



E/BOOK de
ECODISEÑO
PARA EL SECTOR DEL CALZADO

Redacción y edición: INESCOP

ISBN-13: 978-84-945895-2-2

www.inescop.es
medioambiente@inescop.es

Diciembre 2020

Reservados todos los derechos de autor. No se permite reproducir, almacenar en sistemas de recuperación de la información, ni transmitir alguna parte de esta publicación, cualquiera que sea el medio empleado - electrónico, mecánico, fotocopia, grabación, etc - sin el permiso previo de los titulares de la propiedad intelectual.

Realizado por:



Financiado por:



GENERALITAT
VALENCIANA

TOTS
A UNA
veu

ivACE
INSTITUT VALENCIÀ DE
COMPETITIVITAT EMPRESARIAL



ÍNDICE

Contenido del e-book.....	02
1. Actualidad y tendencias en el sector del calzado.....	03
A/ Un futuro que demanda sostenibilidad.....	03
B/ La revolución sostenible en el sector del calzado.....	05
C/ El ecodiseño como herramienta de sostenibilidad.....	06
2. Introducción al ecodiseño del calzado.....	07
A/ El ecodiseño: conceptos e ideas clave.....	07
B/ Legislación ambiental.....	09
C/ El ecoetiquetado.....	10
D/ Beneficios del ecodiseño.....	13
3. Metodología para el ecodiseño de calzado.....	15
A/ Ecodiseño paso a paso.....	15
1. Planificación del proyecto de ecodiseño.....	16
2. Inventario del ciclo de vida.....	20
3. Análisis ambiental.....	23
4. Revisión o rediseño para la mejora.....	29
4. Ejemplo práctico.....	43
5. Referencias.....	55

A stylized illustration of a person from the waist up, holding a large lightbulb. The person is wearing a grey long-sleeved shirt with a white recycling symbol on the back. The lightbulb is glowing and has several lines radiating from it. The person is holding a pencil in their right hand.

Este *e-book* ha sido elaborado por INESCOP dentro del marco del proyecto “ACVSHOES. Cálculo del impacto ambiental de materiales utilizados en la fabricación del calzado (IMDEEA/2020/41)”, proyecto financiado por el Instituto Valenciano de Competitividad Empresarial (IVACE) y la Unión Europea a través del Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER).

CONTENIDO DEL e-book

Este e-book tiene como objeto, proporcionar las directrices básicas para entender, identificar y abordar el proceso de **ecodiseño** con éxito, así como sensibilizar a empresarios, fabricantes y diseñadores sobre la importancia que tiene integrar el factor ambiental desde la fase de diseño y la adopción de esta herramienta como parte fundamental de su actividad.

El contenido del e-book pretende:

- Concienciar a las empresas y organizaciones que componen el sector calzado e industrias conexas sobre la importancia, necesidad y beneficios de la incorporación del **ecodiseño** en su actividad.
- Proveer la información y conocimientos básicos sobre la metodología de implementación del **ecodiseño** en la fabricación del calzado y brindar consejos prácticos que faciliten este trabajo.

A lo largo del documento, se describen los pasos a seguir para la integración del **ecodiseño**; además de proporcionar ejemplos prácticos basados en experiencias y casos de éxito, que ayudarán al lector a comprender el **ecodiseño** de forma aplicable.



1 ACTUALIDAD Y TENDENCIAS EN EL CALZADO

A/ Un futuro que demanda sostenibilidad

La sostenibilidad se define como “el desarrollo que satisface las necesidades actuales, sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras” (Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, 1987). La sostenibilidad defiende el desarrollo, garantizando el equilibrio entre crecimiento económico, cuidado del medioambiente y bienestar social.

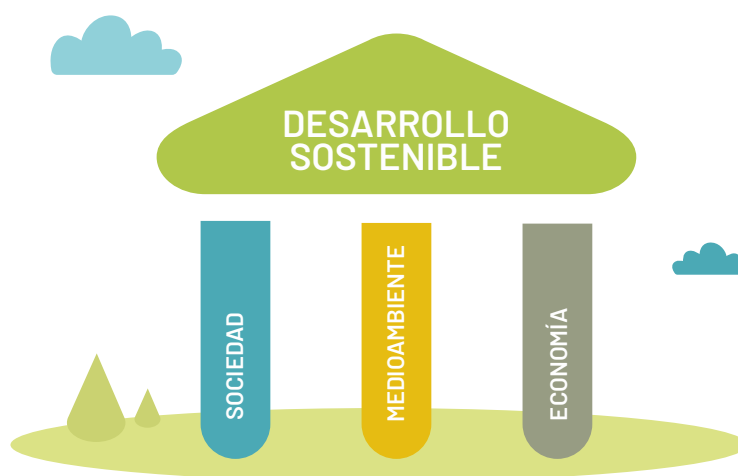


Figura 1: los tres pilares del desarrollo sostenible

Según las previsiones de Naciones Unidas, la población global se incrementará hasta alcanzar los 9.700 millones de personas en 2050 (Banco Mundial, Dos planetas más para poder vivir en este. 2016). Con estas cifras de población harían falta casi 3 planetas Tierra para proporcionar los recursos naturales necesarios para mantener el modo de vida actual. Esta cifra justifica la necesidad de adoptar nuevos modelos de producción y consumo sostenibles.

