la transferencia de conocimiento y experiencias de forma de potenciar las prácticas y lecciones aprendidas.

## Objetivos

El presente manual tiene como objetivo funcionar como una guía de apoyo para empresas, profesionales e instituciones, y así contribuir a la transición hacia una economía circular, facilitando la incorporación de herramientas de diseño en el desarrollo de productos circulares.

Sus objetivos específicos son:

- Sensibilizar a las empresas, técnicos, profesionales y demás actores de la red de valor del plástico sobre los beneficios de integrar criterios ambientales y estrategias de circularidad en el proceso de diseño, desarrollo, fabricación y consumo de productos.
- Facilitar la transición desde el ecodiseño hacia el diseño circular, integrando metodologías y herramientas en el concepto de ecodiseño circular.
- Contribuir al desarrollo sustentable de la industria del plástico de cara a los nuevos desafíos que proponen la economía circular, las nuevas regulaciones y las exigencias del mercado y los consumidores.

## Resumen ejecutivo

En el marco de la iniciativa +CIRCULAR impulsada por el CTplás surge la necesidad de abordar el ecodiseño como uno de los pasos para abordar los retos que propone la economía circular para el sector del plástico, que, a escala mundial, se enfrenta grandes exigencias ambientales y sociales.

En los últimos años, la visión de la sociedad sobre el plástico se ha visto fuertemente influida por la contaminación ambiental que genera la incorrecta utilización y la inadecuada gestión de fin de vida de este material. En este contexto la economía circular propone un cambio de paradigma, mediante un modelo que aboga por crear y preservar el capital natural, social y económico a través de la producción y el consumo sostenibles, haciendo énfasis en optimizar el uso de recursos, el desarrollo de nuevos modelos de negocio y el diseño para la conservación y recuperación del valor de los productos en ciclos cerrados de retroalimentación. Este modelo surge como alternativa al sistema económico lineal que regula las actividades productivas y económicas desde hace más de dos siglos, basándose en un modelo de extracción, producción, consumo y descarte con un alto impacto social y ambiental, el cual ha propiciado el agotamiento de los recursos naturales, la degradación y la pérdida de los ecosistemas.

En Uruguay se considera a la industria plástica como proveedora de insumos para varios sectores, resaltando su importancia estratégica directa e indirecta.

ta para la industria nacional, contemplando que el 80% de su producción es insumo para otras industrias, entre las cuales se destacan la alimentaria, la farmacéutica, la química y la construcción.

Como respuesta a los desafíos que enfrenta el sector y ante la necesidad de comenzar a trabajar con una visión circular en los procesos productivos, desde el CTplás se busca generar insumos para el sector que contribuyan a la generación, el desarrollo y el fortalecimiento de capacidades. Como consecuencia, el *Manual de ecodiseño circular* tiene como objetivo funcionar como una guía de apoyo para empresas, profesionales e instituciones, y así contribuir a la transición hacia una economía circular, facilitando la incorporación de herramientas de diseño en el desarrollo de productos circulares.

Esta primera parte, introductoria, busca contextualizar el manual como herramienta de trabajo en el ecosistema productivo, así como sus objetivos y alcance de aplicación.

El capítulo 1 profundiza en el concepto de economía circular, describe sus características principales y las oportunidades y las barreras a la hora de adoptarla por el sector empresarial. En él se repasan los modelos de negocio circulares, con especial énfasis en la comprensión de los distintos mecanismos de creación de valor desde esta nueva perspectiva.

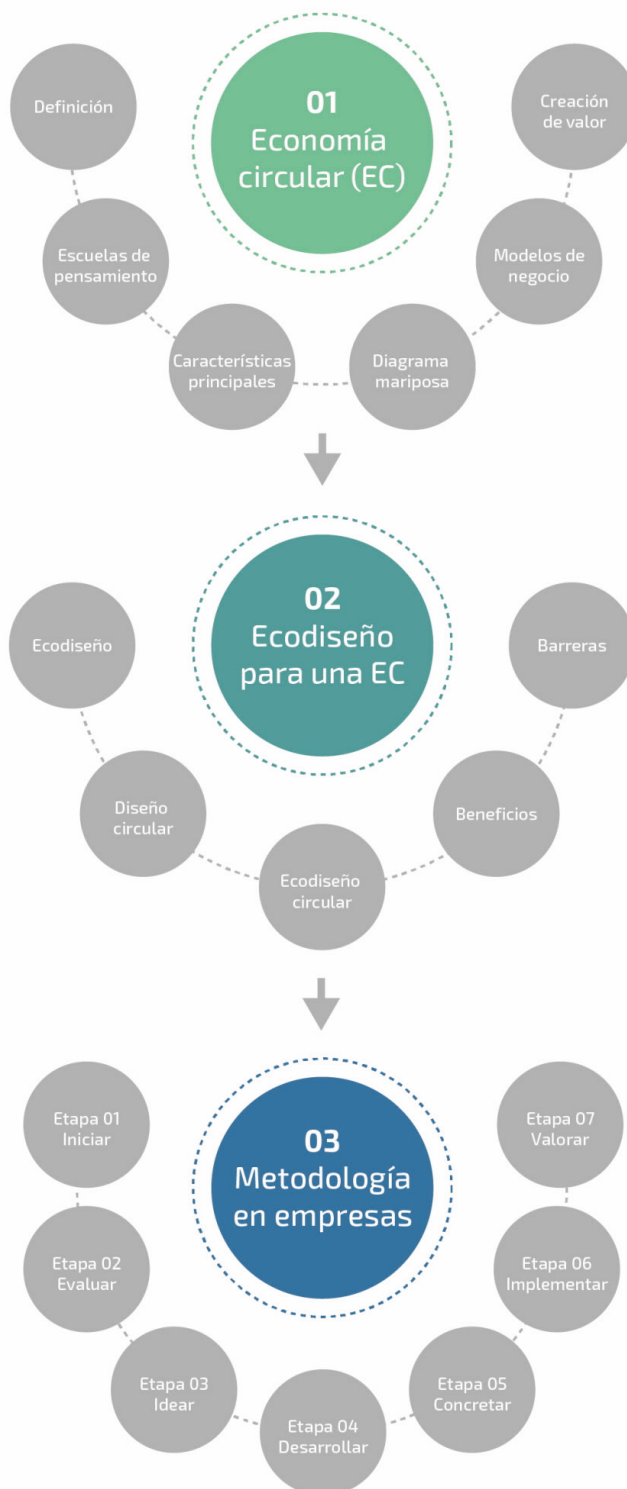
El capítulo 2 analiza el alcance de los diferentes enfoques del diseño para el desarrollo de productos en los distintos sistemas productivos, planteando la necesidad de integrar las metodologías del ecodiseño tradicional y el diseño circular en un concepto integrador que contemple el actual proceso de transición hacia una economía circular.

Finalmente, el capítulo 3 propone una metodología que incluye las diferentes etapas que una empresa debe transitar para implementar un proceso de desarrollo de producto en un sistema circular.



## Estructura del manual

### Introducción



Glosario  
Anexos  
Referencias bibliográficas

# 1. ECONOMÍA CIRCULAR

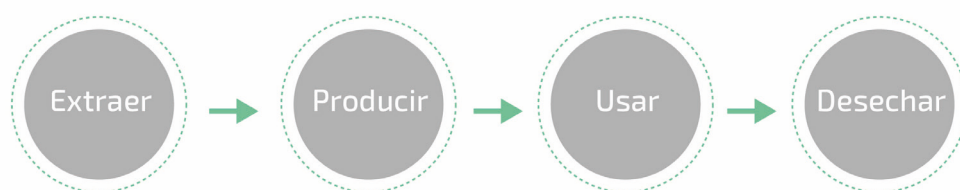
---

## 1.1 Definición

La economía circular propone un cambio de paradigma en el sistema económico mediante un modelo que aboga por crear y preservar el capital natural, social y económico a través de la producción y el consumo sostenibles, con énfasis en la optimización del uso de los recursos, el desarrollo de nuevos modelos de negocio y el diseño para la conservación y la recuperación del valor de los productos en ciclos cerrados de retroalimentación.

Este modelo surge como alternativa al actual sistema económico lineal, que regula las actividades productivas y económicas desde hace más de dos siglos, con base en un modelo de extracción, producción, consumo y descarte con un alto impacto social y ambiental, el cual ha propiciado el agotamiento de los recursos naturales, la degradación y pérdida de los ecosistemas.

Figura 01. Procesos en una economía lineal



Fuente: Elaboración propia.

## 1.2 Escuelas de pensamiento

Los conceptos en los que se basa la economía circular tienen origen en distintas escuelas de pensamiento surgidas principalmente luego de la segunda mitad del siglo XX, las cuales toman relevancia hacia finales de la década de los setenta, momento en el cual se acentúa globalmente en numerosos académicos, líderes intelectuales, empresas y naciones la preocupación por los impactos asociados al accionar del humano en el planeta y la contaminación del ambiente.

### La naturaleza como inspiración

Biomímesis (Benyus, 1997)

Implica el desarrollo de tecnologías innovadoras para resolver los problemas humanos inspirándose en la naturaleza. Propone imitar los procesos naturales para crear un sistema industrial en el que los materiales pueden convertirse en nutrientes para nuevos procesos biológicos.

## Simbiosis industrial

Ecología industrial (Lifset y Graedel, 2001)

Tiene como objetivo crear un sistema industrial en el cual los desechos, fluidos o emisiones de una industria sirvan como materia prima de otra, eliminando el concepto de residuos, reduciendo costos y optimizando el uso de recursos.

## Nutrientes circulares

De la cuna a la cuna (McDonough y Braungart, 2003)

Plantea la reducción de los impactos negativos de los procesos industriales y comerciales mediante el aprovechamiento de las salidas de un sistema como entradas en forma de insumos o recursos para otros sistemas, estableciendo dos tipos de nutrientes: biológicos y tecnológicos.

## El uso más allá de la posesión

Economía del rendimiento (Stahel, 2006)

Se enfoca en reducir la entrada de material a los procesos y en el desarrollo de nuevos modelos de negocio, como la venta de servicios en lugar de productos y el consumo compartido. Sus principios fundamentales son la extensión de la vida del producto, los bienes de larga duración, las actividades de reacondicionamiento y la prevención de residuos. El concepto *de la cuna a la cuna* está asociado a las ideas propuestas a finales de la década del setenta por Walter Stahel, que posteriormente distintos autores continuaron desarrollando y sirvieron como base conceptual para la economía circular.

## Enfoque de sistemas locales

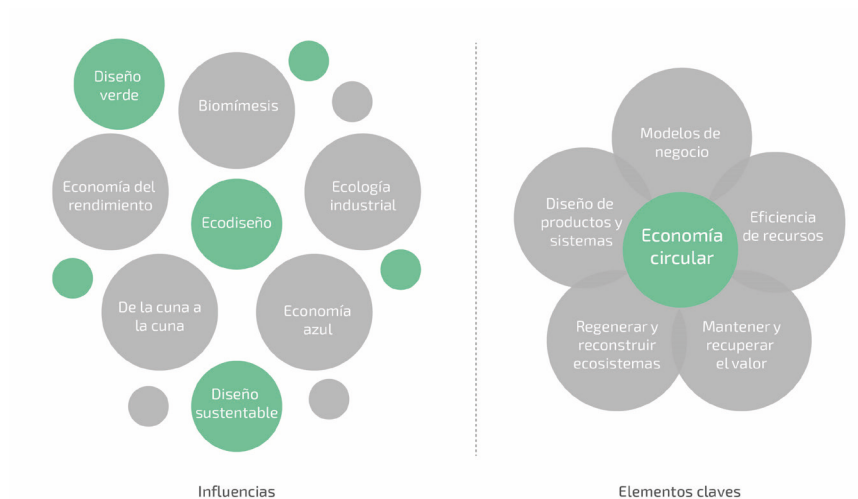
Economía azul (Pauli, 2010)

Es un movimiento de código abierto que recopiló en un informe entregado inicialmente al Club de Roma estudios de casos prácticos donde las soluciones sostenibles están determinadas por el entorno local y las características físico-ecológicas. La economía azul propone imitar la viabilidad y la eficacia de los sistemas naturales, apostando a la economía local y al aprovechamiento de los recursos disponibles en sistemas en cascada y asegurando que el desperdicio de un proceso se utilice como entrada para crear un nuevo flujo de ingresos.

El concepto de economía circular ha evolucionado con el tiempo mediante la integración de las diversas teorías y metodologías de las escuelas de pensamiento en las que se basa. En términos generales, las distintas definiciones del concepto se enfocan en el equilibrio entre los aspectos económicos, sociales y

ambientales, el consumo sostenible, el cierre de ciclos técnicos y biológicos, la eliminación de desperdicios mediante el diseño y la revalorización, y la utilización de recursos y energías renovables con el objetivo de crear valor en un sistema regenerativo.

Figura 02. Evolución de la economía circular



Fuente: Elaboración propia.

Actualmente, en el concepto de economía circular intervienen distintos campos de estudio, como son, entre otros, la economía, la sociología, la ingeniería, el derecho y el diseño, lo que le proporciona una visión amplia e integradora sobre el sistema en el que interactúan los productos y servicios.

La definición elaborada por la Fundación Ellen MacArthur (2014) resulta interesante para el contenido del presente manual, ya que contempla las cuestiones relevantes que engloba la economía circular, haciendo especial énfasis en el diseño como factor preponderante en la transición hacia este cambio de paradigma.

Una economía circular es un sistema industrial que es restaurativo o regenerativo por intención y diseño. Sustituye el concepto de «fin de vida» por el de restauración, desplazándose hacia el uso de energías renovables, eliminando el uso de productos químicos tóxicos, que perjudican la reutilización, y tiene como objetivo la eliminación de residuos a través del diseño superior de materiales, productos, sistemas y, dentro de estos, modelos de negocio. (Fundación Ellen McArthur, 2014; traducción libre)

## 1.3 Características principales de la economía circular

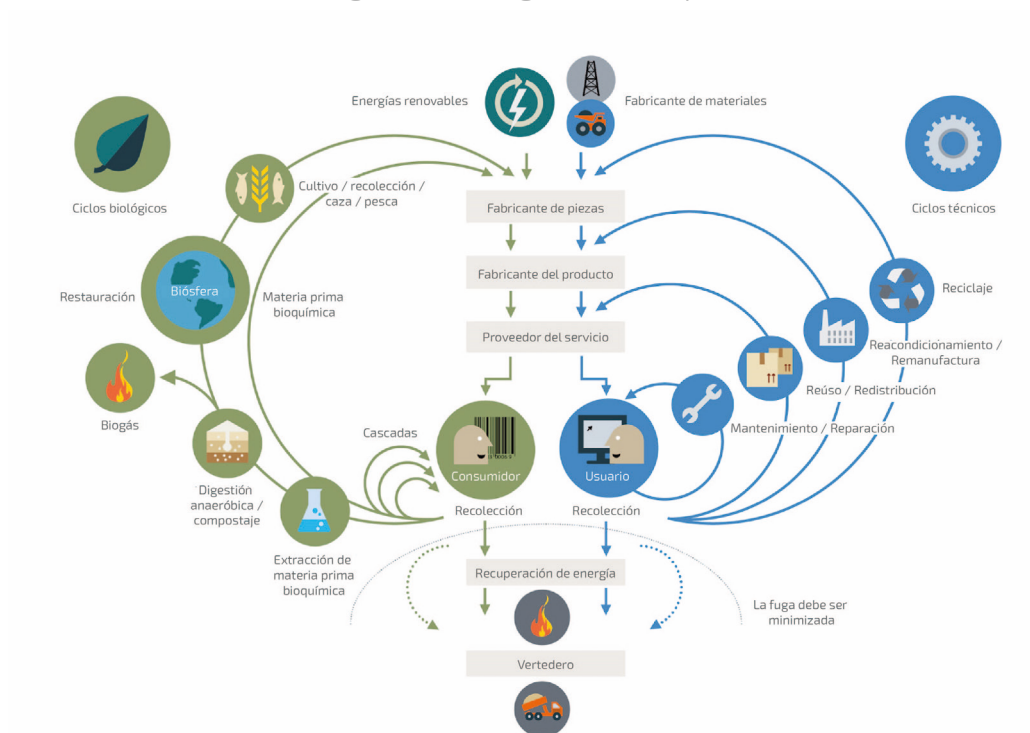
- Generación de crecimiento económico, creación de empleo y reducción de los impactos ambientales negativos.
- Diseño de productos, componentes y materiales para que mantengan su utilidad y máximo valor en todo momento.
- Inexistencia de residuos, al ser diseñados los componentes de los productos con el fin de incorporarse a ciclos biológicos o técnicos de recuperación.
- Aumento de la resiliencia por medio de la diversidad: la modularidad, la versatilidad y la adaptabilidad son aspectos muy apreciados, a los que debe darse prioridad en un mundo incierto y en rápida evolución.
- Uso de energía de fuentes renovables, para aumentar la resiliencia de los sistemas y reducir la dependencia de la energía no renovable, lo que sería posible por los valores reducidos de energía que precisa una economía circular restaurativa.
- Enfoque de sistemas, es decir, los elementos se consideran en relación con sus contextos medioambientales y sociales, las conexiones entre personas y empresas pueden crear oportunidades para generar valor y comprender cómo las partes de un todo se relacionan entre sí es crucial.
- Creación de valor extrayendo el valor adicional de los productos y materiales mediante su paso en cascada por otras aplicaciones y usos.

## 1.4 Diagrama mariposa

El trabajo realizado por la Fundación Ellen MacArthur (2014) muestra en un esquema denominado «diagrama mariposa» los distintos mecanismos de creación de valor que un sistema circular puede proporcionar para reconstruir capital económico, social y natural, contribuyendo a que los productos y componentes mantengan su utilidad y valor en todo momento.

En la zona central de la Figura 03 se observan los distintos procesos de la cadena de producción tradicional en un sistema lineal, comenzando por la extracción de materias primas, pasando por su distribución y procesamiento, la fabricación de productos, la logística y distribución, el consumo por parte de los usuarios y la disposición final. A ambos lados se distinguen dos ciclos de recuperación de recursos materiales: los nutrientes biológicos y los nutrientes técnicos.

Figura 03. Diagrama mariposa



Fuente: Diagrama basado en McDonough y Braungart. Adaptación a partir de Fundación Ellen MacArthur (2019).

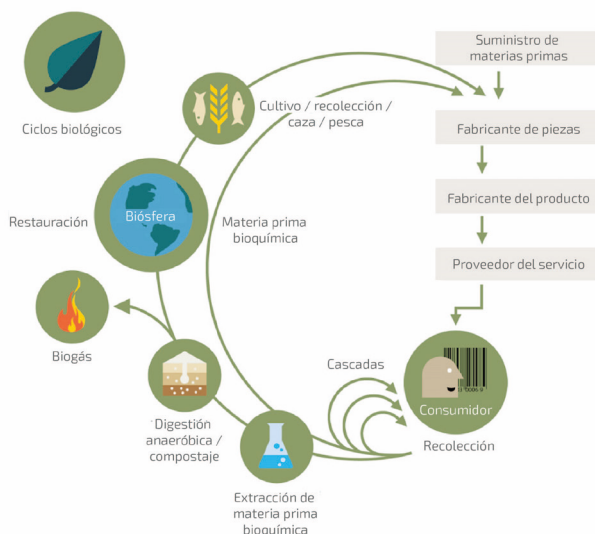
Si bien este diagrama incluye la recuperación energética, existen algunos autores que manifiestan que mediante la incineración para la recuperación energética el material se pierde, por lo que este proceso no estaría dentro de la economía circular; sin embargo, si el material igualmente se va a perder, ya sea por incineración o por depósito en vertedero, valorizarlo energéticamente es una buena opción para que la pérdida no sea total.

En las etapas iniciales de diseño se debe proyectar con pensamiento sistémico las características que permitirán que el producto o los materiales sean incorporados efectivamente a algunos de los ciclos de recuperación.

### 1.4.1 Los nutrientes biológicos

Representados del lado izquierdo del diagrama (Figura 04), los nutrientes biológicos son aquellos materiales que pueden volver a ingresar de manera segura al mundo natural, una vez que han pasado por uno o más ciclos de uso, para construir capital natural, devolviendo los nutrientes incorporados a la biósfera, por ejemplo, a través del compostaje y la extracción de biogás. En el ciclo biológico, los productos se diseñan para ser consumidos o metabolizados en los ecosistemas y regenerar el valor como un nuevo recurso natural.

Figura 04. Elementos del ciclo biológico en un sistema circular

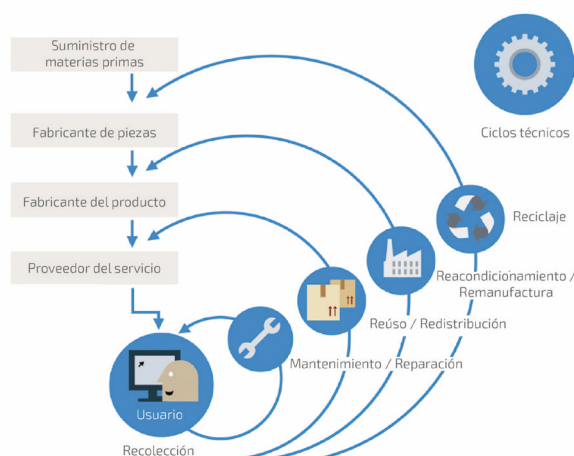


Fuente: Basado en McDonough y Braungart.  
Adaptación a partir de Fundación Ellen MacArthur (2019).

### 1.4.2 Los nutrientes técnicos

Representados del lado derecho del diagrama (Figura 05), los nutrientes técnicos son productos diseñados para circular en circuitos cerrados sin entrar en la biósfera, ya que pueden contener materiales no renovables. Para evitar la pérdida de valor, los componentes y materiales deben mantenerse en circuitos cerrados durante el mayor tiempo posible. Estos productos requieren un tratamiento de residuos antes de que puedan devolverse de manera segura a la biósfera y en la mayoría de los casos no es posible hacerlo sin impactos ambientales negativos.

Figura 05. Elementos del ciclo tecnológico en un sistema circular



Fuente: Basado en McDonough y Braungart.  
Adaptación a partir de Fundación Ellen MacArthur (2019).