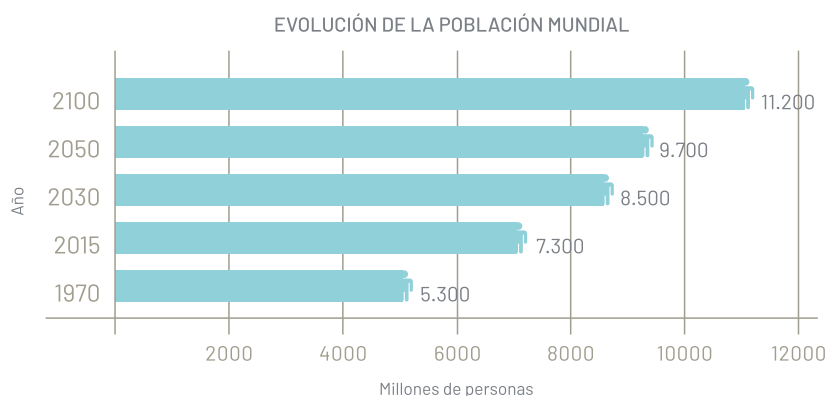


Figura 2: datos sobre la estimación del crecimiento de la población mundial (Naciones Unidas)

El cambio climático, la pérdida de biodiversidad, la falta de agua como recurso y la pérdida de suelo, son problemas surgidos como resultado del desarrollo de la actividad humana en el último siglo.

La clave para intentar solucionar en lo posible todo el daño causado, no es otra que, asumir que las decisiones que se toman ahora, influyen en el futuro y que está en nuestras manos evitar que las futuras generaciones se enfrenten a realidades cada vez más complicadas.

El cambio hacia la sostenibilidad es posible y cada vez cobra más fuerza. Este nuevo planteamiento fue impulsado en los años 1960-1970 cuando nació el movimiento ecologista, el cual, ha dado como resultado en la actualidad un amplio frente de acción formado por una gran cantidad de movimientos de defensa ambiental y social. Estas corrientes de cambio que impulsan la sostenibilidad han logrado hacer mella en la sociedad. Actualmente los ciudadanos, demandan cada vez más productos y servicios que sean resultado de actividades éticas, basadas en el respeto del medioambiente.

“El 85 % de españoles estarían dispuestos a comprar un producto más caro, siempre que provenga de canales de producción responsables y/u ofrezca un mayor uso sostenible”

(Fuente: estudio “Consumo sostenible” elaborado por Oney)

Estas tendencias se han visto reforzadas por una legislación ambiental cada vez más restrictiva, en especial con actividades que pueden causar algún tipo de impacto negativo en el medioambiente.

Dentro de este paradigma se encuentra la industria de la moda, que se ha posicionado como una de las industrias más contaminantes del planeta; siendo foco principal y necesario de cambio. Las presiones sociales y legislativas que promueven la sostenibilidad, hacen recaer sobre las organizaciones que componen la industria, la responsabilidad de hacer lo que esté en su mano para que sus actividades sean lo más sostenibles posible.

Emisiones de GEI en España, 2018

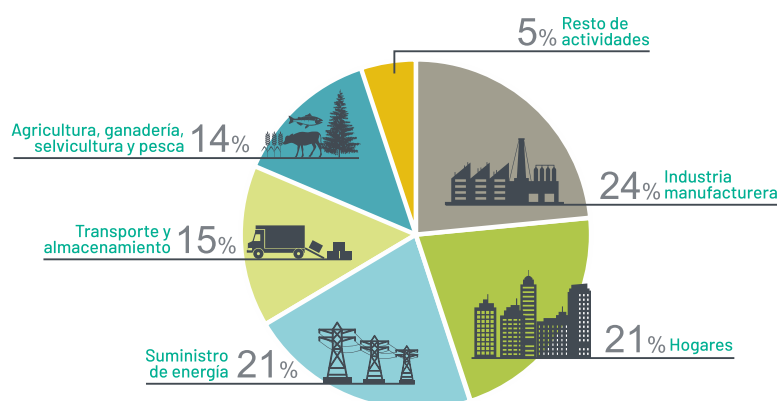


Figura 3: emisiones de Gases de Efecto Invernadero por ramas de actividad y hogares, año 2018 (INE)