## 1.5 Modelos de negocio

Un modelo de negocio, según Osterwalder y Pigneur (2009), describe las bases sobre las que una empresa crea, proporciona y capta valor. Permite identificar, analizar y expresar la lógica del negocio y la manera en que la empresa propone valor a uno o varios segmentos de clientes, su red de socios y las actividades claves para la creación, la comercialización y la entrega de ese valor para generar flujos de ingresos rentables y sostenibles.

Las nuevas concepciones e innovaciones en modelos de negocio son una de las principales temáticas de estudio en la transición hacia una economía circular y se ven favorecidas por la conjunción de factores tecnológicos y sociales que se presentan actualmente.

El desarrollo de productos para un sistema circular requiere una nueva forma de concebir los negocios, que se concentre en los beneficios económicos, sociales y ambientales de crear valor para los distintos actores involucrados en la cadena, desprendiéndose de la dependencia de la utilización de recursos escasos y diseñando productos que posibiliten la recuperación del valor incorporado.

Las principales diferencias en la manera en que se organizan las empresas en una economía circular con respecto al modelo lineal radican en la necesidad de mantener el control de sus recursos y preservar el valor de los materiales en su valor más alto y el mayor tiempo posible.

Los modelos de negocio (Arponen *et al.*, 2018: 13-14) detallados a continuación pueden implementarse individualmente o en combinación, estableciendo estrategias de diseño en el desarrollo de los productos que sirvan de apoyo a la modalidad seleccionada.

### 1.5.1 Suministros circulares

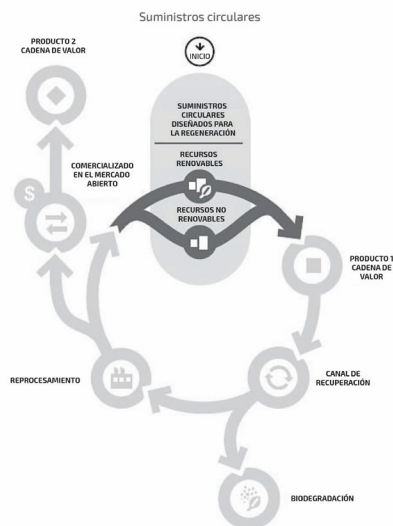
Se refiere a la selección de materiales saludables para el medioambiente y al uso de energías renovables, sustituyendo de esta forma el uso de recursos escasos, lo que minimiza la huella ambiental de las organizaciones.

El diseño de productos para este modelo de negocio se basa en la utilización de materias primas renovables, no tóxicas, que puedan reincorporarse al mundo natural mediante el compostaje o la biodegradación, o en la utilización de materiales reciclables que puedan recuperarse de manera eficiente, facilitado por el desmontaje y la identificación de los materiales utilizados.

Implementar este modelo de negocio puede proporcionar una ventaja competitiva, ya que los recursos renovables se encuentran menos expuestos a la

fluctuación de precios, lo que reduce costos y riesgos y ofrece un sistema de precios estabilizados con suministro a largo plazo.

Figura 06. Modelo de negocio de suministros circulares



Fuente: Adaptado de Lacy *et al.* (2015: 1010).

### 1.5.2 Extensión de vida del producto

Este modelo implica el diseño de productos orientado a la prolongación de su ciclo de vida, garantizando que permanezcan funcionales y económicamente útiles el mayor tiempo posible.

Es apropiado para productos que tienen un uso intensivo, se desgastan fácilmente o requieren un gran mantenimiento. Las estrategias de diseño para este modelo deben centrarse en mejorar la funcionalidad y la durabilidad, con apoyo en la calidad de los materiales y la facilidad de reparación, mantenimiento, actualización y remanufactura de sus componentes.

Figura 07. modelo de negocio de extensión de vida del producto



Fuente: Adaptado de Lacy *et al.* (2015, 1605 y 1607).

### 1.5.3 Recuperación de recursos

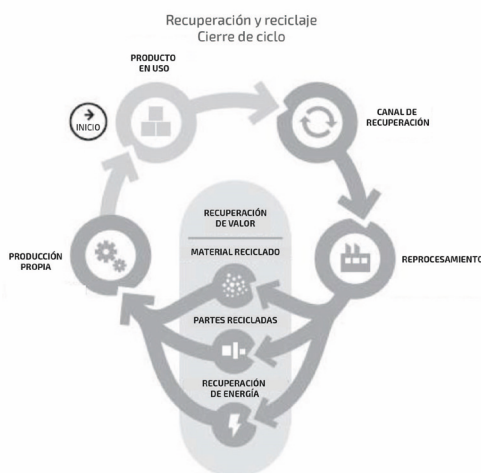
Este modelo de negocio se refiere a establecer estrategias de recuperación de valor al final del ciclo de vida de un producto, para reintroducirlo en un nuevo proceso.

Se centra en la simbiosis industrial y el reciclaje de circuito cerrado, donde los desechos, fluidos o emisiones de una industria se convierten en recursos para la fabricación de nuevos productos de otra empresa.

Permite a las organizaciones minimizar las pérdidas de material y recuperar el valor económico incorporado, visualizando al desperdicio como una oportunidad y un recurso con posibilidades de retener su valor y en algunos casos de aumentarlo (*upcycling*).

El diseño para este modelo de negocio debe centrarse en facilitar el desmontaje de los productos —utilizando uniones no destructivas, preferentemente mediante la selección de monomateriales o asegurando su compatibilidad—, establecer una correcta identificación para facilitar su clasificación y concebir el producto de acuerdo al contexto y al sistema de reciclaje con el que interactuará.

Figura 08. modelo de negocio de recuperación de recursos



Fuente: Lacy *et al.* (2015: 1338).

### 1.5.4 Plataformas compartidas

Este modelo de negocio fomenta la colaboración entre usuarios u organizaciones facilitando el intercambio de bienes y servicios mediante una plataforma digital.

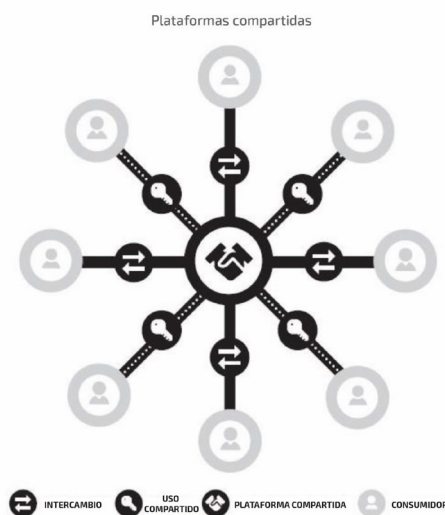
Esta modalidad se encuentra extendida en el mercado empresa a consumidor (*business to consumer*), donde la organización no tiene la propiedad de los recursos, sino que su actividad se centra en administrar el mercado nu-

creando grupos de usuarios con propietarios de productos para intensificar el uso, ofreciendo mayor disponibilidad y flexibilidad, a diferentes precios y localidades.

El mercado empresa-empresa (*business to business*) presenta grandes oportunidades de desarrollo, facilitando el intercambio entre empresas industriales en lo que refiere a compras y abastecimiento de materias primas, promoviendo la simbiosis industrial para el aprovechamiento de residuos como insumo y la asociatividad para el sistema de distribución y logística.

Aspectos como la durabilidad y la calidad del producto deben estar asegurados desde el diseño, ya que los bienes son utilizados de manera intensiva por un gran número de usuarios.

Figura 09. modelo de negocio de plataformas compartidas



Fuente: Lacy *et al.* (2015: 1943).

### 1.5.5 Producto como un servicio

Este modelo se refiere al establecimiento de contratos de arrendamiento o pago por uso, donde la empresa conserva la propiedad del bien y el usuario paga una tarifa continua durante la vigencia del contrato o al momento de utilizar el servicio.

La relación entre el cliente y la empresa se hace más estrecha, ya que se produce un intercambio más directo; las empresas comprenden mejor las necesidades del cliente y, como consecuencia, pueden innovar rápidamente, de manera integral y personalizada.

Los clientes contratan el servicio para acceder a la funcionalidad o a un rendimiento deseado de un producto específico, sin tener la carga de la propiedad. Las empresas deben diseñar el producto con foco en optimizar el rendimiento,

la durabilidad y la calidad y en minimizar los costos de reparación, mantenimiento y reacondicionamiento, en un sistema de devolución eficiente.

Figura 10. modelo de negocio de producto como servicio



Fuente: Lacy *et al.* (2015: 2223).

## 1.6 Creación de valor en la transición hacia una economía circular

La creación de valor difiere entre los modelos de negocio lineales y circulares particularmente en lo referido al abastecimiento sostenible con recursos duraderos, optimizados y regenerativos, la intensificación en el uso y el acceso de los productos por un gran número de usuarios, el mantenimiento y recuperación del valor en ciclos de vida más largos y el control de los materiales por parte de las empresas.

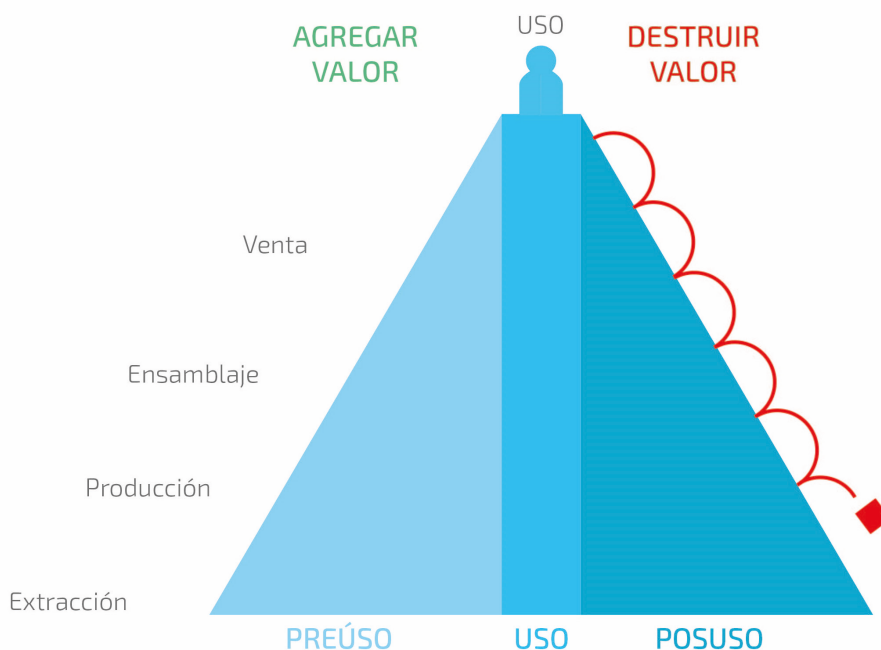
### El valor en una economía lineal

En los modelos de negocio lineales los ingresos se producen principalmente generando grandes volúmenes de ventas, comercializando la mayor cantidad de productos posible. Esto incentiva a las empresas a diseñar productos que tengan una vida útil relativamente corta para, de esta forma, poder vender continuamente nuevos productos.

Como se observa en la Figura 11, en el modelo lineal se agrega valor a medida que se desarrolla el producto en las etapas de extracción y selección de materias primas y en los procesos de producción, distribución y venta de los productos. Una vez que el producto llega a la cima en la fase de uso, se encuentra

en su máximo valor, pero luego de un tiempo relativamente corto este valor se destruye, perdiendo todos los esfuerzos, energía y recursos que se agregaron durante las etapas previas. El valor se destruye, no se retiene, por lo que se produce un sistema ineficiente.

Figura 11. Creación de valor en una economía lineal



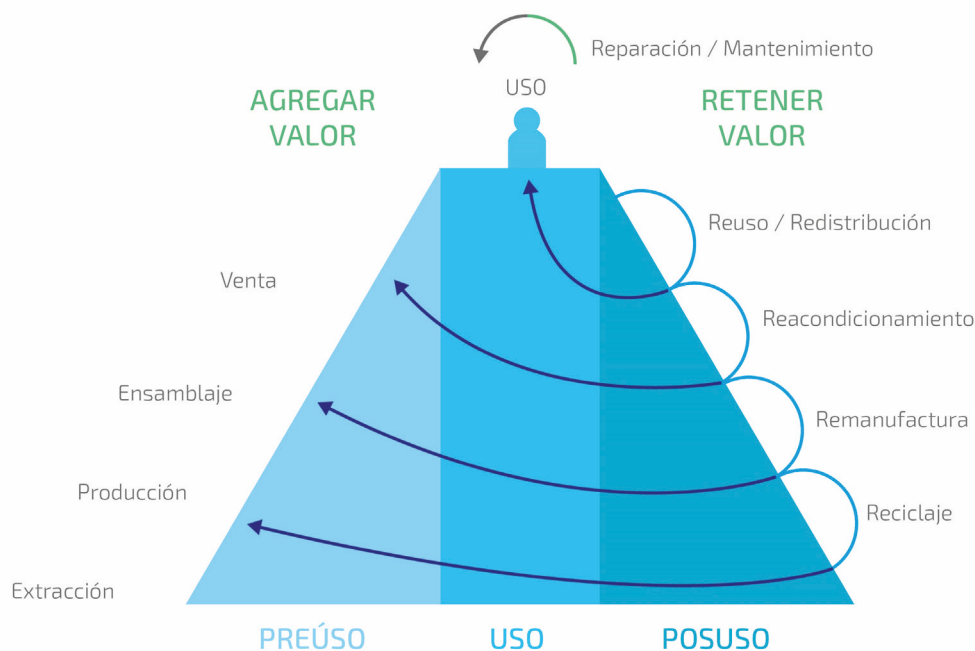
Fuente: Adaptado y traducido de Achterberg, Hinfelaar y Bocken (2016).

## El valor en una economía circular

La economía circular busca agregar valor al producto y a los materiales en las etapas previas al uso, al igual que en un sistema lineal, pero, en contraposición a este, las empresas tienen como objetivo retener ese valor incorporado el mayor tiempo posible.

Las estrategias de circularidad y el desarrollo de productos para este sistema se orientan a retener el máximo valor en la fase de uso a más largo plazo, desarrollando productos duraderos y de calidad, con características que faciliten su mantenimiento y reparación para mantener su vida útil e introducirse en nuevos ciclos de recuperación a través de estrategias de reutilización, remanufactura y reciclaje.

Figura 12. Creación de valor en una economía circular



Fuente: Adaptado y traducido de Achterberg, Hinfelaar y Bocken (2016).

## 1.7 El valor en la transición desde una economía lineal hacia una economía circular

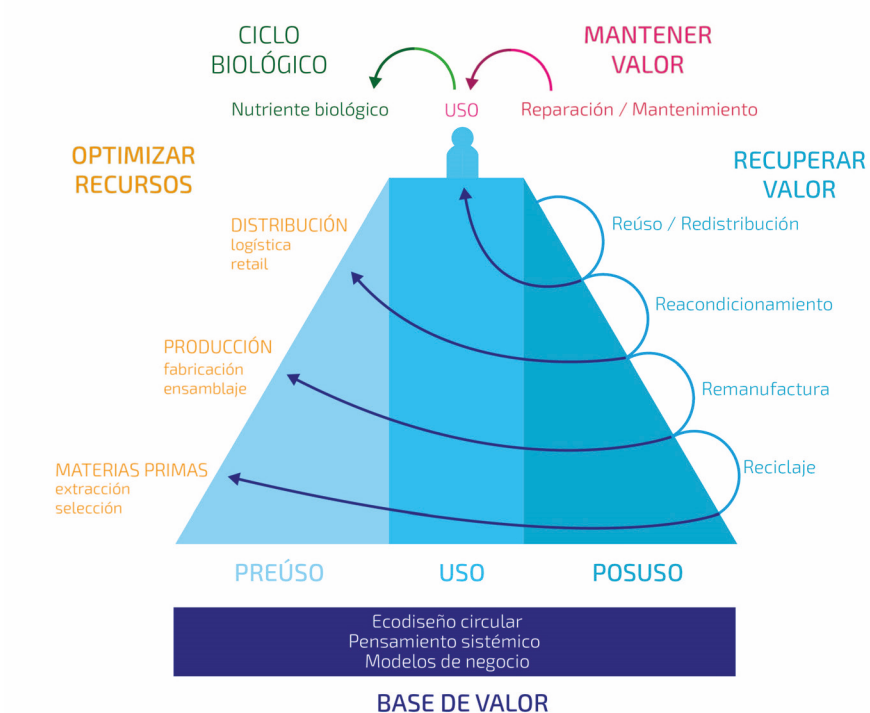
En la actualidad se han dado pasos significativos a escala mundial en el desarrollo de estrategias y planes específicos relativos a la economía circular, identificándose numerosos casos de éxito y buenas prácticas tanto a nivel empresarial como gubernamental. Sin embargo, la transformación de los modelos de negocio lineales hacia modelos totalmente circulares requiere una adaptación de forma paulatina en las empresas, lo que implica contemplar este estado de transición en las estrategias y metodologías para el desarrollo de productos con estos objetivos.

Como se muestra la Figura 13, el estado de transición integra las alternativas de creación de valor presentes en modelos de negocio tanto lineales como circulares. Se muestran las particularidades en las distintas fases del ciclo de vida de un producto en las que una empresa puede crear, mantener y recuperar valor en un modelo de transición hacia una economía circular.

La categorización permite a las empresas posicionar sus productos en las distintas fases de uso para establecer posibles estrategias de ecodiseño circular (ver Etapa 04: Desarrollar), con el objetivo de agregar valor optimizando los

recursos en la fase previa al uso, mantener el valor el mayor tiempo posible y recuperar el valor de los productos en la etapa de posuso.

Figura 13.  
Pirámide de valor



Fuente: Adaptación de Achterberg, Hinfelaar y Bocken (2016).

Las diferentes actividades de creación de valor que las empresas pueden adoptar se categorizan según las distintas fases de uso y los elementos base que posibilitan la implementación de un modelo de transición hacia un sistema circular.

## PREÚSO - Optimizar recursos



La primera categoría corresponde al diseño del producto contemplando su integración al modelo de negocio adoptado y a la optimización de las actividades comerciales antes del uso del producto, como las etapas de extracción y selección de los materiales, los distintos procesos de fabricación y embalaje y las actividades de distribución y venta del producto.



En esta etapa, las distintas acciones deben enfocarse en optimizar los recursos y en agregar valor para su mantenimiento en la fase de uso el mayor tiempo posible y para recuperarlo en la fase de posuso. Estas acciones quedan determinadas por las decisiones y estrategias incorporadas en la etapa inicial de diseño y desarrollo y afectan el comportamiento del producto en cada uno de los circuitos.

El diseño del producto debe incorporar estrategias de eco-diseño circular para prolongar la vida útil del producto, extender su ciclo de vida y cerrar ciclos de recuperación. Además, debe contemplar la optimización de las diferentes etapas para reducir los impactos negativos, minimizar los residuos y la utilización de recursos (materias primas, energía, agua) en los distintos procesos. Un modelo de negocio adecuado para esta fase es Suministros circulares (ver 1.5 Modelos de negocio).

## USO - Mantener valor



Esta categoría se enfoca en la fase de uso del producto por parte del usuario o consumidor. Las estrategias de diseño asociadas tienen como objetivo mantener el valor y la integridad del producto el mayor tiempo posible, optimizando el uso y su productividad, ampliando el período de utilización y evitando la fabricación de nuevos bienes, reduciendo, a su vez, el uso de recursos y energía asociados.

Las estrategias de diseño deben enfocarse en la generación de productos de larga duración, incorporando características que posibiliten, por ejemplo, un vínculo emocional entre el usuario y el producto mediante el apego y la confianza, o decisiones que le aporten durabilidad y calidad a los materiales y componentes.

Mantener el valor del producto también implica diseñar el producto para facilitar las acciones de mantenimiento y reparación para extender el ciclo de vida. Los modelos de negocio adecuados para esta categoría son: extensión de

vida del producto, producto como servicio, plataformas compartidas ([ver 1.5 Modelos de negocio](#)).

## POSUSO - Recuperar valor



La tercera categoría se enfoca en recuperar el valor en la fase posterior al uso. Las empresas implementan modelos de negocio que generan ingresos recuperando el valor de productos, materiales y componentes en desuso, ya sea de sus propias actividades o de las de otras industrias.

El diseño del producto debe contemplar desde su concepción de qué forma las empresas podrán recuperar sus recursos luego de finalizado el ciclo de vida, mediante estrategias de diseño que faciliten el reúso, la redistribución, la remanufactura y el reciclaje.

También las empresas pueden abastecerse de residuos o desperdicios de otras industrias e incorporarlos a sus procesos como materias primas.

Un modelo de negocio adecuado para esta fase es el de recuperación de recursos ([ver 1.5 Modelos de negocio](#)).

## Base de valor



La base de valor comprende los elementos que sustentan las diferentes decisiones tomadas para las fases del producto con foco en la transición hacia un sistema circular. Esta categoría involucra el diseño del producto para el modelo de negocio adoptado y contribuye a cumplir los objetivos de las distintas fases. Requiere adoptar un enfoque de pensamiento sistémico, comprendiendo la red de actores que interviene en las actividades, la organización y gestión de las cadenas de valor y suministro, y el comportamiento social y cultural de los consumidores.

Figura 14.

Cuadro resumen para la categorización de cada fase y sus elementos

PREÚSO	USO	POSUSO
<p><b>Optimizar recursos</b> Diseño del producto para las diferentes etapas del ciclo de vida</p> <hr/> <p><b>Modelo de negocio:</b> Suministros circulares</p> <hr/> <p><b>Estrategias de diseño</b> Abastecimiento sostenible Selección de materiales Optimización de procesos Minimización del impacto</p>	<p><b>Mantener el valor</b> Optimizar el uso y productividad del producto</p> <hr/> <p><b>Modelos de negocio</b> Producto como servicio Extensión de vida Plataformas compartidas</p> <hr/> <p><b>Estrategias de diseño</b> Mantenimiento y reparación Retener el valor con el usuario Apego y confianza</p>	<p><b>Recuperar el valor</b> Capturar el valor luego del fin de ciclo de vida</p> <hr/> <p><b>Modelo de negocio:</b> Recuperación de valor</p> <hr/> <p><b>Estrategias de diseño</b> Recuperar los materiales y componentes Reusar Refabricar Reacondicionar</p>
BASE DE VALOR		
<p><b>Mantener el valor</b> Diseño del producto, modelo empresarial y los actores claves de la cadena de valor Pensamiento sistémico de toda la cadena de valor Estrategias de diseño para las diferentes etapas Modelos de negocio empresariales Socios de la red de valor</p> <p><b>Modelos de negocio</b> Producto como servicio Extensión de vida Plataformas compartidas</p> <p><b>Estrategias de diseño</b> Mantenimiento y reparación Retener el valor con el usuario Apego y confianza</p>		

Fuente: Elaboración propia.

# 2. ECODISEÑO PARA UNA ECONOMÍA CIRCULAR

---



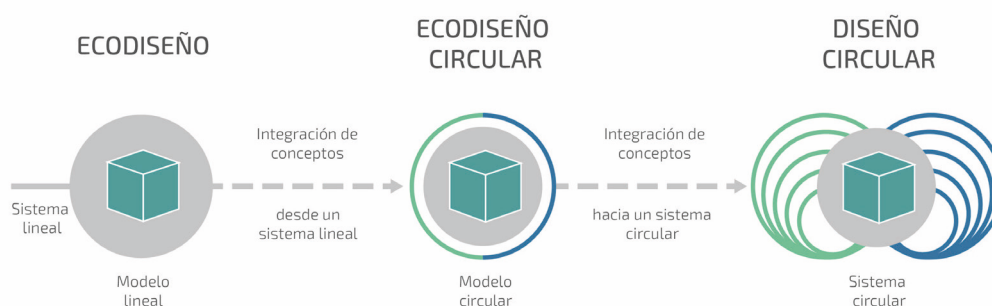
CENTRO TECNOLÓGICO  
DEL PLÁSTICO

Este manual reúne las bases para el desarrollo de productos ecodiseñados en un modelo o unidad de negocio circular.

Se puede diseñar un producto teniendo en cuenta consideraciones ambientales en tres niveles, como se muestra en la Figura 15:

- Ecodiseño en un sistema lineal tradicional, cuyo objetivo es minimizar los impactos ambientales en las etapas de ciclo de vida del producto.
- Diseño circular inmerso en un sistema circular, cuyo objetivo es el desarrollo de productos como apoyo a la economía circular, para mantener y recuperar el valor de los productos.
- Ecodiseño circular como un enfoque de transición desde un sistema lineal hacia un sistema circular. Esta transición está orientada hacia el diseño circular.

Figura 15. Transición del enfoque de diseño hacia una economía circular



Fuente: Elaboración propia.

Actualmente, muchas empresas se desarrollan esfuerzos para migrar sus actividades desde un sistema lineal hacia uno circular. Esta transición requiere la implementación gradual de estrategias para que el cambio se produzca de manera eficiente. Por esta razón es que una metodología de ecodiseño para el desarrollo de productos circulares debe contemplar este estado de transición.

## 2.1 Ecodiseño

El ecodiseño surge en los años noventa y desde entonces se ha convertido en una metodología interdisciplinar que incorpora criterios ambientales como requisito en el diseño de los productos, con el objetivo de reducir los impactos ambientales negativos en todas las etapas del ciclo de vida, aportando un punto de vista de producción y consumo sostenibles.

El ecodiseño ha sido concebido en un sistema lineal de producción y, si bien fomenta la circularidad abogando por minimizar el impacto ambiental, rea-

lizando mejoras incrementales y optimizando los distintos procesos, puede entenderse que la intención es reducir el impacto existente y no proponer un sistema circular efectivamente. Por esta razón su enfoque debe ser actualizado para ser aplicado en una economía circular.

## 2.2 Diseño circular

El diseño circular se aplica en un sistema circular consolidado y tiene como cometido apoyar, en las etapas iniciales de desarrollo de productos, los objetivos de la economía circular, proyectando soluciones que acompañen un modelo de negocio mediante estrategias dirigidas a mantener y recuperar el valor de los productos en círculos biológicos y técnicos. Como muestra la Figura 16, existen diferencias sustanciales entre los enfoques de ecodiseño y de diseño circular, principalmente referidos al sistema económico en el que actúan, sus concepciones sobre el consumo, las nociones de residuos y su tratamiento, y, sobre todo, el enfoque y los objetivos de la actividad de diseño y su importancia.

Figura 16.  
Principales elementos de los enfoques de diseño y características principales del ecodiseño circular

ECODISEÑO	ECODISEÑO CIRCULAR	DISEÑO CIRCULAR
Metodología interdisciplinar surgida en los años noventa	Integración de conceptos de ambas metodologías	Metodología en desarrollo a escala internacional
Inmerso en un sistema económico y productivo lineal	Inmerso en un sistema de transición desde lo lineal a lo circular	Inmerso en un sistema económico y productivo circular
Enfoque económico, ambiental y social	Enfoque económico, ambiental y social	Enfoque económico, ambiental y social
Minimizar el consumo	Consumo sostenible	Consumo sostenible
Preponderancia de los impactos ambientales en el ciclo de vida sobre la eficiencia de recursos	Foco en la eficiencia de los recursos y en la reducción de los impactos ambientales en el ciclo de vida del producto	Preponderancia de la eficiencia de los recursos sobre los impactos en el ciclo de vida
Jerarquía de residuos - existencia de desechos	Minimizar los residuos en ciclos cerrados de recuperación	Residuos cero
Diseño para optimizar procesos y minimizar el impacto	Diseño para optimizar los procesos, recuperar y mantener el valor de los productos.	Diseño para recuperar y mantener el valor de los productos. Procesos con foco circular
Desarrollo de nuevos conceptos empresariales	Nuevos modelos de negocio	Nuevos modelos de negocio circulares
Innovación en el producto	Innovación en el producto y en el modelo de negocio	Innovación en el producto y en el modelo de negocio
Asociatividad en la cadena de valor	Asociatividad en el sistema	Asociatividad en el sistema/red

Fuente: Elaboración propia.

La metodología propuesta en este manual (ver 3. Metodología de ecodiseño circular en las empresas) adopta los elementos del ecodiseño y el diseño circular que contemplan el estado de transición hacia una economía circular y los integra en el concepto de ecodiseño circular.

## 2.3 Ecodiseño circular

Las empresas se encuentran en una etapa inicial de acercamiento y capacitación en este cambio de paradigma, por lo que contemplar esta transición permite acompañar el camino que deben transitar desde la etapa actual de competitividad para lograr una gestión sostenible con los beneficios que implica.

A la fecha, las empresas que han adoptado acciones sostenibles se han focalizado en mejorar la eficiencia en el uso de los recursos y en emplear nuevas formas de energía; sin embargo, aún hay oportunidades para seguir trabajando en diseñar sistemáticamente los productos para evitar las pérdidas de materiales a lo largo del ciclo de vida y su envío a vertederos.

Las decisiones tomadas en las primeras fases del diseño y el desarrollo del producto pueden influir de forma significativa en el producto o servicio, en su impacto en el ambiente, el modelo de negocio que lo sustenta, el material con el que se fabrica, el lugar en el que se produce y en lo que es probable que ocurra con él una vez que llegue al fin de su ciclo de vida y en los ciclos posteriores de recuperación.

### Definición de ecodiseño circular

El ecodiseño circular se focaliza en establecer estrategias proyectuales en la totalidad de las etapas del ciclo de vida de un material, producto o sistema, mediante un abordaje sistémico orientado a crear, mantener y recuperar el valor incorporado en un modelo de negocio circular.

Consideraciones del ecodiseño circular:

- Minimizar el impacto ambiental en las distintas etapas del ciclo de vida.
- Procurar la eficiencia de recursos.
- Optimizar los procesos de fabricación, distribución y venta.
- Mantener la integridad del producto el mayor tiempo posible.
- Permanecer en los ciclos más internos de recuperación (mantenimiento, reparación, reúso, etcétera).

- Diseño como apoyo a un modelo de negocio.
- Extender la vida útil del producto.
- Mantener el valor en el tiempo.
- Establecer estrategias de recuperación del valor de los materiales y componentes luego de su ciclo de uso.
- Incorporar nuevas tecnologías, por ejemplo, industria 4.0, energías renovables, innovación, etcétera.

## 2.4 Beneficios del ecodiseño de productos para una economía circular

Los distintos beneficios que pueden obtenerse al desarrollar productos eco-diseñados para una economía circular en las actividades a nivel empresarial y gubernamental pueden observarse en distintas dimensiones.

### Dimensión ambiental

El desarrollo de productos con criterios circulares contribuye a regenerar los ecosistemas naturales, eliminando la contaminación y los desperdicios derivados de las actividades productivas actuales.

Involucra:

- El diseño de productos con foco en la reducción del impacto en el entorno.
- El cierre de ciclos biológicos mediante la utilización de materiales amigables con el ambiente.
- La minimización del consumo de recursos extendiendo y manteniendo la vida útil del producto, evitando el descarte y la sustitución por nuevos productos.
- La reducción de las emisiones de CO2 mediante la logística y la producción eficientes.

### Dimensión económica

En la dimensión económica, las empresas pueden beneficiarse al incorporar ecodiseño circular en sus operaciones mediante la reducción de costos, la creación de nuevas oportunidades de negocio y la satisfacción de las demandas actuales y futuras del mercado, contribuyendo a un crecimiento económico sostenible.



**Involucra:**

- El aumento de la calidad del producto, optimizando la durabilidad y la función.
- El cumplimiento de la legislación ambiental y la anticipación a futuros cambios normativos.
- La reducción de costos minimizando procesos ineficientes.
- La mejora de la imagen del producto y de la empresa, cumpliendo con las demandas de los consumidores.
- El acceso a nuevos mercados y consumidores ambientalmente exigentes.
- La asociatividad de las empresas y la mejora de la eficiencia de la red de valor.
- El fortalecimiento y la creación de redes de valor y eslabones empresariales para el cierre de los círculos.
- La mejora del posicionamiento ante competidores, creando ventajas competitivas en procesos, acceso a materias primas y modelos de negocio innovadores.
- La reducción de la exposición de la empresa a la volatilidad de los mercados y al aumento de precios de las materias primas y la energía.
- Una mayor seguridad en las cadenas de suministro de materias primas, aumentando la resiliencia.
- La aplicación de nueva tecnología: industria 4.0, «internet de las cosas» (interconexión), fabricación aditiva, *big data*, etcétera.
- El desarrollo de innovación mediante nuevos modelos de negocio y conceptos de productos.

## Dimensión social

Los beneficios potenciales no están asociados únicamente a una perspectiva ambiental y económica, sino que se vinculan, además, con una mejora en las condiciones de vida y de trabajo de las personas y la sociedad en su conjunto.

**Involucra:**

- La mejora de las condiciones laborales, la dignificación y la valorización del empleo.
- La creación de nuevas fuentes de trabajo en los distintos sectores industriales.
- La promoción del consumo consciente y responsable.
- Un cambio cultural respecto al concepto de desperdicio (residuos como materia prima).

- Una mejora de la salud, eliminando la contaminación del aire y el agua, así como también los componentes tóxicos nocivos para las distintas formas de vida.
- La promoción de la innovación como metodología empresarial.
- Una cultura de trabajo interdisciplinar para facilitar el desarrollo de soluciones integrales.
- La extracción y selección de materias primas mediante acuerdos de comercio justo.

## 2.5 Barreras para la incorporación de ecodiseño

Existen algunas barreras que pueden presentarse a la hora de implementar un proceso de ecodiseño en las empresas. Trabajar en conjunto con la cadena de valor en los beneficios potenciales del ecodiseño resulta necesario para levantar estos impedimentos, entre ellos:

- El desconocimiento de los beneficios y las oportunidades económicas, sociales y ambientales que ofrecen el ecodiseño y la economía circular.
- La falta de sensibilidad respecto al impacto ambiental asociado a las decisiones derivadas de la actividad de diseño de productos.
- El predominio de las estrategias de tratamiento de los impactos frente a las de prevención.
- El desconocimiento de los impactos del producto en el ambiente debido a la escasa aplicación de herramientas de análisis ambiental.
- La falta de equipos multidisciplinarios abocados al ecodiseño en las empresas o su poca participación en la red de valor.
- La baja demanda en el mercado de productos ambientalmente responsables.
- La falta de conciencia ambiental en proveedores y consumidores en la elección de productos ecodiseñados.
- La necesidad de profundizar incentivos y reconocimientos a las empresas que desarrollan procesos y productos sustentables.

# 3. METODOLOGÍA DE ECODISEÑO CIRCULAR EN LAS EMPRESAS

---



CENTRO TECNOLÓGICO  
DEL PLÁSTICO

La metodología desarrollada en este manual describe las diferentes etapas que una empresa debe transitar para implementar un proceso de desarrollo de producto en un sistema en transición hacia la circularidad. Las consideraciones relacionadas con los objetivos de economía circular de la organización deben incorporarse en cada fase del proceso de diseño, desde la planificación del proyecto, pasando por la generación de ideas, el desarrollo del concepto, el diseño y la producción, hasta el lanzamiento.

La aplicación de las distintas herramientas para el logro de un producto más circular no cambia la estructura básica de un proceso tradicional de diseño, sino que lo complementa incorporando criterios ambientales. El alcance de su aplicación dependerá de los objetivos de economía circular definidos por la empresa.

El proceso de ecodiseño circular propuesto consta de siete etapas, cada una de ellas con un propósito específico y con resultados esperados concretos, según se detalla en la Figura 17.

Figura 17. Etapas de la metodología para la implementación del ecodiseño circular en empresas

ETAPAS						
01 INICIAR	02 EVALUAR	03 IDEAR	04 DESARROLLAR	05 CONCRETAR	06 IMPLEMENTAR	07 VALORAR
PROPÓSITO						
Preparación del proyecto	Análisis de la situación actual	Generación de ideas	Desarrollo de conceptos	Producto en detalle	Plan de acción	Valoración y comunicación
RESULTADOS						
Sensibilización Motivaciones Conformación del equipo de trabajo Selección del producto	Análisis inicial Evaluación ambiental del producto Descripción del modelo de negocio	Identificación de oportunidades circulares	Generación y selección de alternativas	Desarrollo técnico y productivo	Plan de acción para la implementación	Análisis final del producto Estrategias de comunicación de los resultados

Fuente: Elaboración propia.

Si bien esta metodología implica un camino sistemático e integral para abordar los desafíos que propone el ecodiseño circular, el reto de las empresas está en adaptarla a sus capacidades y a los recursos disponibles para su implementación. Teniendo esto presente, se hace hincapié en los resultados esperados de cada etapa para poder efectuar un recorrido óptimo y así garantizar resultados que contribuyan a la toma de decisiones adecuadas para la empresa.

## Etapa 01: Iniciar

ETAPA	PROPÓSITO	RESULTADOS
 <p>01 INICIAR</p>	Preparación del proyecto	Sensibilización Motivaciones Conformación del equipo de trabajo Selección del producto

A los efectos de contribuir a un proceso de ecodiseño circular exitoso, la empresa deberá sensibilizar a todos sus integrantes en los principios y conceptos relacionados con la economía circular e identificar los motivos que la impulsan a querer implementar un modelo de transición hacia un sistema circular.

Esta sensibilización deberá ser realizada antes de la conformación del equipo de proyecto, o conjuntamente con ella, posibilitando así que el equipo establezca relaciones efectivas, por estar alineados a un objetivo compartido desde el inicio para explorar enfoques, soluciones y modelos de negocio alternativos.

### Sensibilización

Las organizaciones deben garantizar que las consideraciones sustentables se integren en las etapas iniciales de desarrollo de los productos, teniendo cuidado en la identificación, la comprensión y la definición del problema a abordar y del sistema en el que opera.

El trabajo colaborativo entre las distintas áreas de la empresa y la sensibilización y capacitación del personal promueven el involucramiento y la motivación, asegurando que en los distintos niveles organizacionales se tenga una comprensión clara de los principios y conceptos de la economía circular, de forma de facilitar su incorporación a la cultura organizacional.

### Motivaciones

Identificar los distintos motivos que impulsan a la empresa a implementar un modelo de transición hacia un sistema circular resulta de vital importancia, ya que servirán de guía para la toma de decisiones y la unificación de criterios en el equipo de trabajo que sea conformado.

Las motivaciones pueden identificarse como internas y externas y es recomendable documentarlas para facilitar su consideración y presencia activa a lo largo de todo el proceso de diseño y desarrollo.

#### Motivaciones internas:

- *Mejora de las prestaciones de los productos:* Mejoras integrales en el diseño del producto en las distintas etapas de su ciclo de vida, optimizando los atributos que debe proporcionar al cliente para su satisfacción.
- *Imagen empresarial:* Voluntad de la empresa de posicionarse como una organización innovadora y medioambientalmente responsable.
- *Reducción de costos:* Asociada a la eficacia de los procesos, reducción de recursos utilizados y recuperación de valor de los materiales.
- *Innovación:* Creación de una ventaja competitiva introduciendo nuevas tecnologías, procesos productivos y modelos de negocio.
- *Cultura organizacional:* Promoción de la responsabilidad ambiental y social como valor asociado a la actividad de la empresa.

#### Motivaciones externas:

- *Legislaciones y normativas:* Presión legislativa y normativa sobre productos y procesos.
- *Mercado y tendencias:* Exigencias de la opinión pública de la calidad ambiental y social de los productos.
- *Competidores:* Avance en la incorporación de criterios ambientales en el desarrollo de productos y servicios como factor diferenciador.
- *Avances tecnológicos:* Adopción de las novedades tecnológicas existentes en materiales, procesos y maquinarias.
- *Presión de los usuarios:* Exigencias de responsabilidad ambiental y reducción de impactos a las empresas por parte de los usuarios/consumidores.

## Equipo de proyecto

La selección del equipo humano que participará en el proyecto de desarrollo de producto será determinante para garantizar que las distintas consideraciones circulares se integren en los procesos de la empresa. Se deberán seleccionar colaboradores con capacidad de decisión, que provean al proyecto equilibrio entre operatividad y visión.

La variedad de perspectivas y el conjunto de habilidades son importantes para ecodiseñar productos circulares, por lo que un equipo interdisciplinario proporcionará diversidad de conocimientos y pensamientos para un abordaje sistémico e integral.

Idealmente, se deberá conformar un equipo de trabajo reducido, con distintos roles asumidos por personal de las diversas áreas de la empresa o personal externo, como: coordinador del proyecto, experto ambiental, diseñador industrial, implementadores o expertos técnicos y asesores.

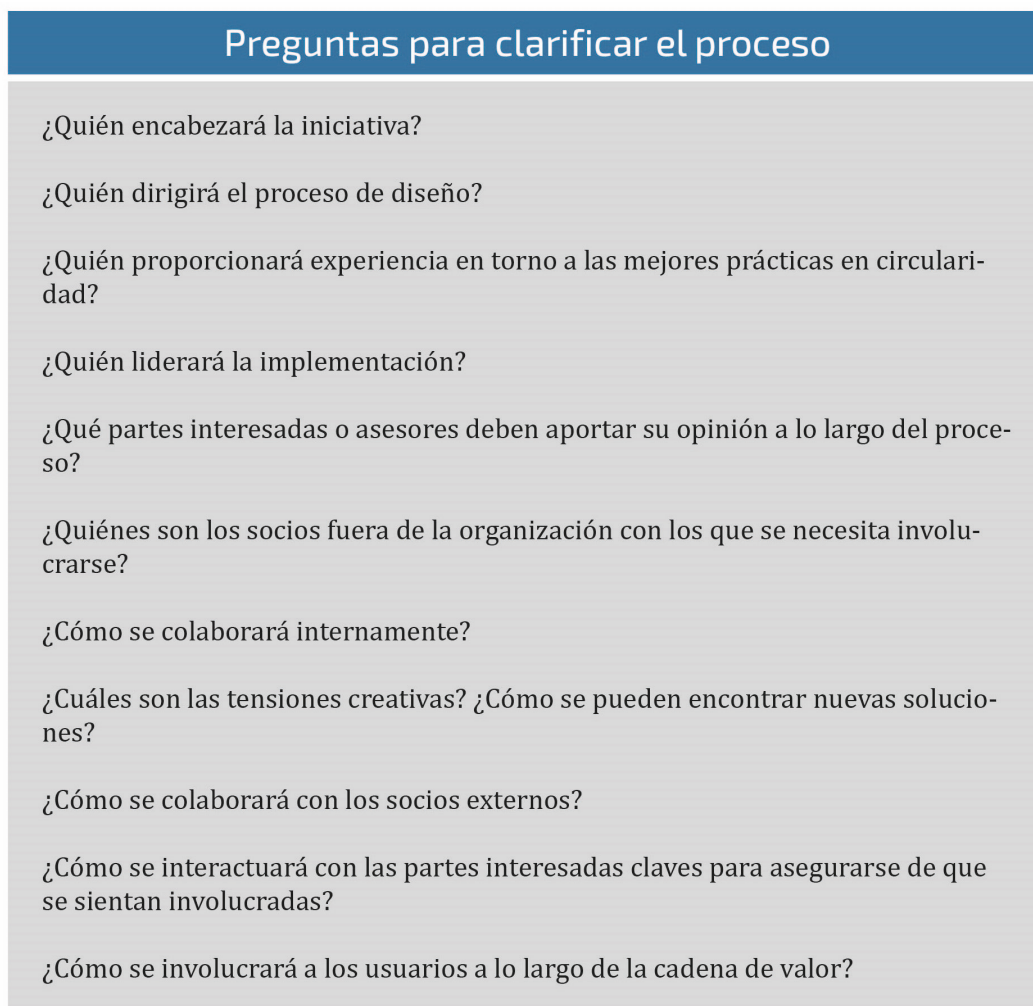
**Grupos de trabajo y equipos de proyecto:** Un grupo de trabajo es un conjunto de personas que desarrollan tareas similares de manera individual dentro de una organización con un único mando, con jerarquía bien marcada. En cambio, los miembros de un equipo de trabajo tienen diferentes habilidades y actúan de forma interdependiente para el logro de objetivos comunes. Las jerarquías son menores y la valoración se da por el logro conjunto de sus integrantes a través de un liderazgo compartido. Según la naturaleza de cada organización, la conformación de estos equipos puede estar dada por la participación de integrantes de la empresa que cuenten con las competencias y habilidades requeridas o con la participación de técnicos externos.

Es importante que el equipo de proyecto designado intercambie y busque respuestas en forma temprana a consideraciones básicas que deben ser tenidas en cuenta durante el proceso de diseño y desarrollo del producto. Estas consideraciones están relacionadas básicamente con el liderazgo del proyecto y sus actores relevantes. En la Figura 18 se incluye una serie de preguntas disparadoras que ayudan a focalizarse en estas cuestiones.