El futuro del planeta, el de los seres vivos que habitan en ella, la sociedad y generaciones futuras, demandan sostenibilidad, no como un plan a largo plazo, si no como una necesidad actual a abordar en todos y cada uno de los ámbitos que rodean nuestra forma de vivir; **incluyendo nuestros zapatos.**

B/ La revolución sostenible del sector del calzado

El sector del calzado, se encuentra englobado dentro de la industria de la moda, la segunda más contaminante del mundo. La complejidad de su producción, la gran variedad de materiales utilizados, la enorme cantidad de pares y el alcance de la actividad a nivel mundial, hacen del calzado un sector que provoca diversos e importantes impactos ambientales. No obstante, la transición sostenible también ha llegado a este sector.

La moda, es el vivo reflejo del modo de vida consumista en el que se encuentra sumergida la sociedad, una forma de consumo impulsivo que no repara en los impactos ambientales o sociales que arrastra con ella. En respuesta a esta problemática nace el movimiento activista más importante que lucha por la sostenibilidad en el ámbito de la moda: el **Slow Fashion** o moda sostenible.

El movimiento **Slow Fashion** surgió como concepto en el año 2007 y tomó fuerza como movimiento tras la tragedia sucedida en la fábrica textil de Rana Plaza de Bangladesh en el año 2013, en la que murieron más de 1.000 personas. Este movimiento promueve una moda transparente y leal, que responda a preguntas como: ¿De dónde viene la ropa? ¿Quién la ha fabricado, y bajo qué condiciones?, ¿Qué materiales se han utilizado? y ¿Qué impacto tiene sobre el medioambiente? Es una antítesis de la moda industrial que impulsa el consumo y fabricación responsable de ropa y calzado, basados en el comercio justo, procesos de producción éticos y el respeto por el medioambiente.



El sector del calzado se suma a este cambio mediante la investigación, el desarrollo y la innovación en materiales sostenibles, técnicas de producción más eficientes con el uso de los recursos de menor impacto ambiental, uso de productos químicos ecológicos, uso de energías limpias, etc.

En la última década, las grandes marcas de calzado han optado por abrir líneas sostenibles en su producción, y a su vez han surgido gran cantidad de nuevas marcas de calzado que desde sus inicios se ajustan perfectamente al concepto de sostenibilidad.

Este nuevo tipo de calzado conlleva una transformación de la actividad, que engloba desde procesos de diseño, como es la elección de las materias primas, hasta el modo de fabricarlo o incluso la forma en la que se distribuye hasta llegar al cliente final.

Como instrumento fundamental para llevar a cabo esta transformación hacia la producción sostenible se encuentra el **ecodiseño**.

C/ El ecodiseño como herramienta de sostenibilidad

El **ecodiseño** permite evaluar cada una de las etapas y procesos que conforman el ciclo de vida de un producto: la extracción y uso de materias primas, su producción, su uso, e incluso su fin de vida como residuo; aportando valores de los diferentes impactos ambientales que se producen en cada una de las etapas. Se podría decir que mediante el ecodiseño se realiza una investigación a fondo del producto para saber en qué aspectos se produce un mayor impacto ambiental y poder adoptar medidas para corregirlos.

*“Conseguir una industria sostenible es una meta a alcanzar en el sector del calzado, y el **ecodiseño** es la mejor herramienta para lograrlo.”*

Con este análisis, cualquier actividad puede ajustar sus productos o servicios a los estándares de sostenibilidad que actualmente son demandados por el consumidor o permiten adelantarse a la futura legislación ambiental, consiguiendo además mediante su implementación beneficios para la organización, como por ejemplo alcanzar nuevos mercados o lograr ahorros significativos.

Por lo tanto, mediante esta herramienta de diseño sostenible, la sostenibilidad puede verse como una nueva oportunidad de negocio, crecimiento y desarrollo para las empresas del sector del calzado.



2 INTRODUCCIÓN AL ECODISEÑO DE CALZADO

A/ El ecodiseño: conceptos e ideas claves

El **ecodiseño** puede explicarse como un proceso integrado dentro del diseño y desarrollo de los productos, que tiene como objetivo reducir los impactos ambientales y mejorar de forma continua el desempeño ambiental de los mismos, a lo largo de todo su ciclo de vida.