Consideraciones para la conformación del equipo de proyecto:

- Establecer un liderazgo efectivo a efectos de potenciar a todos los integrantes.
- Crear un ambiente motivador para el desarrollo de ideas.
- Establecer y comunicar el alcance, las normas y los protocolos acordes con la naturaleza de cada organización.
- Determinar los objetivos del equipo de trabajo.
- Realizar una adecuada asignación de roles, coherente con las capacidades de cada integrante.
- Sensibilizar al equipo de trabajo para generar confianza y compromiso a través de una visión común.

Figura 18. Preguntas para clarificar el proceso de conformación del equipo de proyecto



Fuente: Elaboración propia.

## Selección del producto

El equipo de proyecto debe determinar cuál será el producto objeto de mejora. Este puede estar ya comercializado por la empresa, enmarcado en un sistema lineal, y debe ser rediseñado o bien puede ser un nuevo desarrollo que se incorpore a un modelo o línea de negocio circular. En ambos casos resulta necesario concebir el producto desde las fases iniciales de diseño para incorporarse a un determinado modelo de negocio, ya que un producto diseñado para un sistema lineal difícilmente pueda adaptarse a un modelo de negocio circular.

Asimismo, el equipo de proyecto debe establecer claramente el alcance del ecodiseño circular a aplicar al producto seleccionado, teniendo presente que el ecodiseño circular abarca desde la realización de mejoras puntuales e incrementales para minimizar los impactos negativos y optimizar los procesos en



todas las etapas del ciclo de vida hasta el establecimiento de estrategias para mantener el valor del producto el mayor tiempo posible y la recuperación de valor en un modelo de negocio circular determinado.

Criterios generales para la selección del producto:

- Cantidad de información con que se cuenta sobre las distintas etapas del ciclo de vida.
- Grado de libertad que permita la modificación del producto.
- Producto que cumpla en mayor medida con los factores motivantes internos y externos.

## Análisis morfológico

A efectos de identificar productos factibles de mejora dentro de la cartera de una empresa, una posible herramienta a ser utilizada es el análisis morfológico. Se trata de una técnica analítico-combinatoria que permite mediante el ejercicio de modificación de los atributos originales de un producto y asignarle a este nuevos usos o propiedades. Este método con enfoque prospectivo se desarrolla en tres etapas: análisis, combinación y búsqueda morfológica (ver en anexo).

## Etapa 02: Evaluar



En el desarrollo de un nuevo producto o un rediseño resulta necesario realizar un análisis del entorno en donde se encuentra inmerso, evaluar los aspectos ambientales e identificar de qué manera el modelo de negocio empresarial crea y retiene valor en la actualidad.

Este análisis resulta valioso para comprender la situación actual y explorar oportunidades de mejora en las etapas siguientes.

### Análisis inicial del entorno

Antes de iniciar la etapa de ideación, es conveniente hacer un análisis inicial que permita visualizar el contexto donde se encuentra interactuando el producto y de esta forma obtener conocimientos e información actualizada que sustenten la toma de decisiones en el proceso.

La profundidad y metodología utilizada en el análisis dependerá de los requerimientos y la complejidad del proyecto. Si bien el análisis se realiza al inicio del proceso, su contenido puede complementarse posteriormente de acuerdo a las necesidades identificadas en las siguientes etapas. El contenido mínimo a tener en cuenta es el siguiente:

- *Análisis de tendencias de consumo:* Identificar las distintas tendencias actuales y futuras de los consumidores, tanto a escala local como global, y su valoración respecto a la incorporación de aspectos ambientales en los productos.
- *Análisis de las tendencias del sector:* Realizar una evaluación de datos estadísticos y comportamientos del sector en un determinado período de tiempo para obtener información de los distintos rasgos preponderantes y referidos a la aplicación de los principios y conceptos relacionados con la economía circular.

- *Mercado objetivo:* Evaluar las distintas características del cliente final al que está dirigido el producto seleccionado y la valoración que realiza de los productos circulares.
- *Análisis de tecnologías existentes:* Analizar las distintas tecnologías disponibles en el mercado que posibiliten el mantenimiento, la reparación, la reutilización y el reciclaje de productos y materiales, así como el acceso a componentes estandarizados y las tecnologías utilizadas en el sector.
- *Marco legal del sector:* Evaluar el estado normativo actual y en proceso de desarrollo futuro del sector a escala local e internacional en relación con los aspectos abordados por la economía circular.
- *Investigación de soluciones existentes:* Evaluar distintas soluciones que respondan en su totalidad o en parte al objetivo del proyecto, analizando los posibles ciclos técnicos y biológicos de los productos. En esta investigación se busca valorar soluciones equivalentes dentro de la empresa, en la competencia e incluso en otros sectores y productos de diferentes rubros.

**Crowdsourcing:** Esta modalidad de incorporación de conocimiento funciona con base en el reconocimiento de fuentes externas (personas, instituciones, etcétera) que ofrecen sus ideas o servicios, aportando creatividad y disminuyendo el volumen de trabajo de los miembros de una empresa. Puede aplicarse a cualquier tipo de organización, independiente de su naturaleza, para generar insumos, tanto para la creación de nuevos productos como para el diseño de nuevos procesos o estrategias.

**Vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva:** La norma UNE 166006:2011 define a la vigilancia tecnológica como el proceso para captar información dentro y fuera de la organización sobre ciencia y tecnología y procesarla para convertirla en conocimiento para la toma de decisiones, minimizando riesgos y anticipándose a los cambios. La inteligencia competitiva, por su parte, es el conjunto de acciones coordinadas de búsqueda, tratamiento, distribución, comprensión, explotación y protección de la información, obtenida de modo legal, necesaria para el desarrollo de las estrategias de una organización.

## Evaluación ambiental del producto

Los impactos que un producto y los servicios asociados tienen en el medioambiente son determinados principalmente en las etapas tempranas de diseño y desarrollo, por lo que una vez fabricado e introducido en el mercado, resulta difícil realizar cambios que minimicen su impacto.

Para identificar los aspectos ambientales y sus impactos en el ambiente, pueden utilizarse distintas herramientas de análisis de las etapas del ciclo de vida. Estas herramientas pueden ser cualitativas o cuantitativas y, si bien todas persiguen el mismo objetivo, existen diferencias en cuanto a complejidad de aplicación, costo económico, información necesaria y tiempo requerido.

**Aspecto ambiental:** Elemento de las actividades o productos de una organización que interactúa o puede interactuar con el medioambiente. Un aspecto ambiental puede causar uno o varios impactos ambientales (ISO 14006: 2020).

**Impacto ambiental:** Cambio en el medioambiente, ya sea adverso o beneficioso, como resultado total o parcial de los aspectos ambientales de una organización (ISO 14006: 2020).

### Herramientas de análisis ambiental

Aspectos e impactos ambientales más frecuentes al diseñar un producto	
Aspectos ambientales	Impactos ambientales
Consumo de materias primas y recursos naturales	Disminución de recursos
Consumo de sustancias/mercancías peligrosas	Reducción de la capa de ozono
Consumo de agua	Efecto invernadero
Consumo de energía y combustibles	Lluvia ácida
Emisiones atmosféricas (SO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> , GEI)	Smog
Generación de residuos urbanos, inertes, peligrosos	Contaminación del suelo
Vertido de aguas residuales asimilables a urbanas e industriales	Contaminación del agua
Ruido	Problemas de salud humana

Estas herramientas permiten analizar, identificar o cuantificar los aspectos ambientales asociados al ciclo de vida de un producto en todas sus etapas, proporcionando una visión global del sistema y evitando que las soluciones de diseño sean de alcance parcial o se limiten a transferir los impactos ambientales de una etapa a otra.

Las herramientas de análisis ambiental permiten identificar el impacto ambiental asociado a las distintas etapas del ciclo de vida del producto, estableciendo puntos de mejora que permiten comparar productos y preponderar las alternativas de diseño de acuerdo al impacto asociado.

Algunas de las herramientas de uso más frecuente son las que se detallan a continuación, no siendo este un listado taxativo. En el anexo correspondiente a esta etapa se amplía la información sobre estas herramientas de referencia, detallando en cada caso su objetivo, alcance, ventajas y desventajas.

Listas de comprobación:

- Están integradas por una serie de preguntas acerca del ciclo de vida del producto, que ayudan a identificar cualitativamente desde el punto de vista ambiental cuáles son sus puntos fuertes y débiles. Cada organización puede elaborar su propia lista de comprobación ajustada a los requisitos ambientales de su país y de los mercados donde comercializa su producto.

Herramientas cualitativas y subjetivas:

- Valoración estratégica ambiental (VEA), herramienta que evalúa subjetivamente el grado de implantación o de beneficio de las ideas de mejora ambiental propuestas para el producto en cada una de las etapas de su ciclo de vida.

Herramientas de análisis semicuantitativas y objetivas:

- Matriz de materiales, energía y emisiones tóxicas (MET), herramienta semicuantitativa a modo de inventario en función de las etapas del ciclo de vida del producto.

Herramientas de análisis cuantitativas y objetivas:

- Análisis de ciclo de vida (ACV), herramienta para la evaluación de las cargas energéticas y ambientales, que se aplica identificando los materiales y la energía utilizada y los descartes liberados en el ambiente natural. La evaluación se realiza en el ciclo de vida del producto.
- Ecoindicadores, herramienta cuantitativa y multivectorial que expresa el impacto ambiental de un producto a lo largo de su ciclo de vida, a través de un valor numérico con unidad propia.

### Selección y comparación de las herramientas de análisis ambiental

En función de la herramienta seleccionada, se obtendrán resultados con distintos niveles de detalle, siendo estos de tipo cualitativo o cuantitativo. La selección de la herramienta más adecuada para un determinado producto depende de su complejidad, de los objetivos del análisis y de la disponibilidad de información de calidad, entre otros factores.

En la Figura 19 se muestran diferentes herramientas para el análisis ambiental. Cada una de ellas es analizada desde dos dimensiones:

- **Proceso:** Uso de la herramienta en el proceso de implementación. Establece valores para la facilidad o complejidad de aplicación, el tiempo requerido para su uso y los costos insumidos por la empresa.
- **Resultados:** Información que brinda la herramienta para la toma de decisiones. Indica valores para la facilidad de interpretación de los resultados, la calidad y el nivel de detalle de la información obtenida, la prospección en cuanto a la identificación y la anticipación de oportunidades de mejora ambiental y la posibilidad de utilizar la herramienta como instrumento de comunicación.

Figura 19. Comparación de las herramientas de análisis ambiental

		Herramientas de análisis ambiental				
		VEA	MET	ECO INDICADORES	ACV	CHECKLIST
P R O C E S O	Facilidad de aplicación	●	●	●	●	●
	Tiempo insumido	●	●	●	●	●
	Costos	●	●	●	●	●
R E S U L T A D O S	Facilidad de interpretación	●	●	●	●	●
	Calidad de la información	●	●	●	●	●
	Visión prospectiva	●	●	●	●	●
	Evaluación detallada	●	●	●	●	●
	Herramienta comunicativa	●	●	●	●	●

Fuente: Elaboración propia.

Como se observa en la tabla, el ACV por ejemplo, es de aplicación compleja en la empresa y su adopción implica mucha dedicación de tiempo y es costosa de implementar. En cuanto a los resultados que brinda a la empresa, no son fáciles de interpretar; sin embargo, ofrece una alta calidad de información y visión prospectiva, evaluando detalladamente los datos obtenidos, y se considera un buen instrumento de comunicación ambiental.

En general, para comenzar a introducir el ecodiseño circular en la empresa, resulta recomendable utilizar listas de comprobación o herramientas simples, cualitativas y semicuantitativas, para que el proceso sea ágil y se obtengan resultados de fácil interpretación, fomentando de esta manera la generación de ideas y el trabajo interdisciplinar.

## Análisis inicial del modelo de negocio

En esta etapa de análisis, se propone identificar el modelo de negocio empresarial en el presente, tanto si las actividades presentan características circulares como si se basan en un modelo lineal. Este análisis permitirá comprender cómo funciona el negocio para compararlo con el modelo de negocio circular resultante del proyecto y para potenciar las soluciones de diseño y compararlo (Etapa 07: Valorar).

Al diseñar con un enfoque sostenible no solo se debe considerar al usuario final y la satisfacción de sus necesidades, sino que, además, se debe tener una visión integral del sistema en el cual el producto estará inmerso, procurando comprender los distintos impactos que nuestras decisiones producen en las distintas partes involucradas y de esta manera priorizar las oportunidades de mejora.

### Canvas del modelo de negocios

Esta herramienta de gestión estratégica permite reconocer los aspectos claves del negocio y cómo se relacionan entre sí. Identifica de qué forma la organización capta y retiene el valor de sus recursos, cuáles son sus asociaciones y actividades claves, su propuesta de valor, la situación financiera, los canales de distribución y venta, así como también la relación con sus clientes y las partes interesadas en la cadena de valor. Esto permite reconocer deficiencias y realizar un análisis de rendimiento de las actividades.

Beneficios de la herramienta:

- Permite una visión global del negocio, reconocer actividades ineficientes y optimizar el modelo.

- Habilita una presentación estructurada y visualmente compresible del negocio.
- Sirve como punto de partida para las herramientas de las etapas de ideación (ver más información sobre esta herramienta en anexos).

Figura 20. Canvas del modelo de negocio



Fuente: Adaptado de Daou *et al.* (2020) y Osterwalder (2019).

## Brief del proyecto

Como resultado del análisis inicial del entorno, de la aplicación de las herramientas de análisis ambiental y del análisis del modelo de negocio actual, se establecen los lineamientos básicos que deben ser tenidos en cuenta para el desarrollo del proyecto.

Se define un marco común que permite evitar la ambigüedad de las distintas variables que puedan surgir a lo largo de las futuras etapas de la metodología. Para esto se debe elaborar un documento, un pliego de condiciones que surge del trabajo interdisciplinario del equipo de trabajo, documento al cual los diseñadores industriales suelen denominar *brief* del proyecto.

Este documento se realiza para evitar que los integrantes del equipo de trabajo y las partes intervinientes manejen distinta información. Durante el proceso de diseño suele ser necesario recurrir varias veces a las bases del proyecto, documentadas en el *brief*, con el fin de unificar posiciones.

A lo largo de las distintas etapas de la metodología, los lineamientos pueden actualizarse y completarse, debiendo documentar el equipo de trabajo los cambios realizados en el *brief* del proyecto.



Figura 21. Contenidos básicos de un brief de proyecto

CONCEPTO	DESCRIPCIÓN
Fecha	Fecha de realización o actualización del brief.
Equipo	Roles de los integrantes.
Objetivo del proyecto	Resultados esperados con la ejecución de las actividades que integran el proyecto.
Problemática	Formulación positiva del problema central.
Producto/servicio	Concepto inicial del producto.
Factores motivantes	Causas que impulsan el proyecto.
Análisis ambiental	Puntos críticos ambientales. Etapas del ciclo de vida en que se concentran.
Mercado	Descripción general, tendencias de mercado.
Público objetivo	Características.
Cadena de valor	Actores que intervienen.
Tecnología disponible	Maquinaria, innovaciones.
Costos estimados de la implementación	Recursos disponibles.
Duración de la implementación	Planeación de las etapas.
Definición del material a presentar	Documentación gráfica y escrita, maquetas y prototipos, etcétera.

Fuente: Elaboración propia.

## Etapa 03: Idear



Incorporar un sistema circular en la empresa requiere el desarrollo de soluciones prácticas para las problemáticas identificadas y el aprovechamiento de las oportunidades que existen dentro y fuera de la organización.

Para el ecodiseño circular, es importante diseñar con una visión holística en lo referido al producto, los servicios relacionados, el sistema del que forma parte y la situación de la organización en la transición hacia la economía circular. Se debe tener en cuenta la estrategia de recuperación al final de la primera vida y los escenarios posteriores. El papel del consumidor también es clave y es importante comprender los comportamientos e interacciones con el producto o servicio que pueden ser necesarios para que el modelo de negocio tenga éxito.

Se presentan a continuación algunas herramientas que permiten la visualización de diferentes alternativas en los distintos niveles de la fase de ideación. Las herramientas pueden ser agrupadas según el nivel al que pertenecen: sistémico, de producto, de los circuitos circulares, de los modelos de negocio y de los ciclos de recuperación. Se describe una herramienta por nivel, la que suele ser más utilizada para el logro de los objetivos correspondientes a ese nivel.

### Herramientas para el proceso de ideación

En el [anexo correspondiente a esta etapa](#) se amplía la información con respecto a las distintas herramientas.

Brainstorming

*Nivel sistémico*

Implementar esta herramienta en las etapas iniciales en un proceso de desarrollo permite expandir las concepciones sobre las soluciones circulares de las empresas. El *brainstorming* fomenta la interacción entre los integrantes del equipo de trabajo, potenciando la creatividad y la generación de ideas, en un proceso de retroalimentación constante.

Tiene como objetivo ampliar la gama de soluciones sin la persecución de una idea perfecta y definitiva. Se busca con ella generar una gran cantidad de conceptos, fomentando la colaboración y la construcción de ideas sobre las propuestas de los otros integrantes del equipo, evitando realizar un juicio crítico sobre la viabilidad o pertinencia del planteo. La cantidad de ideas y el efecto multiplicador son el objetivo, la evaluación se realiza al finalizar la actividad.

No existe una solución única para el ecodiseño de un producto circular, por lo que la apertura de ideas debe centrarse en repensar la cadena de valor con una visión sistémica, optimizando los distintos procesos e innovando en nuevos modelos de negocio que permitan prolongar la vida útil del producto y recuperar su valor en los diferentes ciclos.

## SCAMPER

### *Nivel producto*

El método SCAMPER es una herramienta de creación de ideas que puede ser utilizada para complementar un proceso de *brainstorming* o a de manera independiente cuando el equipo no está familiarizado con esta herramienta y necesitan una dirección para comenzar.

El SCAMPER resulta útil en el desarrollo de ideas circulares, ya que posee un carácter puntual y concreto que puede enfocarse en el producto, servicio o modelo de negocio, haciendo foco en qué es lo que se puede sustituir, combinar, adaptar, modificar, poner en otros usos, eliminar o reorganizar.

Los conceptos que surgen de la aplicación de esta herramienta dan nacimiento, a través su acrónimo, a la herramienta.

- Sustituir: reemplazar materiales o componentes.
- Combinar: combinación de características o nuevas funciones.
- Adaptar: incorporar nuevas funciones o elementos a un dispositivo.
- Modificar: cambios de tamaño, peso, estructura u otro atributo estético.
- Poner en otros usos: cambiar el propósito del producto, darle un uso diferente, utilizarlo en otra industria.
- Eliminar: minimizar o simplificar el uso de determinados materiales, componentes o partes.
- Reorganizar: repensar o invertir los diferentes procesos asociados al producto.

## Circuitos circulares<sup>1</sup>

### *Nivel de los circuitos técnicos y biológicos*

En una economía circular los productos y materiales permanecen en uso en un ciclo continuo de revalorización, por lo que cuando dejan de usarse vuelven a introducirse en un ciclo útil como nutrientes técnicos o biológicos.

Esta herramienta permite familiarizarse con los diferentes ciclos de recuperación e identificar cuál de ellos resulta más relevante y alcanzable para el producto que se está diseñando. Para que un producto ingrese en el ciclo biológico, debe concebirse con materiales saludables para el ambiente que puedan ser incorporados a la biósfera en forma de energía, compostaje o biodegradación. Para el ciclo técnico, los componentes deben ser diseñados para su recuperación en los diferentes circuitos internos y externos.

Cuando se plantea una estrategia de reutilización, el producto vuelve directamente a los usuarios; con el reacondicionamiento, vuelve a la empresa; la remanufactura requiere que se introduzca nuevamente en los procesos de fabricación; y con el reciclaje vuelve al procesador de materiales.

## Mapeo del viaje del producto

### *Nivel de ciclos de recuperación*

En la transición hacia un diseño circular, donde los productos y servicios no tienen un fin de vida sino que toman nuevas formas luego de su uso, el ecodiseño circular considera los distintos ciclos de recuperación una vez que los productos dejan de ser usados. Esta herramienta permite mapear el viaje del producto en los ciclos, garantizando que permanezca útil el mayor tiempo posible, que minimice los impactos negativos y que agregue valor en cada etapa.

## Modelos circulares<sup>2</sup>

### *Nivel de modelo de negocios*

Esta herramienta se centra en buscar oportunidades para el modelo de negocio comenzando de forma progresiva y con las acciones que están bajo control total de la empresa.

La realidad de los distintos sectores, empresas y Estados implica que la transición hacia un sistema circular deba visualizarse, en ocasiones, de manera constructiva, comenzando con pequeños éxitos y escalando las soluciones en el tiempo.

1 Adaptado de [https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/design/Circular\\_Flows\\_Final.pdf](https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/design/Circular_Flows_Final.pdf)

2 Adaptado de <https://www.circulardesignguide.com/post/circular-interventions>

Las acciones que están bajo control de la empresa son las referidas al servicio y la interacción que se le ofrece al usuario, la selección y el abastecimiento de materiales, las posibilidades de diseño para prolongar el uso y el modelo de negocio organizacional.

Conjuntamente con esta herramienta, resulta necesario desarrollar la herramienta Canvas de modelo de negocio, vista en la Etapa 02, con una visión circular e incorporando los distintos elementos trabajados en la presente etapa de ideación.

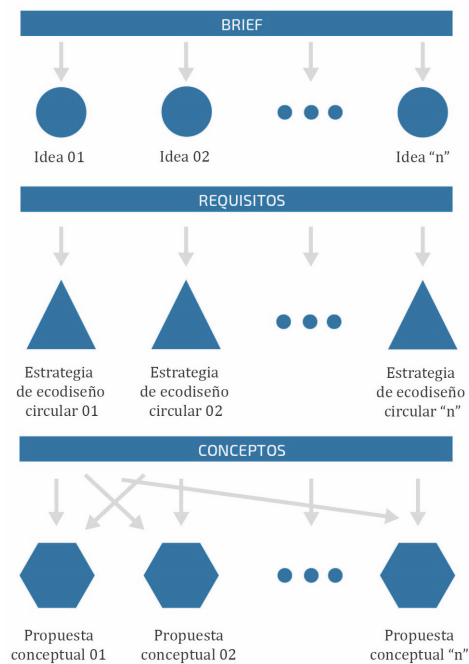
## Etapa 04: Desarrollar



Esta etapa se enfoca en la generación de conceptos de productos y su desarrollo, tomando los distintos aspectos plasmados en el pliego de condiciones (*brief*) resultante del trabajo interdisciplinario del equipo de proyecto y las ideas surgidas en la etapa anterior.