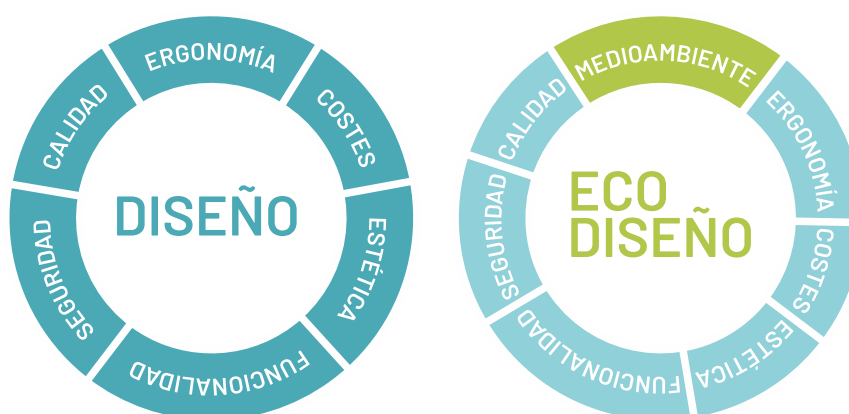


Figura 4: diseño y ecodiseño de productos

Para entender de forma correcta el concepto de **ecodiseño** es necesario comprender el significado de los siguientes elementos:

Producto: cualquier bien o servicio (ISO 14006:2020).

Diseño y desarrollo: conjunto de procesos que transforman los requisitos, en características especificadas o en la especificación de un producto, proceso o sistema (ISO 14006:2020).

Aspecto ambiental: elemento que deriva de la actividad empresarial de la organización (sea producto o servicio) y que tiene contacto o puede interactuar con el medioambiente (ISO 14001:2015).

Impacto ambiental: cualquier cambio que se produce en el medioambiente siendo el resultado de la acción de todos o parte de los aspectos ambientales de la organización (ISO 14001:2015).

Ciclo de vida: conjunto de etapas consecutivas e interrelacionadas de un producto o servicio, desde la adquisición de la materia prima o su generación a partir de recursos naturales, hasta la disposición final (ISO 14001:2015).

Si aunamos el conocimiento de estos conceptos esenciales para entender el **ecodiseño** de una forma más aplicable podríamos decir que:

*“El **ecodiseño** es una metodología que permite evaluar cada una de las etapas y procesos que conforman el ciclo de vida de un producto y ayuda a establecer los cambios de diseño del producto para lograr una reducción de sus impactos ambientales”.*

Con el **ecodiseño** se consigue obtener un gran conocimiento de cualquier producto, incluso antes de llegar a producirlo, ya que existen herramientas que permiten su simulación. Esta información es una ventaja para cualquier organización tanto a nivel interno, para conseguir una mayor eficiencia y mejora de los procesos, como a nivel competitivo, posibilitando la mejor adaptación de los productos a las características de demanda del mercado.

Ciclo de vida del producto: uno de los conceptos esenciales necesarios para llevar a cabo el **ecodiseño** de un producto de forma exitosa es implementar la visión del ciclo de vida del producto en el momento del diseño. El ciclo de vida del producto está constituido por diferentes etapas que engloban desde la extracción de las materias primas con las que se fabricará el producto, hasta la eliminación o valorización del producto como residuo.



Figura 5: Análisis de Ciclo de Vida de los componentes del calzado

Etapas del ciclo de vida del calzado:

Etapa 1 / Materias primas: Esta etapa comprende la extracción u obtención de las materias primas necesarias para producir el calzado incluyendo el transporte de las mismas hasta el lugar de producción.

Etapa 2 / Fabricación: En esta etapa se tienen en cuenta todos los procesos necesarios para obtener el producto final incluyendo los consumos energéticos y de agua, junto a la generación de residuos resultantes de dicha actividad.

Etapa 3 / Distribución y venta: Esta tercera etapa está constituida por los desplazamientos del producto final desde la zona de producción a su destino de ventas o el cliente.

Etapa 4 / Fase de uso: La etapa de uso se basa en aquellas actividades relacionadas con el producto que se llevan a cabo por el usuario a lo largo de su vida útil.

Etapa 5 / Fin de vida del producto: La etapa final de vida comprende todas las actividades e impactos resultantes de la gestión del producto como residuo tras ser desechado por el consumidor o usuario.

Etapa 6 / Recuperación y reciclaje: De forma general y mayoritaria, la vida del calzado acaba en la etapa 5, a través de su depósito como residuo en vertedero. No obstante existe la posibilidad de revalorizar el calzado desechado a través de procesos como la transformación o el reciclado, generando una segunda vida al residuo en forma de subproducto.