El objetivo es proponer variantes de soluciones a nivel conceptual para el producto, determinando los requisitos que este deberá cumplir, realizando una asociación de las ideas surgidas anteriormente y aplicando las estrategias de ecodiseño circular para el desarrollo de las distintas variantes conceptuales.

Figura 22. Proceso de generación de conceptos de producto



Fuente: Elaboración propia.

## Tabla de requisitos

La tabla de requisitos especifica las condiciones necesarias que debe cumplir el producto para responder a los objetivos del proyecto. Se confecciona teniendo en cuenta la información obtenida en las etapas anteriores de la metodología en lo referido al análisis inicial, los aspectos ambientales, los factores motivantes y el pliego de condiciones (*brief* del proyecto). Es útil para valorar el grado de cumplimiento de los distintos requisitos para las alternativas de producto surgidas en el desarrollo de los conceptos.

Los requisitos deben establecer condicionantes técnicas, productivas, sociales, económicas, estéticas, ambientales, funcionales, entre otras, y estas definen un marco de acción para la actividad proyectual.

Por ejemplo, un requisito indispensable puede enunciarse de la siguiente forma: «El producto X debe incorporar X% de material reciclado en su composición, sin que esta afecte sus características funcionales y estéticas».

Figura 23. Tabla de requisitos y su descripción

REQUISITOS	VALORACIÓN		
	Propuesta conceptual 01	Propuesta conceptual 02	Propuesta conceptual "n"
<b>Indispensables</b> (Requisitos esenciales sin los cuales el proyecto pierde su cometido).			
Descripción requisito indispensable 01			
Descripción requisito indispensable 02			
...			
Descripción requisito indispensable "n"			
<b>Deseables</b> (Requisitos importantes que se presentan como rasgos preponderantes y que se desea incorporar a la solución).			
Descripción requisito deseable 01			
Descripción requisito deseable 02			
...			
Descripción requisito deseable "n"			
<b>Opcionales</b> (Requisitos secundarios, que podrían estar o no presentes en la solución y que complementan a los requisitos indispensables).			
Descripción requisito opcional 01			
Descripción requisito opcional 02			
...			
Descripción requisito opcional "n"			

\*En esta instancia únicamente se describen los requisitos; su valoración se realiza después, una vez desarrollados los conceptos a partir de ellos.

Fuente: Elaboración propia.

## Desarrollo de conceptos

Teniendo en cuenta los requisitos establecidos anteriormente, se desarrollan de forma conceptual las ideas surgidas de la Etapa 03 y se plantean distintas alternativas para la definición del producto o servicio a desarrollar. Este proceso no tiene un camino único y lineal, por lo que el método depende de las diferentes técnicas utilizadas por los diseñadores y técnicos.

Para visualizar con claridad las distintas propuestas, deben exponerse mediante bocetos, *renders*, esquemas y diagramas de funcionamiento, maquetas y prototipos, cartas de materiales, etcétera.

Las soluciones surgidas de las herramientas de ideación se complementan y desarrollan utilizando como referencia las distintas *estrategias de ecodiseño circular* para la concepción de los diferentes caminos conceptuales.

## Estrategias de ecodiseño circular

Las estrategias de ecodiseño circular deben alinearse a los principios de la economía circular, procurando mantener el valor del producto en el tiempo, extender su ciclo de vida o integrarse de manera segura al ambiente en el ciclo biológico (Figura 24).

No existe una solución única de diseño para incorporar los principios circulares, por lo que los resultados pueden derivar en diversas soluciones e innovaciones, tanto a nivel de producto como en el modelo de negocio de creación de valor.

Las distintas estrategias de ecodiseño circular que pueden utilizarse para el desarrollo de productos o servicios se categorizan de acuerdo a las distintas fases de creación de valor en un modelo de negocio circular, para optimizar los recursos en la fase de preúso, mantener el valor con el usuario el mayor tiempo posible y recuperar el valor incorporado en las fases anteriores una vez que el producto culmina los ciclos de utilización.

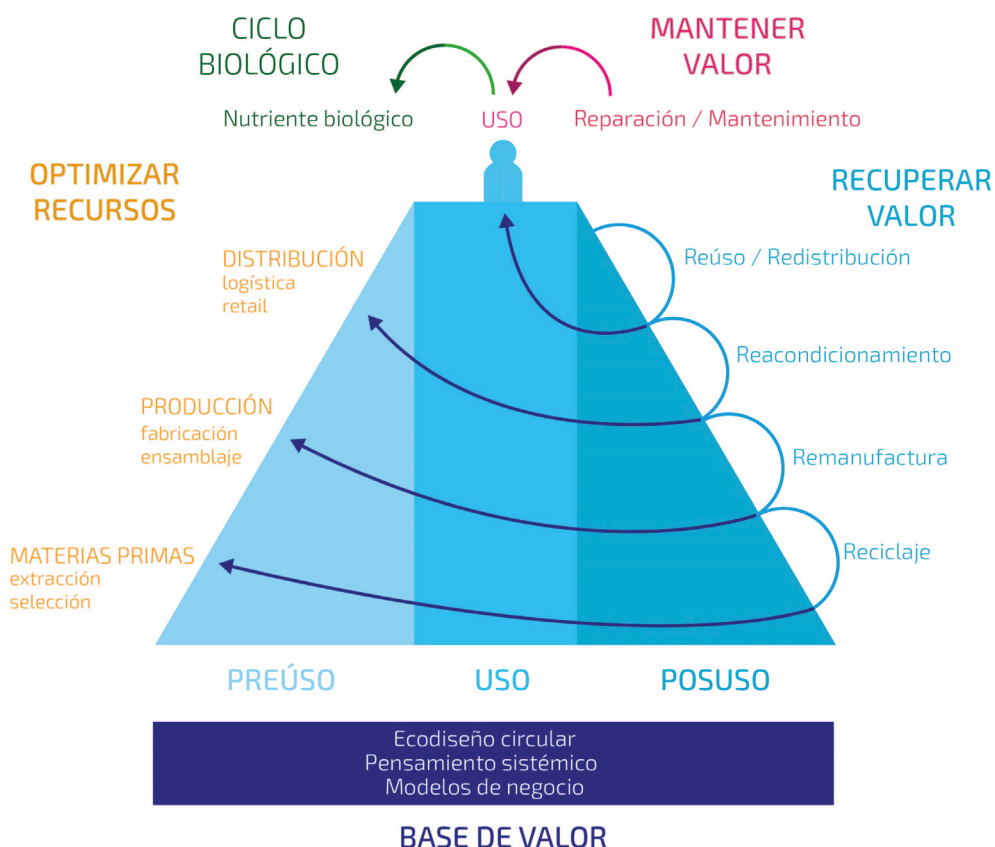
Las estrategias de diseño que se presentan como características del producto responden y apoyan al modelo de negocio en el que este está inmerso.

Por ejemplo, el modelo de negocio de producto como servicio, en el cual se intensifica la utilización del bien por muchos usuarios que pagan por su uso, quedando la propiedad y la recuperación del valor en manos de la empresa, requiere que se incorporen estrategias en el diseño que faciliten la incorpora-



ción del producto a este sistema. En este caso, las estrategias estarán asociadas a la elección de materiales durables y de calidad, a minimizar el número de componentes, a facilitar el mantenimiento y la reparación, y a promover el reúso y las posteriores estrategias de recuperación para cuando su utilización ya no sea posible.

Figura 24. Pirámide de valor



Fuente: Adaptación de Achterberg, Hinfelaar y Bocken (2016).

A continuación, se enumeran y describen brevemente las estrategias de ecodiseño circular para cada fase de valor.



### Base de valor

Desarrollo de nuevos conceptos

Se refiere al concepto del producto, a su funcionalidad y a las necesidades que satisface en los consumidores, promoviendo la generación de soluciones innovadoras y el diseño para nuevas concepciones de modelos de negocios.

*Estrategias de diseño:*

- **Desmaterialización:** sustituir el producto por un intangible que cumpla la misma función e incluye la eliminación de elementos superfluos.
- **Multifunción:** integrar diversas funciones en un producto, utilizando la misma cantidad de recursos.
- **Uso compartido del producto:** intensificar y maximizar el uso de un producto por diferentes usuarios.
- **Producto como servicio:** proporcionar productos a través de acuerdos de arrendamiento o pago por uso.

#### Mejora en el concepto del producto

Implica analizar las necesidades que el producto satisface en los usuarios, evaluando nuevas soluciones sostenibles e innovadoras que permitan optimizar al máximo la funcionalidad del producto en la creación de valor económico, social y ambiental.

Aspectos a tener en cuenta para facilitar esta estrategia:

- Identificar las funciones críticas del producto.
- Analizar las posibilidades de sustitución del producto físico por uno virtual.
- Evaluar avances tecnológicos en el campo de la electrónica.
- Reducir la diversidad de materiales.

Otras oportunidades de mejora:

- **Miniaturización:** reducir el tamaño del producto mediante la incorporación de elementos tecnológicos.
- **Virtualización:** reemplazar el producto o alguno de sus componentes por un sustituto inmaterial que cumpla la misma función.

### Producto como servicio

El producto como servicio es un modelo de negocio centralizado en el que la empresa, propietaria del producto, establece contratos de arrendamiento, pago por uso o pago por rendimiento con el consumidor.

Este cambio de concepto se enfoca en la funcionalidad del producto y en extender o mantener su vida útil, intensificando su uso por diferentes usuarios.

Resulta clave para las empresas propietarias del producto repensar su diseño y calidad, ya que son las responsables del mantenimiento, el reacondicionamiento y la recuperación del valor al final del ciclo de vida.

Aspectos a tener en cuenta:

- Utilización de materiales adecuados para la función.
- Selección de materiales durables y de calidad.
- Facilidad de acceso a los componentes.
- Predictibilidad de rendimiento y probabilidad de fallas.
- Estandarización de los componentes e insumos.
- Facilitar el mantenimiento y la reparación.

Otras oportunidades de mejora:

- Diseño para el mantenimiento y la reparación: la empresa se responsabiliza de mantener el valor del producto en el tiempo, por lo que el diseño permite optimizar el rendimiento.
- Diseño para el reciclaje y la remanufactura: la propiedad del producto no se transfiere al usuario, por lo que la empresa tiene acceso y control de los recursos y materiales, suponiendo una ventaja competitiva en el futuro al recuperar el valor incorporado en los procesos.



### *Preúso - Optimizar recursos*

La fase de preúso contempla las distintas actividades previas a la utilización por parte del cliente o consumidor, referidas a la selección de las materias primas, producción, distribución y venta.

Las estrategias para optimizar los procesos y el uso de recursos permiten minimizar los impactos ambientales en las distintas etapas del ciclo de vida. Su implementación está ligada a la reducción de impacto que proponga, por ejemplo, la reducción en un 10% frente a otras que lo reduzcan en porcentajes menores.

Además, en esta etapa se debe agregar valor proyectando retenerlo en la fase de uso y recuperarlo una vez finalizados los distintos ciclos de uso.

#### Materias primas

La selección y abastecimiento de los materiales resulta un factor clave para que un producto se incorpore de manera eficiente a un sistema circular. Esto implica evaluar su impacto en el entorno, seleccionando los materiales adecuados para su función y para su incorporación a un ciclo biológico como nutrientes naturales o al ciclo técnico para la recuperación de su valor.

#### *Estrategias de diseño:*

- Selección de materiales de bajo impacto:
  - Evitar el uso de materiales o sustancias peligrosas o tóxicas.
  - Usar materiales renovables.
  - Usar materiales reciclados y reciclables.
  - Seleccionar adecuadamente del material para la función correcta.
  - Usar de materiales con bajo consumo energético.
- Minimizar el consumo de materiales:
  - Usar componentes reusados o reutilizables.
  - Evitar el sobredimensionamiento del producto.
  - Minimizar el número de componentes y la diversidad de materiales.

- Optimizar el espesor y el peso de las piezas.
- Reducir del volumen para facilitar el transporte.
- Ralentizar y cerrar ciclos de materiales:
  - Utilizar materiales durables que contribuyan a mantener el valor del producto.
  - Utilizar monomaterial para facilitar el reciclaje.
  - Incorporar materiales y componentes que favorezcan su separación para facilitar la recuperación al final del ciclo de vida.

#### Minimizar el consumo de materiales

Diseñar productos minimizando el uso o consumo de recursos implica optimizar sus características manteniendo o mejorando los niveles de calidad sin perder funcionalidad.

Aspectos a tener en cuenta para facilitar esta estrategia:

- Evitar el sobredimensionamiento de los componentes.
- Optimizar el gramaje de los productos.
- Aplicar estructuras nervadas para aumentar la rigidez estructural.
- Reducir el peso.
- Optimizar el volumen ocupado.
- Evitar elementos superfluos o adicionales con poca funcionalidad.

Otras oportunidades de mejora:

- Diseño de productos eficientes: el ajuste de las distintas características del producto permite minimizar los impactos ambientales y la optimización de los procesos de las distintas etapas del ciclo de vida.

#### Selección de materiales de bajo impacto

Selección de materias primas que presenten un bajo impacto ambiental en la extracción, procesamiento, distribución y fin de ciclo de uso.

El abastecimiento sostenible de materiales de base biológica, reciclados o con un bajo consumo energético permite la reducción del impacto ambiental en los ecosistemas, la contaminación de aire, el suelo y el agua y evita la extracción de materias primas no renovables, además de procurar las condiciones de vida y trabajo adecuadas de las personas implicadas en las cadenas de suministro.

Aspectos a tener en cuenta para facilitar esta estrategia:

- Selección de proveedores ambientalmente responsables.
- Utilización de materiales reciclados y reciclables.
- Selección de polímeros de base biológica de cultivos sostenibles.
- Evitar el uso de materiales tóxicos.
- Uso de materiales renovables y biocompatibles.
- Utilización de energías renovables o con alta eficiencia en los distintos procesos.
- Procurar acuerdos de comercio justo con proveedores.

**Otras oportunidades de mejora:**

- Diseño para el compostaje o la biodegradabilidad: utilización de materiales biocompatibles para productos de un solo uso.
- Diseño para el reciclaje: selección de materiales que puedan ser incorporados eficientemente a un sistema de recuperación luego de su uso.
- Diseño para el desmontaje: facilitar la separación de los materiales y componentes para recuperar su valor al final de su vida.

**Producción**

En la economía circular la etapa de producción debe pensarse desde la perspectiva de una fabricación sostenible, con el objetivo de minimizar los impactos ambientales negativos, optimizar el uso de la energía y los recursos naturales, los procesos de producción y la utilización de fuentes de energía renovables. La fabricación sostenible aumenta los beneficios de la empresa mediante sistemas productivos eficientes, abogando por la mejora continua, los controles de calidad de la producción, la incorporación de nuevas tecnologías de fabricación, industria 4.0 y reducción de costos, optimizando las operaciones de producción. Esta concepción mejora la seguridad de los empleados, las ciudades y el ambiente.

*Estrategias de diseño:*

- **Diseño para optimizar los procesos productivos:**
  - Reducción del número de etapas en los procesos.
  - Elección de fuentes de energías renovables.
  - Incremento de la eficiencia energética o integración de sistemas de ahorro de energía.
  - Introducción de residuos de producción de otras industrias como materia prima (simbiosis industrial).
  - Fomento de la producción local.
  - Incorporación de nuevas tecnologías de fabricación.

**Fabricación sostenible**

La fabricación sostenible tiene como objetivo la creación de productos mediante procesos productivos optimizados y eficientes que minimicen los impactos ambientales negativos en el ecosistema, promoviendo la conservación de la energía y los recursos naturales.

**Aspectos a tener en cuenta para facilitar esta estrategia:**

- Procesos optimizados mediante la mejora continua.
- Reducción de los pasos en los procesos productivos.
- Utilización de herramientas de la industria 4.0, automatización, internet de las cosas.
- Aplicación de nuevas tecnologías de fabricación.
- Utilización de materias primas locales.
- Eficiencia energética, menor consumo de energía.
- Utilización de fuentes de energía renovables.

### Simbiosis industrial

La simbiosis industrial es una forma de intermediación entre empresas que promueve el crecimiento sostenible y la eficiencia de recursos. Se establecen asociaciones entre industrias con el objetivo de intercambiar materiales y energía, donde los residuos de una son recursos para otras. Esta red industrial está enmarcada por la economía circular y puede ser facilitada por la industria 4.0 para cerrar ciclos de materiales, revalorizar los residuos y minimizar el uso de materias primas vírgenes.

Aspectos a tener en cuenta para facilitar esta estrategia:

- Diseño para facilitar el desmontaje de componentes y materiales.
- Procurar la durabilidad de los materiales.
- Revalorizar los desechos en nuevos usos.
- Promover la asociatividad empresarial.
- Diseño para facilitar el reciclaje y la remanufactura.

Otras oportunidades de mejora:

- Industria 4.0: Incorporar herramientas de la industria 4.0 para facilitar el intercambio de materiales y la colaboración entre empresas.

### Distribución

La etapa de distribución comprende todo lo relacionado con el transporte del producto a lo largo de su ciclo de vida, incluyendo el traslado de las materias primas hacia su transformación y del producto hacia el usuario final.

*Estrategias de diseño:*

- Optimización del sistema de distribución:
  - Reducción del volumen del producto, plegado y apilado.
  - Diseño eficiente del *packaging*.
  - Reducción del peso y el volumen del producto.
  - Utilización de materias primas locales y sostenibles.
  - Selección de sistemas de transportes eficientes.
  - Asociatividad con empresas para optimizar los recursos de transporte.
  - Maximización de los elementos retornables y reutilizables.

### Optimizar el sistema de distribución

La distribución tiene un gran impacto ambiental en la huella ecológica de un producto o servicio, por lo que se debe enfocar en optimizar los sistemas de distribución desde el almacenamiento de las materias primas y el transporte hasta su transformación, así como el traslado del producto acabado hasta el usuario final y su sistema de recuperación de valor.

Se ha de tener en cuenta el tipo de transporte, la logística y el envase o embalaje del producto.

Aspectos a tener en cuenta para facilitar esta estrategia:

- Reducir el volumen ocupado por el producto y el embalaje.
- Diseñar productos modulares, plegables o apilables.
- Minimizar el uso de packaging o que este sea parte del producto.
- Evaluar la relación óptima entre el producto y su packaging con la unidad de carga.
- Seleccionar sistemas de transporte eficientes y con reducido impacto ambiental.
- Incorporar tecnologías para la optimización de las rutas de transporte.
- Promover la colaboración entre las cadenas de suministro.

Otras oportunidades de mejora:

- Reutilización de productos: diseñar productos que puedan ser reutilizados en un modelo de negocio asociado.
- Fabricación local: preponderar la compra de materias primas, componentes y productos de abastecimiento local para minimizar los impactos en el transporte.





### *Uso - Mantener el valor*

Esta fase refiere al uso y consumo por parte del consumidor/usuario. El diseño debe enfocarse en mantener la integridad del producto y su valor el mayor tiempo posible, reduciendo el uso de recursos para la generación de nuevos productos.

Las características del producto y el pensamiento sistémico deben incorporar elementos que faciliten la recuperación de los materiales y componentes en la etapa de posuso.

Uso

*Estrategias de diseño:*

- Reducción del impacto durante el uso:
  - Minimizar los consumibles auxiliares (agua, energía, otros materiales) para el uso del producto o elegir consumibles reutilizables.
  - Reducción del consumo de recursos y emisiones en el mantenimiento.
  - Utilización de dispositivos de ahorro de agua y energía.
  - Evitar pérdidas energéticas optimizando el aislamiento del producto.
- Extender la vida útil del producto:
  - Facilitar el mantenimiento y la reparación del producto.
  - Procurar un desmontaje sencillo y no destructivo del producto.
  - Diseño modular para facilitar el intercambio de elementos dañados y la actualización de *hardware* o *software*.
  - Inclusión de indicaciones de desgaste para predecir el tiempo de vida útil restante.
  - Acceso a documentación intuitiva y fácil de entender para el personal y usuarios con distinta experiencia técnica.
- Mantener la vida útil del producto:
  - Diseño orientado al apego y la confianza.

- Incorporar características personalizables, innovadoras, actualizables y adaptables.
- Aumento de la calidad del producto mediante la durabilidad de los componentes y materiales.
- Diseño para la durabilidad y confiabilidad.
- Actualización y adaptabilidad a los cambios tecnológicos y culturales.

#### Mantener la vida útil del producto

##### Estrategia de diseño: Diseño para el apego y confianza

Consiste en diseñar productos de larga duración apelando a decisiones proyectuales que contribuyan a proporcionar un vínculo emocional y de confianza entre el usuario y el producto, de forma de mantener su integridad el mayor tiempo posible con el usuario original y posponer el reemplazo por un nuevo producto.

Aspectos a tener en cuenta para facilitar esta estrategia:

- Incorporar aspectos semióticos y emocionales para que el usuario se sienta apegado personalmente al producto.
- Proyectar características narrativas, personalizables, actualizables e interactivas, mediante la selección de los materiales, la interacción en el uso, el significado social, la durabilidad de los componentes, el impacto ambiental, etcétera.
- Procurar confianza en el producto a través de la seguridad y la calidad.

#### Mantener la vida útil del producto

##### Estrategia de diseño: Diseño para la confiabilidad y durabilidad

Diseñar productos que promuevan la fiabilidad en su uso, garantizando que serán funcionales sin presentar fallas por un largo período de tiempo.

Aspectos a tener en cuenta para facilitar esta estrategia:

- Utilizar materiales y componentes de calidad.
- Seleccionar los materiales adecuados para la función correcta.
- Establecer etapas de testeo antes de la comercialización.
- Procurar un diseño simplificado y con la mínima cantidad de componentes.
- Evaluar la posibilidad de reemplazo de partes que presenten fallas.
- Minimizar el número de componentes, ya que la posibilidad de fallas se multiplica en función del número de partes.

Otras oportunidades de mejora:

- Confiabilidad y durabilidad técnica: respecto a la calidad y a la disminución de fallas de los componentes.
- Confiabilidad y durabilidad emocional: respecto a la percepción de calidad por parte del usuario de los materiales y de un producto simplificado e intuitivo.

### Extensión de vida útil

#### Estrategia de diseño: Mantenimiento y reparación

Diseñar para facilitar el mantenimiento y la reparación permite extender la vida útil del producto, realizando actividades periódicas de prevención y ajuste o renovación cuando se producen fallas en los elementos. Dependiendo del modelo de negocio, los productos pueden estar diseñados para que estas acciones sean realizadas por el usuario o por la empresa, pudiendo generar nuevas fuentes de ingresos, nuevos servicios y diferenciación.

Aspectos a tener en cuenta para facilitar esta estrategia:

- Predecir el rendimiento esperado y la necesidad de mantenimiento.
- Procurar un desmontaje sencillo y no destructivo de los componentes.
- Evitar el uso de pegamentos y uniones permanentes.
- Diseñar elementos modulares.
- Minimizar elementos de unión y herramientas para el desmontaje.
- Facilitar el acceso a información intuitiva y clara para realizar las acciones.

### Extensión de vida útil

#### Estrategia de diseño: Diseño de componentes modulares

El diseño modular de un producto permite al usuario reconfigurarlo para que se adapte a los distintos escenarios de uso y así mantener el valor en el tiempo. Facilita el desmontaje de materiales y componentes contribuyendo al sistema de reciclaje y mejora de las acciones de reparación mediante el intercambio de piezas que presentan desgaste o probabilidad de fallas.

Aspectos a tener en cuenta para facilitar esta estrategia:

- Evitar la interdependencia entre módulos.
- Procurar un desmontaje sencillo y no destructivo.
- Minimizar el uso de herramientas.
- Utilización de materiales durables.
- Sistemas de unión sencillos y duraderos.

Otras oportunidades de mejora:

- Actualización y adaptabilidad: permite la flexibilidad del producto satisfaciendo las necesidades futuras de los usuarios y la adaptación a entornos cambiantes.
- Compatibilidad: diseño de componentes que se adaptan, total o parcialmente, a otros productos.
- Nuevos modelos de negocio (business to consumer) mediante el intercambio de piezas para la reparación o actualización.
- Optimizar la distribución: posibilidad de reducir el volumen del producto para el transporte y stock mediante el desarme.
- Gestión de fin de vida: fácil separación y posterior reciclaje de los módulos.



### Posuso - Recuperar el valor

El objetivo de esta etapa es diseñar el producto asegurando que pueda incorporarse a un nuevo ciclo mediante un sistema de gestión adecuado, revalorizando los materiales y componentes o dándole un nuevo uso. El diseño para esta etapa se apoya en el modelo de negocio y se centra en facilitar las distintas estrategias de recuperación de valor.

Incluye:

- La reutilización del producto en su totalidad o las partes aún funcionales.
- La redistribución a diferentes usuarios.
- La remanufacturación de piezas o la totalidad del producto.
- El diseño para la incorporación eficiente a un sistema de reciclaje.
- La utilización de materiales compostables o biodegradables.
- La incineración con recuperación de energía.

#### Recuperación del valor

##### Estrategia de diseño: reúso y redistribución

El reúso y la redistribución son prácticas ligadas a extender la vida útil de los productos más allá de los ciclos de uso. Tienen que ver con la utilización de los productos descartados, ya sea por cuestiones funcionales, culturales o emocionales, y que se encuentran en buenas condiciones para cumplir con los requisitos para los que fueron diseñados inicialmente.

Aspectos a tener en cuenta para facilitar esta estrategia:

- Facilitar el mantenimiento y la reparación.
- Proyectar usos secundarios del producto.
- Los componentes sujetos a desgaste deben ser especialmente resistentes.
- Seleccionar el material correcto para la función.
- Estandarizar componentes para facilitar la sustitución.
- Diseñar piezas modulares.

Otras oportunidades de mejora:

- Diseño para la redistribución: implica el reúso de productos existentes y de segunda mano que se encuentran en buenas condiciones para ser reutilizados por nuevos usuarios.
- Intensificar la vida útil: se centra en el uso de un solo producto por una gran cantidad de usuarios en cortos períodos de tiempo, como en la economía de los servicios y la del intercambio.

## Recuperación del valor

### Estrategia de diseño: Diseño para el desmontaje

El diseño para el desmontaje posibilita la separación sencilla de materiales y componentes, facilitando la recuperación del valor incorporado al producto, permitiendo la correcta gestión de las partes una vez finalizado el ciclo de vida y contribuyendo a un sistema de reciclaje eficiente.

Aspectos a tener en cuenta para facilitar esta estrategia:

- Minimización de la variabilidad de componentes y materiales.
- Acceso sencillo a piezas.
- Diseño modular.
- Desmontaje sencillo e intuitivo.
- Métodos de unión que procuren un desarme veloz y no destructivo.
- Diseño para alentar la separación por parte del usuario.

Otras oportunidades de mejora:

- Diseño para la remanufactura: facilita la restauración de un producto o componente a un nivel de prestación igual o superior al del producto original.
- Compostaje o biodegradabilidad: contribuye a la separación de materiales cuyo valor no puede ser recuperado y pueden descomponerse en sistemas naturales.
- Materiales: utilización de materiales adecuados que permitan una correcta disposición final o la recuperación de valor.
- Uso: permite la separación de componentes para su mantenimiento o reparación por parte del usuario.

## Recuperación del valor

### Estrategia de diseño: Reciclaje

Consiste en cualquier acción de recuperación mediante la cual los materiales de desecho se procesan en nuevos productos, materiales o sustancias, ya sea para el cometido original u otros fines. Las decisiones de diseño en el proceso de reciclaje pueden contribuir a que este se realice de manera efectiva tanto en términos de viabilidad económica como en su impacto ambiental.

Aspectos a tener en cuenta para facilitar esta estrategia:

- Establecer desde la etapa proyectual la ruta de reciclaje que tendrá el producto.
- Seleccionar materiales que puedan ser introducidos en el sistema.
- Identificar materiales para su correcta clasificación.
- Procurar productos con baja diversidad de materiales o utilizar monomateriales.
- Facilitar el desmontaje y la separación de componentes y materiales.

## Selección del concepto del producto

Las diferentes propuestas conceptuales se someten a análisis para escoger el concepto con mayor potencial de viabilidad ambiental, técnica, económica y social. El concepto seleccionado se desarrollará a nivel de detalle en la siguiente etapa de la metodología.

Los diferentes conceptos generados han sido propuestos tomando como base la tabla de requisitos definida anteriormente (ver Figura 23), por lo que su valoración se realizará con base en ella. No todos los conceptos cumplirán en igual medida los requisitos establecidos, por lo que se debe contemplar la posibilidad de combinar las mejores características de cada uno.

En esta etapa se valorará el cumplimiento de los requisitos ambientales. Para esto, pueden utilizarse las herramientas vistas en el apartado sobre análisis del impacto ambiental. Teniendo en cuenta que esta etapa es una fase preliminar, no se realizará un análisis exhaustivo, por lo que podrá utilizarse una herramienta semicuantitativa o, en su defecto, la experiencia de los técnicos será suficiente para validar el análisis.

Figura 25. Tabla de valoración de los requisitos

REQUISITOS	VALORACIÓN		
	Propuesta conceptual 01	Propuesta conceptual 02	Propuesta conceptual "n"
<b>Indispensables (5 puntos)</b> (Requisitos esenciales sin los cuales el proyecto pierde su cometido).			
Descripción requisito indispensable 01			
Descripción requisito indispensable 02			
...			
Descripción requisito indispensable "n"			
<b>Deseables (3 puntos)</b> (Requisitos importantes que se presentan como rasgos preponderantes y que se desea incorporar a la solución).			
Descripción requisito deseable 01			
Descripción requisito deseable 02			
...			
Descripción requisito deseable "n"			
<b>Opcionales (1 punto)</b> (Requisitos secundarios, que podrían estar o no presentes en la solución y que complementan a los requisitos indispensables).			
Descripción requisito opcional 01			
Descripción requisito opcional 02			
...			
Descripción requisito opcional "n"			
<b>PUNTAJE TOTAL</b>			

Fuente: Elaboración propia.

Como muestra la Figura 25, se realiza una valoración por alternativa generada, asignando un puntaje de acuerdo con el cumplimiento de los distintos requisitos. Se puede tomar como criterio general la asignación de 5 puntos para las propuestas que cumplan con alguno de los requisitos indispensables, 3 puntos para las que cumplan con los deseables y un punto para las que cumplan con los opcionales. El resultado numérico de la preponderación no significa que la de mayor puntaje sea la alternativa definitiva, sino que se debe hacer un análisis de los resultados obtenidos, pudiendo elegir opciones con menos puntaje o realizar una combinación para una nueva alternativa.

El resultado de esta etapa concluirá con la selección de un concepto o bien podrá desarrollarse una nueva alternativa compuesta por características relevantes de diferentes conceptos, para proceder a su desarrollo en detalle en la siguiente etapa.

## Etapa 05: Concretar



Esta etapa tiene como cometido el desarrollo definitivo del producto derivado del concepto seleccionado en la etapa anterior. El resultado será un diseño final del producto, dispuesto para su fabricación e introducción en el mercado.

Esta etapa tiene como resultado distintos elementos. A modo de ejemplo:

- Descripción técnica: propiedades físicas, funcionales, situación de uso, contexto, materiales y otras especificaciones.
- Análisis de costos.
- Ensayos de calidad.
- Test del producto.
- Documentación técnica: fotomontajes, *renders*, planos técnicos.
- Prototipado: modelos de control, maquetas funcionales y estéticas.

Luego del desarrollo en detalle del producto, y realizados los distintos análisis previos, mediante prototipos funcionales y estéticos, ensayos y análisis ambientales, se procede al desarrollo técnico para la industrialización de los distintos elementos que componen el producto en lo referido a materiales, terminaciones, moldes, proveedores, etcétera.

Herramientas sugeridas para el soporte metodológico de esta etapa:

**Métodos para innovación circular:** En la *Guía para el diseño circular* (Fundación Ellen MacArthur, 2018) se presentan diferentes métodos para el abordaje de la etapa de concreción, con énfasis en la utilidad y la vida útil del producto, potenciales socios para incrementar la efectividad del sistema o el desarrollo de una narrativa, entre otros.



## Etapa 06: Implementar



Esta etapa consiste en planificar a corto, mediano y largo plazo la implementación de las medidas de mejora ambiental e integrarlas a los procedimientos de la empresa.

El rediseño o las medidas de mejora seleccionadas deben estar acompañados de un plan de acción para que su implementación sea efectiva y la metodología de ecodiseño circular pueda ser incorporada a los métodos de trabajo habituales y aplicada en el desarrollo de nuevos productos.

Se pueden establecer dos tipos de plan de acción, a nivel de producto y a nivel de empresa.

### Plan de acción a nivel de producto

Para el desarrollo del nuevo producto o rediseño de uno existente se deben establecer los plazos de ejecución, las acciones necesarias y los responsables de implementarlas.

A modo de ejemplo, si una de las medidas de mejora es incorporar material reciclado como materia prima de un producto existente, se puede establecer su implementación en el mediano plazo, tomando acciones como pruebas de materiales, ensayos y posibilidades productivas, teniendo como responsable a la persona encargada de la producción si esta se realiza internamente o a quien gestione a los proveedores en caso de que se haga de manera externa.

Medidas de mejora	Plazo MP/LP	Acciones	Responsable	Periodicidad

## Plan de acción a nivel de empresa

Tomando como experiencia la incorporación de la metodología para el desarrollo del producto, es conveniente realizar una reflexión y análisis sobre el proceso transcurrido e identificar cuáles herramientas son útiles para incorporar al desarrollo de nuevos productos. Lo ideal es involucrar a los distintos departamentos y agentes implicados para que la experiencia se generalice en los restantes productos de la empresa o en los nuevos desarrollos.

Herramientas de soporte para la implementación:

**Diagrama de red:** Es una técnica de diagramación que permite visualizar las dependencias de las actividades y calcular la duración total del proyecto.

**Ruta crítica:** Luego de haberse realizado la diagramación de la red de actividades, es necesario determinar cuál de las varias rutas es la más crítica. La ruta crítica se define como aquella que va desde el inicio al final de proyecto y toma más tiempo en comparación con las otras. Es también la que no tiene espacios u holguras de tiempo entre actividades, lo que significa que cualquier demora en alguna de las actividades en esta ruta resultará en un retraso del proyecto en su conjunto.

**Diagrama de Gantt:** Es una presentación gráfica cuyo objetivo es mostrar el tiempo de dedicación previsto para las diferentes actividades a lo largo del tiempo total del proyecto. Básicamente, el diagrama está compuesto por un eje vertical donde se establecen las actividades que constituyen el trabajo que se va a ejecutar y un eje horizontal que muestra en un calendario la duración de cada una. Cada actividad se presenta en forma de una barra o línea que muestra el inicio y el final, los grupos de actividades relacionados entre sí y sus interdependencias.

**Matriz de planificación:** Es una herramienta cuya función más importante es facilitar la gestión, el monitoreo y el control del proyecto. El uso de la matriz mejora la comprensión de los objetivos del proyecto al permitir visualizar las relaciones de los resultados con los costos, los tiempos, los riesgos, las responsabilidades, etcétera.

**Matriz RACI:** Es un diagrama basado en las cuatro variables más importantes de los recursos humanos en un proyecto y es conocida como matriz RACI por su sigla en inglés, que se desglosa del siguiente modo: R, responsable de la ejecución (*responsible*): es la persona responsable de ejecutar o de asegurarse que se ejecuten las actividades definidas para cada producto o entregable; A, aprueba (*accountable*): es quien asume la responsabilidad final por la ejecución correcta y completa de un producto o entregable y recibe las informaciones de los responsables de su ejecución; C, consultado (*consulted*): es alguien que no está implicado directamente en la ejecución de un producto o entregable, pero proporciona algún tipo de insumo para el proceso o es consultado para saber su opinión o contar con su consejo; I, informado (*informed*): es alguien que recibe los resultados de un producto o entregable o recibe información acerca de los avances.

## Etapa 07: Valorar



Una vez ejecutado el desarrollo del producto se debe realizar una evaluación final analizando en qué medida se han cumplido los factores motivantes (ver Etapa 01: Iniciar) que impulsaron el proyecto de ecodiseño circular y los beneficios obtenidos del mismo.

El grado de mejora obtenido puede valorarse tomando como referencia el producto inicial que se ha rediseñado o bien productos analizados en el estudio inicial de productos referentes en el mercado.

Estudiar analíticamente los resultados del proceso de diseño resulta útil para evaluar los aspectos generales del proyecto y su implementación con el objetivo de identificar posibles acciones a incorporar en el futuro. Además, resulta conveniente para identificar desviaciones técnicas que inevitablemente pueden ser provocadas al momento de la producción y deban ser mejoradas en el futuro.

### Valoración de los resultados

Valoración de las mejoras:

**Técnicas:** Valoración del grado de mejora obtenido por los cambios provocados por el ecodiseño circular del producto en las distintas etapas del ciclo de vida y de cómo ha impactado en las actividades de la empresa.

**Económicas:** Valoración costo-beneficio de los resultados del proyecto.

**Sociales:** Valoración del grado de aceptación y percepción en el mercado/clientes de acuerdo con las medidas incorporadas.

**Ambientales:** La valoración de las mejoras ambientales obtenidas resulta clave para determinar el grado de éxito del proyecto, ya que es el propósito principal para el cual se implementa ecodiseño circular en la empresa.

Esta evaluación debe ser realizada mediante la utilización de una herramienta de análisis ambiental que permita comparar el producto desarrollado con los valores obtenidos en el análisis ambiental inicial. Se valora en qué etapas del ciclo de vida se han obtenido mejores resultados ambientales y cuáles son claves para ser mejoradas en desarrollos futuros. Además, se identifican cuáles estrategias de diseño resultan útiles para incorporar en el diseño de futuros productos.

## Comunicación de los resultados

Las distintas acciones que llevan adelante las empresas para reducir los impactos negativos en el medioambiente y para promover la implementación de sistemas circulares pueden suponer una ventaja competitiva para las organizaciones, ya que les permiten, además de obtener una mayor rentabilidad mediante la optimización de sus procesos, diferenciarse de los competidores, aspecto que es necesario explotar mediante la comunicación de las acciones.

**Indicadores de sostenibilidad como herramientas comunicacionales:** Los indicadores de sostenibilidad son una modalidad de evaluación del impacto de la actividad humana sobre el medioambiente. Estos instrumentos permiten medir de forma cuantitativa el nivel de responsabilidad y sostenibilidad ambiental de un producto, servicio, organización o comunidad, posibilitando el control en el uso de los recursos naturales.

Los indicadores de sostenibilidad de mayor difusión son:

- Huella de carbono
- Huella hídrica
- Huella ambiental

Estos indicadores surgen del análisis de ciclo de vida, herramienta mencionada en la Etapa 2. Si bien el ACV permite evaluar diferentes alternativas para el diseño de un nuevo producto, también es utilizado para generar insumos para la comunicación del desempeño ambiental de un producto que ya ingresó al mercado, a través del etiquetado o de declaraciones ambientales, entre otras modalidades.

### *Estrategia de comunicación*

En esta etapa final, el equipo de proyecto, en conjunto con las personas o departamentos encargados de comunicación y marketing, debe confeccionar estrategias comunicativas para exponer los resultados más relevantes del proyecto y potenciar los esfuerzos de innovación ambiental que ha implementado la empresa.

La planificación debe determinar las siguientes cuestiones:

- *Objetivos de la comunicación:* comunicación educativa para las partes interesadas, desarrollo de la imagen de responsabilidad ambiental, informar resultados para desarrollos futuros, reforzar la cultura organizacional respecto a los beneficios obtenidos y motivar al personal, etcétera.
- *Destinatarios de la comunicación:* comunicación interna, con el resto de la cadena de valor u orientada al consumidor final.
- *Instrumentos de comunicación a aplicar:* etiquetas y certificados ambientales, canales de publicidad de la empresa o informes de sostenibilidad o de responsabilidad social corporativa (RSC).

**Certificaciones:** Las certificaciones son otro mecanismo de comunicación de resultados mediante una tercera parte independiente, lo cual legitima la información presentada por la empresa. En el ámbito nacional un ejemplo es la certificación +CIRCULAR, otorgada por el CTplás a las empresas provenientes de la industria del plástico, el reciclado y sectores relacionados, que tiene como objetivo identificar y reconocer las buenas prácticas de las empresas, acompañándolas en el camino de la mejora continua, así como reconocer y fomentar grados de circularidad en la cadena de valor.

# GLOSARIO

---

**Análisis de ciclo de vida:** Herramienta cuantitativa y objetiva (ISO 14040: 2006) para evaluar el comportamiento ambiental de un producto, proceso o actividad a lo largo de todo su ciclo de vida.

**Biogás:** Tipo de biocombustible producido por la descomposición de la materia orgánica en ausencia de oxígeno. Puede utilizarse como fuente de energía similar al gas natural, mientras que el residuo sólido puede aplicarse como abono.

**Biósfera:** Sistema ecológico global que comprende a todos los seres vivos y sus interacciones. Es la suma global de todos los ecosistemas.

**Ciclo de vida:** Conjunto de etapas consecutivas e interrelacionadas de un producto o servicio desde el momento en que se obtiene la materia prima hasta que es entregado al consumidor final.

**Digestión anaeróbica:** Proceso en el que los microorganismos descomponen materiales orgánicos, como restos de comida. Esta técnica produce biogás y residuo sólido.

**Cascada biológica:** Acción de dar diferentes usos después del final de la vida útil a través de flujos de valor y extraer energía almacenada a lo largo del tiempo.

**Compostaje:** Proceso biológico durante el cual microorganismos naturales (por ejemplo, bacterias y hongos) degradan materiales orgánicos (como hojas, pastos o ciertos residuos de alimentos) en un material llamado compost. Es una forma natural de devolver nutrientes biológicos al suelo.

**Mantenimiento y reparación:** Procesos realizados para mantener los productos en buenas condiciones en el tiempo. Pueden ser realizados por los usuarios o por centros especializados.

**Materia prima bioquímica:** Utilizada para extraer componentes químicos de forma biológica, que pueden así ser devueltos a la biósfera.

**Reciclaje:** Proceso de recuperación de materiales para el propósito original o para otros propósitos, excluyendo la recuperación de energía. Los materiales recuperados se envían al proceso como materia prima.

**Remanufactura:** Proceso de desmontaje y recuperación a estado original de los componentes. Las partes funcionales se toman de un producto usado y se reconstruyen en uno nuevo.

**Renovar:** Proceso de devolver un producto a un buen estado de funcionamiento, reemplazando o reparando los componentes principales que están defectuosos o próximos a fallar y realizando cambios visuales para actualizar la apariencia de un producto.

**Restauración del suelo:** Etapa del ciclo biológico en la que los materiales se encuentran a disposición de las plantas y otros organismos. Se reconstruye con el tiempo con la entrada de energía, principalmente del sol.



**Reutilizar o redistribuir:** Reintroducción en el mercado de un producto con su propósito inicial y en su forma original, después de un mínimo proceso de mantenimiento y limpieza.

**Sostenibilidad:** Satisfacción de las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer las necesidades de las generaciones futuras.

**Uso eficiente de recursos:** Cantidad óptima de materiales, energía o agua para producir o distribuir un producto o empaque.

**Vida útil:** Tiempo de funcionamiento de materiales y productos determinado por la asignación de valor por porte de sus usuarios.

# REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

---



CENTRO TECNOLÓGICO  
DEL PLÁSTICO

- Achterberg, E.; Hinfelaar, J. y Bocken. N. (2016). "Master Circular Business with the Value Hill." White paper. Financing Circular Business. [http:// www.circle-economy.com/financing-circular-business](http://www.circle-economy.com/financing-circular-business).
- AIMPLAS (2011). *Guía de ecodiseño para el sector del plástico*. Valencia: AIMPLAS.
- Arponen, J.; Juvonen, L. y Vanne, P. (2018). *Circular economy business models for the manufacturing industry*. Helsinki: Sitra Technology Industries of Finland and Accenture.
- Benyus, J. M. (1997). *Biomimicry: Innovation inspired by nature*. Nueva York: Morrow.
- Bocken, N. M. P.; De Pauw, I.; Bakker, C. y Van der Grinten, Bram (2016). Product design and business model strategies for a circular economy. *Journal of Industrial and Production Engineering*, 33(5): 308-320.
- Brezet, H. y Van Hemel, C. (1997). *EcoDesign. A promising approach to sustainable production and consumption*. París: United Nations Environment Programme. Industry and Environment (UNEP IE).
- Capricho Marocci, N. (2020). *El diseño industrial en la economía circular: estrategias de diseño en modelos de negocios circulares*. Tesis de grado. Universidad de la República (Uruguay), Facultad de Arquitectura Diseño y Urbanismo.
- Centro Tecnológico del Plástico (CTplas) (2018). Informe diagnóstico reciclado 2017-2018. Montevideo: CTplas. <https://ctplas.com.uy/wp-content/uploads/2019/03/Informe-Pl%C3%A1sticos-ANDE-CTPLAS-2018-Final-Publicable.pdf>.
- Centro Tecnológico del Plástico (CTplas) (2020). *Resumen sectorial 2020*. Montevideo: CTplas.
- Daou, A.; Mallat, C.; Chammas, G.; Cerantola, N.; Kayed, S. y Aoun Saliba, N. (2020). The Ecocanvas as a business model canvas for a circular economy. *Journal of Cleaner Production*, 258 [en línea]. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.120938>.
- Deloitte (2018). *Análisis sectorial productos plásticos*. Montevideo: Deloitte. [http://www.auiip.com.uy/wbfx-docs/fabricacion\\_de\\_productos\\_plasticos\\_2018.pdf](http://www.auiip.com.uy/wbfx-docs/fabricacion_de_productos_plasticos_2018.pdf)
- Fundación Ellen MacArthur (2014). *Hacia una economía circular: motivos económicos para una transición acelerada* [en línea]. s. l.: Ellen MacArthur Foundation. <http://www.ellenmacarthurfoundation.org/>.
- Fundación Ellen MacArthur (2018). *The circular design guide*. s. l. Ellen MacArthur Foundation. <https://www.circulardesignguide.com/methods>.

- Fundación Ellen MacArthur (2019). *Circular economy systems diagram* [en línea]. <https://ellenmacarthurfoundation.org/circular-economy-diagram>
- Fundación Entorno (2008). *Guía de introducción práctica al ecodiseño*. Barcelona: BCSD.
- IHOBE, Sociedad Pública de Gestión Ambiental (2017). *Guía de ecodiseño de envases y embalajes*. Bilbao: Gobierno Vasco, Departamento de Ordenación del Territorio, Vivienda y Medio Ambiente.
- IHOBE, Sociedad Pública de Gestión Ambiental (2000). *Manual práctico de ecodiseño. Operativa de implantación en 7 pasos*. Bilbao: Gobierno Vasco, Departamento de Ordenación del Territorio, Vivienda y Medio Ambiente.
- IHOBE, Sociedad Pública de Gestión Ambiental (2017). *Guía de ecodiseño de envases y embalajes*. Bilbao: Gobierno Vasco, Departamento de Ordenación del Territorio, Vivienda y Medio Ambiente.
- ISO (2006). *Norma ISO 14040:2006. Gestión ambiental. Análisis del ciclo de vida. Principios y marco de referencia*. <https://www.iso.org/obp/ui#iso:std:iso:14040:ed-2:v1:es>
- ISO (2011). *Norma ISO 14006:2011. Sistemas de gestión ambiental-Directrices para incorporar el ecodiseño*. <https://www.iso.org/obp/ui#iso:std:iso:14006:ed-1:v1:es:sec:4.2>
- ISO (2020). *Norma ISO 14006:2020(es) Sistemas de gestión ambiental-Directrices para incorporar el ecodiseño*. <https://www.iso.org/obp/ui#iso:std:iso:14006:ed-2:v1:es>
- Lacy, P. y Rutqvist, J. (2015). *Waste to wealth: The circular economy advantage*. Londres: Palgrave Macmillan.
- Le Blevenec, K.; Jepsen, D.; Rödig, L. y Wirth, O. (2018). *For better not worse: Applying ecodesign principles to plastics in the circular economy*. s. l.: ECOS. <https://ecostandard.org/wp-content/uploads/2019/06/APPLYING-ECODESIGN-PRINCIPLES-TO-PLASTICS.pdf>
- Life Green Shoes 4 All (2019). *Guía de ecodiseño para la industria del calzado*. Bruselas: Life Green Shoes 4 All.
- Lifset, R. y Graedel, E. (2001). Industrial ecology: Goals and definitions, en Ayres, R. U. y Ayres, L. (eds.), *Handbook for industrial ecology*. Brookfield: Edward Elgar.
- McDonough, W. (2002). *Cradle to cradle: remaking the way we make things*. Nueva York: North Point Press
- Mestre, A. y Cooper, T. (2017) Circular product design. A multiple loops life cycle design approach for the circular economy. *The Design Journal*, 20(sup1): S1620-S1635.

- Osterwalder, A. y Pigneur, Y. (2010). 2010. *Business model generation*. Chichester: John Wiley & Sons
- Pauli, G. (2010). *Blue economy: 10 years, 100 innovations, 100 million jobs*. Taos, Nuevo México: Paradigm Publications.
- Plastics\_Europe (2020). *Plastics-The Facts: An analysis of european plastics production, demand and waste data*. Bruselas: Plastics Europe.
- Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (2018). *Plásticos de un solo uso: una hoja de ruta para la sostenibilidad*. Nueva York: Naciones Unidas.
- Schild, T. (2020). *Design for repurpose towards a circular economy*. Tesis de maestría. Delft: Delft University of Technology.
- Stahel, W. R. (2006). *The performance Economy*. Londres: Palgrave Macmillan.

# ANEXOS

---



CENTRO TECNOLÓGICO  
DEL PLÁSTICO

## Características del sector plástico en Uruguay

En los últimos cincuenta años, el rol del plástico en la economía global aumentó considerablemente. La producción mundial de esta materia prima se multiplicó por veinte desde la década del sesenta, alcanzando 369 millones de toneladas en 2019 (Plastic Europe, The Facts 2020), calculando que se duplicará durante los próximos veinte años.

A pesar de este gran crecimiento, la forma en que los plásticos se producen, utilizan y desechan no suele ir acompañada por prácticas y procesos ambientalmente adecuados.

El sector plástico en Uruguay tiene un papel estratégico dado que, por su posición en la cadena de valor y sus características, se lo considera una industria para industrias, contemplando que un 80% de la producción es insumo para otras industrias, entre las cuales se destacan la alimentaria, la farmacéutica, la química y la construcción. La capacidad de respuesta de la industria plástica como proveedora de insumos para varios sectores resalta su importancia directa e indirecta para la industria nacional.

El sector transformador del plástico en Uruguay está conformado por 226 empresas, que generan unos 3304 puestos de trabajo.<sup>3</sup> Alrededor de un 97% de estas empresas son pymes localizadas en el cinturón industrial Montevideo-Canelones y en San José principalmente.

Tabla A1. Sector transformador del plástico

Cantidad de empresas según personal ocupado						
Año	Micro (1-4)	Pequeña (5-19)	Mediana (20-99)	Grande (más de 100)	Total	Personal ocupado
2020	97	88	35	6	226	3.304

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Banco de Previsión Social correspondientes a diciembre de 2020.

A partir de información obtenida por el CTplas, se relevó que alrededor de un 10% de las empresas del sector son exportadoras, por lo tanto, la mayor parte están volcadas a atender el mercado interno, destacándose el relacionamiento estrecho con los clientes enfocado en el desarrollo de productos y en la búsqueda de soluciones en conjunto.

<sup>3</sup> Datos del Banco de Previsión Social, agosto de 2020.

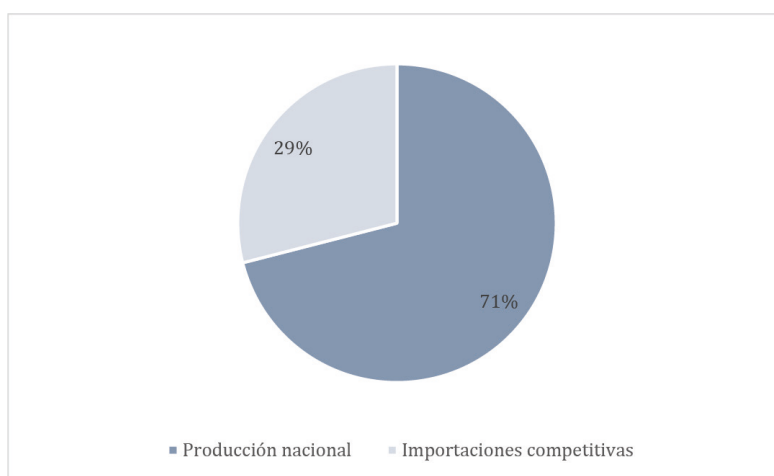
La situación del mercado local en el año 2018 (Deloitte, 2018), refleja que la producción de productos plásticos nacionales acaparaba el 71% del mercado, mientras que las importaciones de productos competitivos es el restante 29%. Al referirse a productos competitivos, se dejan de lado los materiales poliméricos en forma primaria (materia prima), que son importados en su totalidad debido a que no existen refinerías petroquímicas que se dediquen a la fabricación de materia prima polimérica en Uruguay.

Tabla A2. Sector transformador del plástico

Estructura del mercado uruguayo en millones de US\$	2017	2018
Producción nacional	477	507
Importaciones competitivas	214	202
Tamaño mercado	691	709
Consumo interno	561	548
Exportaciones	130	161

Fuente: Deloitte (2018).

Gráfico A1. Mercado del plástico en 2018



Fuente: Deloitte (2018).

Además de a los aspectos socioeconómicos del sector plástico, se debe prestar especial atención al aspecto ambiental. Este sector, no solo a escala local sino también mundial, está atravesando grandes cambios en lo que refiere a temas ambientales. En los últimos años, la visión de la sociedad sobre el plástico se ha visto fuertemente influida por la contaminación ambiental que genera la incorrecta utilización de este material. Junto con el avance de la economía circular y la generación de políticas públicas al respecto, se han producido grandes cambios en el sector. Muchos de estos cambios se dan de manera voluntaria



en las empresas del rubro, que ven una oportunidad en la economía circular y adoptan medidas en esta línea, pero también nos encontramos en un momento en que se dan cambios forzados debido a la implementación de políticas ambientales y son un desafío que la industria plástica local, inexorablemente, deberá abordar en el corto plazo.

En el Gráfico A2 se observa la tendencia mundial de las nuevas regulaciones sobre plásticos de un solo uso entre los años 1990 y 2017. El gráfico se centra en las regulaciones sobre bolsas y envases de espuma de poliestireno. A partir del año 2000 comenzaron a entrar en vigor nuevas regulaciones, que muestran un incremento exponencial en los últimos veinte años. Estas regulaciones no están concentradas en ninguna región específica, sino que se han implementado en gran medida en todos los continentes.

Gráfico A2. Número estimado de nuevas regulaciones sobre plásticos de un solo uso



Fuente: Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (2018).

En Uruguay se han promovido diversas normativas que afectan a la industria plástica local, como la Ley de Reciclaje de Envases (n.º 17.849, de 2004, reglamentada por el Decreto n.º 260/007), la Ley de Bolsas Compostables (n.º 19.655, de 2018, reglamentada por el Decreto n.º 3/019), el Decreto n.º 152/013 Reglamento para la Gestión Ambientalmente Adecuada de los Residuos Derivados del Uso de Productos Químicos o Biológicos en la Actividad Agropecuaria, Hortifrutícola y Forestal y el Decreto n.º 358/015 Reglamento de Gestión de Neumáticos y Cámaras Fuera de Uso.

El sector nacional del plástico ha trabajado para realizar cambios orientados a adaptarse a esta transición hacia una economía circular. En este sentido, la Asociación Uruguaya de Industrias del Plástico (AUIP) es una de las organizaciones fundadoras del CTplás, centro surgido con el objetivo de promover el desarrollo sostenible, la economía circular y la innovación en el sector. Además, participó como contraparte del proyecto de certificación +CIRCULAR y del proyecto en el marco del cual se elaboró este manual.

El sector del plástico está llamado a jugar un rol principal en el desarrollo de la economía circular. Recientemente, ha sido incluido como sector prioritario en la estrategia de economía circular europea. Este manual constituye una herramienta fundamental en la transición del sector hacia una economía circular en Uruguay. Esta es una herramienta clave para todos los actores, desde las industrias y quienes diseñan los productos hasta los hacedores de políticas. El ecodiseño sienta las bases sobre las cuales se debe trabajar para lograr una economía de los plásticos sostenibles.



## Etapa 02: Evaluar

### Herramientas de análisis ambiental

#### Lista de comprobación (*ecodesign checklist*)

\*Elaborada por Hans Brezet y Caroline van Hemel (1997).

#### **A. Análisis de necesidades**

- ¿Cómo responde el producto a las necesidades sociales?
- ¿Cuáles son las funciones principales y auxiliares del producto?
- ¿Cumple el producto estas funciones eficaz y eficientemente?
- ¿Cuáles son las necesidades del usuario a las que responde el producto actualmente?
- ¿Pueden ser ampliadas o mejoradas las funciones del producto para responder mejor a las necesidades del usuario?
- ¿Cambiarán estas necesidades a lo largo del tiempo?
- ¿Cómo podemos anticiparlas mediante una innovación (radical) del producto?

#### **B. Producción y obtención de materiales y componentes**

- ¿Qué problemas pueden surgir durante la producción y obtención de materiales y componentes?
- ¿Cuántos y que tipos de plásticos son utilizados?
- ¿Cuántos y qué tipos de aditivos son utilizados?
- ¿Cuántos y qué tipos de metales son utilizados?
- ¿Cuántos y qué tipos de otros materiales (vidrio, cerámica, etc.) son utilizados?
- ¿Cuántos y qué tipos de tratamientos superficiales son utilizados?
- ¿Cuál es el perfil ambiental de los componentes?
- ¿Cuánta energía se necesita para transportar los componentes y materiales?

#### **C. Producción**

- ¿Qué problemas pueden surgir durante el proceso de producción dentro de la empresa?
- ¿Cuántos y qué tipos de procesos de producción se utilizan (incluyendo conexiones, tratamientos superficiales, impresiones y etiquetado)?
- ¿Cuántos y qué tipos de materiales auxiliares son necesarios?
- ¿Cuánta energía se consume?
- ¿Cuántos residuos se generan?
- ¿Cuántos productos no cumplen con los requerimientos de calidad?

#### **D. Distribución**

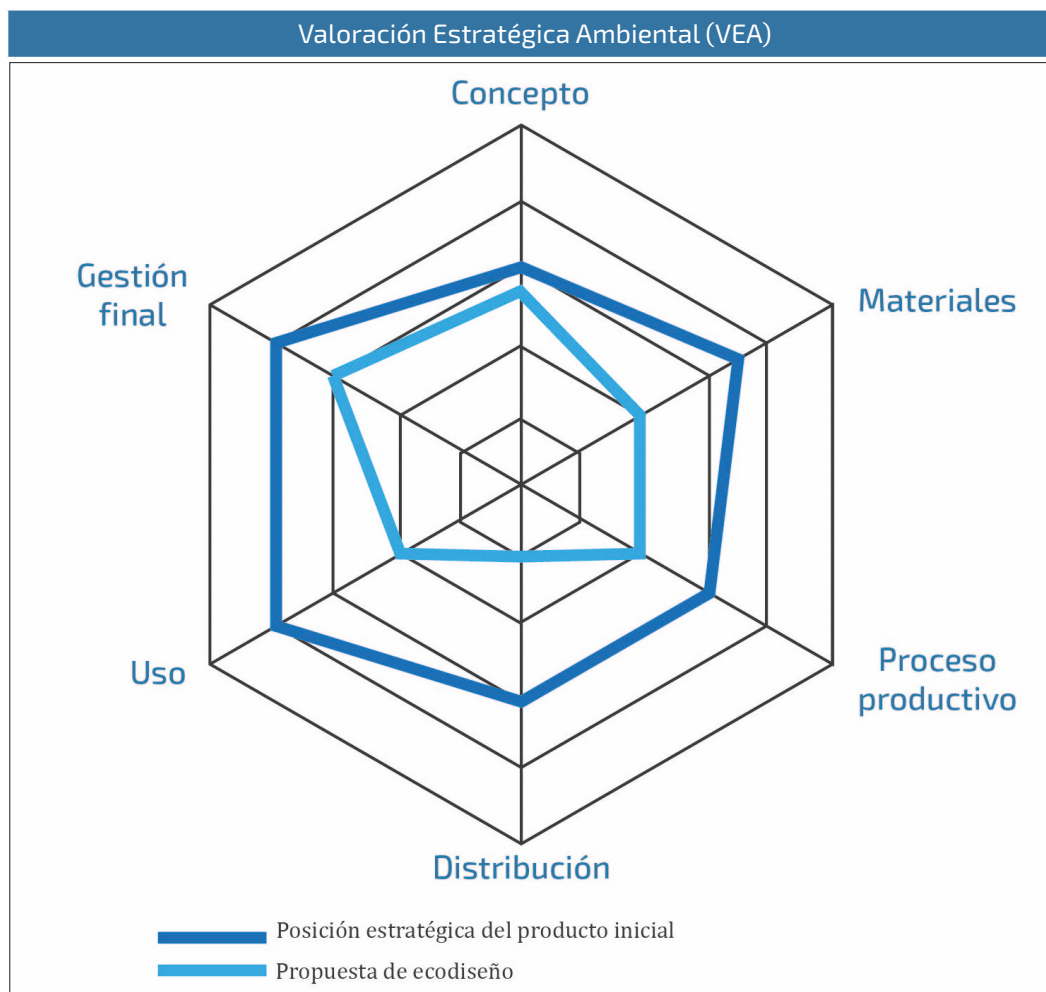
- ¿Qué problemas pueden surgir durante la distribución del producto hacia el consumidor?
- ¿Qué tipo de envases y embalajes se utilizan (volumen, peso, materiales, reutilización)?
- ¿Qué tipo de sistema de transporte son utilizados?
- ¿Está el transporte organizado eficientemente?

### **E. Utilización**

- ¿Qué problemas pueden surgir durante el uso, mantenimiento o reparación del producto?
- ¿Cuánta y que tipo de energía se necesita, directa o indirectamente?
- ¿Cuántos y qué tipos de consumibles se necesitan?
- ¿Cuál es la vida útil desde el punto de vista técnico?
- ¿Qué tipo de mantenimiento y reparaciones se necesitan?
- ¿Qué tipo y qué cantidad de materiales auxiliares y energía se necesitan para el mantenimiento y reparación?
- ¿El producto puede ser desmontado?
- ¿Se requieren a menudo piezas de recambio?
- ¿Cuál es la vida útil desde el punto de vista estético?

### **F. Valorización y depósito en vertedero**

- ¿Qué problemas pueden surgir durante la valorización y el depósito en vertedero del producto?
- ¿Cómo se gestiona el producto actualmente?
- ¿Se están reutilizando componentes o materiales?
- ¿Qué componentes pueden ser reutilizados?
- ¿Qué problemas pueden surgir durante la valorización y el depósito en vertedero del producto?
- ¿Cómo se gestiona el producto actualmente?
- ¿Se están reutilizando componentes o materiales?
- ¿Qué componentes pueden ser reutilizados?
- ¿Los componentes pueden ser desmontados sin dañarlos?
- ¿Qué materiales son reciclables?
- ¿Pueden identificarse los diferentes tipos de material?
- ¿Pueden ser desmontados fácilmente?
- ¿Contiene alguna tinta, cola o tratamiento superficial que sean incompatibles para su reciclaje?
- ¿Los componentes peligrosos son fáciles de desmontar?
- ¿Surge algún problema durante la incineración de los componentes no reutilizables?



Esta herramienta agrupa en un diagrama tipo «tela de araña» las distintas estrategias de ecodiseño en cada etapa de ciclo de vida del producto. El producto analizado recibe una puntuación en cada una de las estrategias de mejora ambiental en función de su grado de implantación.

**Objetivo:**

Identificar y seleccionar las estrategias de mejora que proporcionen mayores beneficios al desarrollo de un nuevo producto en las distintas etapas de su ciclo de vida.

Resulta una herramienta útil para comunicar los resultados del proceso de ecodiseño de una manera gráfica y comprensible. La superposición de distintos diagramas permite la comparación entre diferentes productos o entre un producto existente y su rediseño.

**Alcance:**

- Determinar las estrategias de mejora ambiental con potencial de aplicación al producto objeto de análisis. Se analizan y seleccionan las estrategias en asociación con las etapas de ciclo de vida.
- Valorar las estrategias cualitativamente. Se realiza una valoración por parte de expertos, internos o externos, con conocimientos en las distintas etapas del ciclo de vida del producto. Las distintas acciones de mejora se valoran según su grado de implantación en una escala de 0 a 10, de acuerdo con criterios establecidos por el equipo de expertos. Una vez valoradas todas las estrategias se obtendrá un valor medio para cada una de las etapas del ciclo de vida.

- Representación gráfica. El diagrama tipo «tela de araña» o «rueda de LIDS: lifecycle design strategies» se encuentra dividido en ejes que representan cada una de las estrategias de mejora con relación a las diferentes etapas del ciclo de vida del producto, marcando en el gráfico el valor medio valorado antes. Finalmente, se traza una línea uniendo todos los valores, formando un área que simboliza el impacto ambiental del producto (mayor área = menor impacto potencial).

Ventajas:

- Rapidez y sencillez de aplicación.
- Útil para realizar comparaciones entre productos.
- Representación gráfica clara y sencilla como herramienta de comunicación.
- Adecuada para educar sobre ecodiseño.

Desventajas:

- Es una herramienta subjetiva.
- No trabaja sobre los impactos.

Matriz de materiales, energía y emisiones tóxicas (MET)

Etapas	Entradas		Salidas
	Materiales (M)	Energía (E)	Tóxicos (T)
Obtención y procesado de materias primas			
Producción			
Distribución			
Uso y consumo			
Gestión de recursos			
Recuperación			
Fin de vida			

Fuente: Elaboración propia.

Es una herramienta de análisis semicuantitativa que estudia los productos existentes, obteniendo una visión general de las entradas y salidas en cada etapa del ciclo de vida de un producto.

Objetivo:

Identificar las etapas del producto donde los aspectos ambientales son críticos o generan el mayor impacto ambiental, permitiendo establecer prioridades estratégicas de mejora.

Alcance:

Consiste en identificar y calcular en una matriz cuantitativamente los materiales utilizados (M) y la energía consumida (E), y cualitativamente el volumen de emisiones tóxicas (T) que el producto genera en las distintas etapas del ciclo de vida.

Etapas:

- Recabar datos: Recopilación de la información necesaria de las entradas de materiales y energía asociada a cada etapa, y de las salidas de emisiones y residuos generados. Estos datos deberán ser obtenidos de una manera sencilla, evitando un análisis profundo del producto.
- Elaboración de la matriz: Los datos obtenidos antes se colocan en una matriz de doble entrada, disponiéndolos en las respectivas columnas de materiales, energía y tóxicos en relación con las distintas etapas de ciclo de vida del producto.
- Interpretación de resultados: Completada la matriz pueden obtenerse conclusiones respecto a las principales debilidades ambientales del producto y, por lo tanto, considerar qué etapas se deben priorizar a mejorar.

Ventajas:

- Permite obtener de manera sencilla el primer perfil ambiental del producto.
- Fácil comprensión de los resultados.
- Visión sistémica.
- Detecta los principales problemas ambientales y las etapas donde se encuentran.

Desventajas:

- No evalúa los impactos ni contempla todos los aspectos ambientales.
- Se aplica a productos no complejos.



### Análisis de ciclo de vida (ACV)

Es una herramienta cuantitativa y objetiva de gestión ambiental que permite analizar de forma metódica, sistemática y científica el impacto ambiental originado por un proceso/producto durante su ciclo de vida.

Según la norma ISO 14040:2006, el ACV trata los aspectos ambientales e impactos ambientales potenciales (por ejemplo, el uso de recursos y las consecuencias ambientales de las emisiones) a lo largo de todo el ciclo de vida de un producto, desde la adquisición de la materia prima, pasando por la producción, el uso, el tratamiento final y el reciclado, hasta su disposición final (es decir, de la cuna a la tumba).

Objetivo:

Identificar, evaluar y cuantificar los impactos ambientales de un producto en las distintas etapas del ciclo de vida, permitiendo visualizar de manera gráfica los distintos puntos de mejora a priorizar y comparar distintas alternativas de diseño o productos.

Etapas:

- **Definición de objetivos y alcance:** Determinar y delimitar los objetivos y el alcance del estudio, estableciendo el sistema a analizar, la información requerida y la unidad funcional en la que se evaluarán los impactos ambientales.
- **Análisis del inventario:** Cuantificar de forma detallada las entradas y salidas del sistema-producto, como consumo de recursos, emisiones en el agua, suelo y atmósfera y los productos resultantes. Una vez recopilados los datos, se procede a su análisis. Esta etapa del proceso es la de mayor costo. En el mercado hay disponibles diferentes herramientas informáticas que difieren en función de su costo económico, la facilidad de uso, la complejidad de la base de datos y el tiempo requerido para su aplicación. Algunas de estas herramientas disponibles son: Eco-it, EcoScan, Simapro, Team, Idemat, entre otras.
- **Evaluación de los impactos:** En esta etapa el software ACV realiza los cálculos según los datos introducidos antes y realiza una ponderación de los impactos ambientales resultantes, permitiendo la obtención de información comparable.
- **Interpretación de los resultados:** La exactitud de los resultados depende de la herramienta utilizada y la calidad de los datos, así como también de los límites establecidos para el sistema y los datos utilizados.

Ventajas:

- Precisión y trazabilidad del cálculo.
- Útil para realizar comparaciones entre diferentes alternativas de productos o componentes.
- Diversas normas y guías de orientación para el cálculo según el rubro de actividad.
- Bases de datos sobre la casi totalidad de las actividades con sus niveles de emisión, categorías de impacto y factores de emisión.
- Sistemática reconocida a nivel internacional y en diversos ámbitos (académico, empresarial, gubernamental).

Desventajas:

- A nivel nacional hay escasa información sobre los factores de emisión necesarios para un cálculo preciso, debiendo recurrirse a bases de datos internacionales.
- Alto costo de las licencias de software.

## Ecoindicadores

Es una herramienta cuantitativa que emplea cálculos matemáticos sencillos con el objetivo de medir los impactos ambientales potenciales de los productos, cuáles son los aspectos ambientales críticos y en qué etapa de ciclo de vida están presentes.

### Objetivo:

Tiene como objetivo principal identificar objetivamente la carga ambiental de un producto, de manera sencilla y de fácil interpretación. Permite evaluar los cambios de diseño en un único producto o compararlo con otros.

### Etapas:

- **Definir el producto:** Inicialmente se debe definir la unidad funcional con la que se trabajará y realizar un análisis detallado de las etapas del ciclo de vida del producto.
- **Recopilar datos:** Se deberá recopilar toda la información referida a las etapas de ciclo de vida del producto, como materiales utilizados, consumo de energía y emisiones, procesos productivos, transporte, packaging, escenarios de uso y gestión de fin de vida.
- **Realizar cálculos:** En esta etapa se seleccionará la base de datos a utilizar en función de las características del producto, los datos obtenidos previamente y el inventario del producto. Existen diversas bases de datos de ecoindicadores y continuamente se desarrollan nuevas, pudiendo variar según la región o país, por lo que se debe seleccionar la que se adapte de mejor manera al proyecto. Una vez seleccionada la base de datos, el proceso consiste en multiplicar cada dato obtenido en el inventario del producto (cantidades) por el ecoindicador correspondiente.
- **Interpretar los resultados:** Con el resultado de los cálculos se obtienen tablas de valores numéricos (en una unidad propia llamada milipuntos, mPt) que expresan el impacto ambiental en función de la cantidad o el volumen de cada material o proceso. Un valor mayor significa un mayor impacto, aunque dicho valor sirve principalmente para comparar diversas alternativas y seleccionar la opción con menor impacto ambiental asociado o identificar los puntos de mejora críticos en las diferentes etapas del ciclo de vida.

### Ventajas:

- Observación clara y sencilla el nivel de impacto, tanto del producto en general como de sus procesos y materiales.
- Permite comparar el impacto de un material o proceso sobre otro.
- Facilita la toma de decisiones.
- Ayuda a identificar puntos de alto impacto a lo largo del ciclo del producto.

### Desventajas:

- Se debe obtener el indicador actualizado en materiales y procesos desarrollados y popularizados en los últimos años.
- Los niveles de impacto están basados en la población e industria europeas y no hay estrategias de extrapolación para Latinoamérica.
- No tiene en cuenta la etapa de uso del producto. Esto es una gran desventaja al no evaluar energía e insumos durante dicha etapa.
- No pueden utilizarse para hacer marketing ambiental o demostrar el nivel ecológico de un producto al público. Es para uso interno.

## Herramienta de análisis del modelo de negocio



### Preguntas guía para la elaboración del Canvas del modelo de negocio

#### Propuesta de valor:

¿De qué forma la empresa se distingue de la competencia?

¿Cuál es el valor que la empresa entrega a sus clientes?

#### Segmentos de clientes:

¿Cuáles son los principales segmentos de clientes?

¿Qué otros actores pueden beneficiarse o verse afectados por sus actividades?

#### Relaciones con los clientes:

¿Qué estrategias se desarrollan para establecer relaciones estables con los clientes?

¿Qué circuitos de comunicación se establecen con los clientes para conocer sus necesidades?

#### Actividades claves:

¿Qué nuevas actividades se pueden desarrollar para crear capital social, ambiental o económico?

¿Cuáles son las consecuencias positivas de las actividades?

¿Cómo se podrían minimizar las consecuencias negativas de las acciones?

#### Asociaciones claves:

¿Cómo se podrían fortalecer las asociaciones con los distintos actores de la cadena de valor?

¿Cómo se podría beneficiar el sistema circular con estas asociaciones (flujos de materiales, información y capital)?

¿Cuáles nuevas asociaciones pueden crearse para fomentar la circularidad dentro de la empresa?

**Canales de comunicación y venta:**

¿De qué manera son atraídos los clientes?

¿Cuáles son los canales físicos y digitales de promoción y venta?

¿De qué forma se presta el servicio?

¿Cómo se podrían crear bucles de retroalimentación para identificar nuevas oportunidades?

**Estructura de costos:**

¿Qué costos se pueden compartir con otros usuarios y socios?

¿De qué manera se podría pasar de un modelo de propiedad de activos infrautilizados al pago por acceso y uso?

¿Cómo se podría reducir la volatilidad de los costos y la dependencia del uso de recursos escasos?

¿Qué se puede hacer para mitigar el riesgo?

**Fuentes de ingresos:**

¿Cómo se podrían diversificar las oportunidades para aumentar la resiliencia, el crecimiento y la innovación?

¿Qué nuevos servicios podrían incrementar los ingresos de los productos existentes?

¿Cómo su modelo de negocio podría ayudar a crear capital humano, social o natural?

**Modelo de negocios e innovación:**

¿Cuáles son las características claves del modelo de negocio?

**Anticipación e impacto social:**

¿Cuáles son los avances tecnológicos que afectarán a la organización?

¿Qué aspectos, cambios o tendencias culturales afectarán al negocio?

**Anticipación e impacto ambiental:**

▪ ¿Cuáles son los impactos a futuro relacionados con el abastecimiento y disposición de los recursos?

▪ ¿Cuáles son los impactos de las regulaciones ambientales en la empresa?

▪ ¿Cómo la empresa puede minimizar los impactos o anticiparse a los distintos escenarios?

## Etapa 03: Idear

### Herramientas de ideación

#### Brainstorming

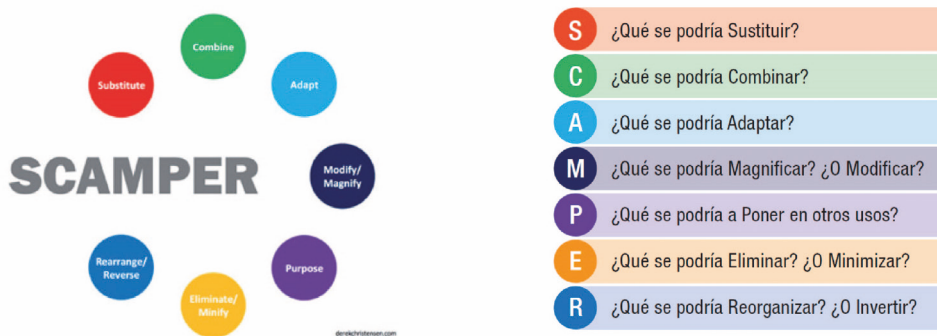
##### Pasos:

- Definir los roles para la elaboración de la herramienta. Se debe asignar un moderador que guíe la sesión para que sea efectiva y se cumplan los objetivos, además de identificar un encargado de anotación para registrar las distintas ideas que surjan.
- Exponer las reglas básicas de la herramienta:
  - Fomentar las ideas creativas.
  - Optar por la cantidad de ideas. En una buena sesión se generan hasta 100 ideas en 60 minutos.
  - Evitar los juicios de valor y de viabilidad.
  - Evitar pensar en los recursos disponibles y en las limitantes tecnológicas, técnicas y económicas.
  - Aprovechar el efecto multiplicador, construyendo sobre las ideas de los demás.
- Definir el objetivo y los temas centrales a tratar, así como también la duración de la actividad.
- Realizar preguntas disparadoras, por ejemplo:
  - ¿Cómo nuestro producto podría inspirarse en un sistema natural?
  - ¿Cómo podríamos optimizar nuestros procesos para reducir el impacto ambiental?
  - ¿Cómo podríamos mejorar la calidad o durabilidad del producto?
  - ¿Es posible repensar nuestro modelo de negocio y ofrecer un producto como servicio?
  - ¿Cómo podríamos desarrollar nuestra cadena de valor para establecer un modelo circular?
  - ¿Cómo podemos recuperar el valor de nuestros recursos en distintos escenarios de fin de vida?
- Recopilar las ideas de forma visual. Se puede escribir la idea central en notas adhesivas, hacer un dibujo o un diagrama, etcétera, con el objetivo de que todos los participantes puedan verlo y construir sobre los diferentes conceptos.
- Una vez finalizada la etapa de generación se procede a analizar las ideas más interesantes, para luego desarrollarlas de manera conceptual más profundamente.

## SCAMPER

### Pasos:

- Definir el reto: Se debe asegurar que todo el equipo comprenda claramente cuál es el cometido de la actividad. Para esto puede utilizarse un disparador en forma de pregunta, por ejemplo: ¿Cómo podríamos mejorar la durabilidad de nuestro producto?
- Consigna SCAMPER: la herramienta define un marco sobre el cual trabajar. Las ideas deben surgir a partir de las referencias de Sustituir, Combinar, Adaptar, Modificar, Poner en otros usos, Eliminar y Reorganizar.
- Anotación de ideas: Se debe establecer un encargado de anotación. Lo ideal es utilizar un soporte en el cual se puedan observar todas las ideas, como un papel continuo, pizarra, Post-it o medio digital.
- Evaluación: La generación de ideas puede tener una duración de 15 a 20 minutos. Una vez pasado el tiempo, se ponen en común las ideas y se eligen las 10 mejores para debatir sobre posibles mejoras y cómo podrían llevarse a cabo.



Fuente: IHOBE, 2017.

Circuitos circulares			
Pasos:			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Analizar en el diagrama mariposa cuál de los ciclos resulta más adecuado para el producto que se va a desarrollar.</li> <li>• Si se está trabajando con el rediseño de un producto existente, identificar cuál es la situación actual dentro de los ciclos.</li> <li>• Analizar en profundidad los ciclos técnicos y biológicos del diagrama con el objetivo de evaluar los factores que se necesitan para poder incorporar el producto a uno de los ciclos y cuáles son las condicionantes por las que por el momento no es posible.</li> </ul>			
Ciclo biológico			
Desarrollar ideas que permitan al producto ser introducido en un ciclo biológico.			
	¿Cómo puedo hacerlo para mi producto?	¿Por qué no puedo hacerlo en este momento?	¿Cuáles son los factores que necesitaría para implementarlo?
Materiales en cascada para otras aplicaciones			
Extracción de nutrientes bioquímicos			
Retorno a la biósfera a través del compostaje o biodegradación			
Ciclo técnico			
Desarrollo de ideas que permitan al producto mantenerse en los diferentes circuitos técnicos.			
Mantenimiento			
Reparación			
Reúso			
Reacondicionamiento			
Remanufactura			
Reciclado			

Modelos circulares			
<p>Pasos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Buscar oportunidades respondiendo las siguientes preguntas (se pueden incorporar nuevas preguntas según el objetivo de la empresa).</li> <li>• Luego de contestar las preguntas, desarrollar las oportunidades circulares que considere tienen potencial para comenzar.</li> </ul>			
Extensión de vida del producto	Sí	No	Consideraciones
¿El producto puede convertirse en un servicio?			
¿Puede ser diseñado para que los usuarios puedan repararlo o mantenerlo más fácilmente?			
¿Se puede establecer un sistema de reparación por parte de la empresa?			
¿Los componentes del producto pueden diseñarse de forma modular para facilitar la reparación y actualización?			
¿Se puede trabajar de manera asociativa con el fabricante para restaurar los productos al final del primer ciclo de uso?			
¿Se pueden incorporar materiales de calidad y durables para prolongar el uso del producto?			
¿Se pueden incorporar características simbólicas o narrativas en el producto que pospongan su sustitución por uno nuevo?			
Recuperación de recursos	Sí	No	Consideraciones
¿Se puede desarrollar un sistema de recolección de sus materiales, producto o componentes?			
¿La empresa puede fabricar sus productos con materiales reciclados de otra industria o de sus propios procesos?			
¿La empresa puede diseñar su producto para facilitar el desmontaje de los materiales para facilitar su reciclaje?			
¿Es posible establecer asociaciones con la cadena de valor de reciclado para el abastecimiento eficiente de materia prima?			
Suministros circulares	Sí	No	Consideraciones
¿Se pueden incorporar desechos o material reciclado como materia prima?			
¿Es posible abastecerse de materia prima local?			
¿El producto puede fabricarse de manera más localizada?			
¿Los productos pueden tener materiales compostables o biodegradables?			
¿Se pueden eliminar los componentes tóxicos o dañinos de los productos?			



¿Se puede incorporar a los procesos energía de fuentes renovables?			
¿Se pueden optimizar sus procesos internos para minimizar el impacto ambiental?			
Plataformas compartidas	Sí	No	Consideraciones
¿Es posible desmaterializar o virtualizar los productos?			
¿Se puede desarrollar una plataforma de intercambio de sus productos subutilizados?			
¿Sería posible desarrollar una plataforma de intercambio de bienes y materiales con empresas de su sector?			
¿Se puede intensificar el uso de los productos con un mayor número de usuarios?			
Producto como servicio	Sí	No	Consideraciones
¿Es posible retener la propiedad del producto y establecer acuerdos de arrendamiento por el uso con sus clientes?			
¿Es posible diseñar el producto de forma de facilitar el mantenimiento y la reparación por parte de la empresa?			
¿Es posible generar ingresos a través de nuevos servicios y no de la venta directa del producto?			
¿Se puede generar un sistema de seguimiento del producto?			

### Mapeo de viaje del producto

Esta herramienta permite pensar en los ciclos de uso del producto o servicio, preguntándose qué pasará en el futuro y como se recuperará el valor incorporado al final de cada ciclo.

Pasos:

1. Comenzar analizando cuánto dura la fase de uso prevista inicialmente para el producto o el servicio y de qué manera podría extenderse.
2. Luego analizar qué sucede después del primer ciclo de uso:
  - ¿El producto puede volver de manera segura a la biósfera (por ejemplo, envases biodegradables o compostables)?
  - ¿Puede ser reutilizado por el usuario original o por un nuevo usuario?
  - ¿Se pueden aplicar acciones de mantenimiento y reparación?
  - ¿Es posible remanufacturarlo?
  - Finalmente, ¿puede reciclarse?
3. Realizar este análisis durante varios ciclos. ¿Luego de los primeros ciclos de uso, el producto se descompone en las diferentes partes o componentes? ¿Qué sucede con esto?
4. Antes de finalizar, considere los desafíos prácticos durante las etapas de eliminación, recolección y recuperación (por ejemplo, un producto o componente de un producto en particular puede estar hecho de material reciclable pero no poder reciclarse realmente).
5. Los componentes que no tienen una posibilidad circular, ¿cómo podrían rediseñarse?

## Etapa 04: Desarrollar

### *Herramientas para acceder a conocimiento externo*

Crowdsourcing
<p>Esta herramienta implica el aporte de conocimiento de un gran número de agentes externos a una organización, respondiendo cada uno en general a título personal, sin filiación a una empresa o entidad.</p> <p>Mediante la modalidad de convocatorias abiertas a la comunidad se logra acceder a diversos especialistas para la resolución de un problema o el desarrollo de una idea, con el beneficio de lograr enfoques diversos y complementarios de manera dinámica.</p> <p>Los aportes y opiniones pueden ser recabados mediante diversos mecanismos, como el uso de plataformas especializadas, la realización de encuestas, tormentas de ideas o votaciones, entre otros. También se puede segmentar el origen de las contribuciones (totalmente abiertas o para un público objetivo determinado).</p> <p>Esta herramienta es aplicable para objetivos diversos, por ejemplo:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Conocer de primera mano el punto de vista de los clientes y usuarios de productos y servicios.</li> <li>• Resolver problemas mediante el acceso a diferentes alternativas de soluciones en poco tiempo y con poco esfuerzo, con base en convocatorias de carácter abierto o la selección de un segmento objetivo.</li> <li>• Identificar oportunidades innovadoras a través de propuestas creativas y divergentes.</li> </ul> <p>Ventajas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Permite a una organización conectar con especialistas o grupos de interés y acceder retroalimentación o conocimiento.</li> <li>• Generación de ideas innovadoras mediante enfoques diversos originados desde la comunidad, especialistas y usuarios/clientes.</li> <li>• Permite acceder a información real y vigente en poco tiempo y con bajo costo.</li> </ul> <p>Desventajas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Las opiniones que se reciben desde fuera no siempre están respaldadas por experiencia o conocimiento.</li> <li>• Las opiniones que se reciban pueden no ser objetivas y favorecer o penalizar de forma subjetiva una nueva idea o proyecto.</li> <li>• El crowdsourcing de por sí no asegura la colaboración externa. Pueden ser necesarios mecanismos de motivación o incentivos para lograr la participación.</li> <li>• Al no poder asegurar la confidencialidad con esta modalidad, las creaciones pueden estar afectadas por plagios.</li> </ul>

## Etapa 07: Valorar

### *Herramientas para la valoración y la comunicación de resultados*

A continuación, se detallan algunas herramientas para apoyar la etapa de valoración, la medición del avance y los logros del proyecto, y la comunicación con las partes interesadas.

#### Plan de evaluación

Es una herramienta que evidencia el sistema de información planificado a los efectos de medir el avance, el desempeño y el impacto de las medidas de mejora ambiental y su integración a los procedimientos de la empresa.

El plan usualmente incluye la siguiente información:

- ¿Cuáles son los objetivos y metas cuyos logros se quiere evaluar?
- ¿Qué indicadores van a ser utilizados para tal evaluación?
- ¿Qué información se necesita para calcular los indicadores?
- ¿Cuáles son las fuentes de los datos?
- ¿Qué métodos de recopilación de datos son apropiados?
- ¿Quién recopilará los datos/información?
- ¿Con qué frecuencia será recopilada?
- ¿Quién realizará el análisis?

Un posible ejemplo de formato para el plan de evaluación puede ser el siguiente:

Objetivo	Indicador	Información	Datos		Obtención de los datos		Análisis de la información
			Fuente	Método de recolección	Responsable	Frecuencia	Responsable

#### Matriz de comunicación

La matriz de comunicaciones contiene una descripción de toda la información que se debe comunicar a los distintos interesados, así como quiénes serán los responsables de recolectarla, editarla y distribuirla. Un ejemplo con los posibles contenidos se muestra a continuación.

Objetivo		Usuario		Responsabilidad		Tiempo	
¿Qué comunicar?	¿Por qué?	Destinatario	Medio	Preparación	Envío	Fecha inicial	Frecuencia
Reporte avance del proyecto	Control	Supervisor	Escrito en formato	Coordinador	Gerente	1 de enero	Trimestral



**CTplas**  
CENTRO TECNOLÓGICO  
DEL PLÁSTICO