Como resultado de las actividades llevadas a cabo en cada una de las etapas del ciclo de vida, se producen impactos ambientales. Estos impactos son cuantificables de forma cualitativa y/o cuantitativa a través de diferentes herramientas que permiten el análisis ambiental del producto.

En este e-book se detalla el Análisis de Ciclo de Vida (ACV) a través de herramientas de software como método de evaluación de impactos ambientales para el ecodiseño.

B/ Legislación ambiental

Acompañando a la problemática ambiental y al movimiento social que defiende la preservación del medioambiente, en la Unión Europea se ha establecido un marco normativo que contempla cuestiones ambientales desde aproximadamente la mitad del siglo pasado. Esto ha desembocado en un conjunto de Directivas, reglamentos y decisiones de gran magnitud, a través de las cuales se ha impulsado el buen desempeño ambiental en todos los países de la UE.

En un principio, esta legislación velaba por el cuidado del medioambiente sin tener en cuenta su relación estrecha con el resto de ámbitos que envuelven a la sociedad; no obstante, esta legislación fue incorporando aspectos socioeconómicos, hasta que con el término de sostenibilidad se determinó que los aspectos ambientales, sociales y económicos debían tratarse en conjunto para poder establecer medidas realistas y eficientes.

La UE dirige ahora todos sus esfuerzos a la consecución de objetivos y metas que permitan el establecimiento de la sostenibilidad como base de todas las actividades económicas, tal como contempla la *Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible*.

El *Pacto Verde Europeo* es un claro ejemplo de ello; este documento comprende un plan de acción que impulsa el progreso hacia una economía sostenible y climáticamente neutra. El Pacto incorpora una hoja de ruta con acciones para impulsar el uso eficiente de los recursos mediante el paso a una economía limpia y circular, con el fin de detener el cambio climático, revertir la pérdida de biodiversidad y reducir la contaminación. Integrado en el Pacto Verde Europeo se encuentra como elemento fundamental, el *Plan de Acción de Economía Circular*, que establece un programa hacia el crecimiento sostenible, con el objetivo de que los recursos utilizados se mantengan el mayor tiempo posible activos dentro de la economía, de modo que se consiga una disminución muy significativa de la sobreexplotación y agotamiento de los recursos que brinda el planeta.

*“El Plan de Acción de Economía Circular marca la herramienta de **ecodiseño** para poder implementar la economía circular y lograr el objetivo de una Europa neutra en carbono”*

Uno de los puntos clave hacia la consecución de una economía circular, es la transformación en la forma de diseñar los productos, añadiendo en ella el factor ambiental, teniendo en cuenta todos los impactos ambientales que conlleva la elaboración de un producto e intentando disminuirlos en la fase de diseño al máximo. Establecer el **ecodiseño** como base de las actividades de producción es la mejor forma de fomentar e impulsar la economía circular, y con ello la sostenibilidad.

“En la etapa de diseño de un producto pueden reducirse los impactos ambientales hasta en un 80% (Estrategia Española de Economía Circular 2030)”

La norma internacional ISO 14006:2020 - *Directrices para incorporar el ecodiseño* refleja la sistemática a través de la que se puede integrar el ecodiseño dentro de una actividad u organización de forma eficiente. Dos de los aspectos más importantes que indica esta norma sobre el establecimiento del ecodiseño son:

- Necesidad de apoyo por parte de la alta dirección en su implementación, concienciación de todo el personal de la entidad y formación del personal de diseño o aquel relacionado con las tareas de ecodiseñado.
- Cambio de perspectiva del producto hacia todo su ciclo de vida, haciendo partícipe a toda la cadena de valor, desde los proveedores, hasta los consumidores. Será necesario por lo tanto realizar el ACV de los productos o servicios sobre los que se vaya a implementar el ecodiseño.

La norma ISO 14006 es complementaria a las normas ISO 14001 y 9001, de modo que su implementación y certificación en cualquier organización será mucho más fácil en aquellas que posean estas dos normas con anterioridad.

Como se ha indicado anteriormente el ACV también es un pilar fundamental para el ecodiseño. Esta metodología, destinada a cuantificar los impactos ambientales que genera un producto, también se encuentra reflejada bajo normas internacionales como son la ISO 14044 e ISO 14040.

C/ El ecoetiquetado

Los programas de etiquetado ecológico o ecoetiquetado son instrumentos voluntarios que persiguen un mayor nivel de protección ambiental por parte de las industrias al incentivar la compra de productos y servicios más respetuosos con el medioambiente. Además, el ecoetiquetado es utilizado por las empresas como herramienta de marketing y para comunicar que sus productos poseen ventajas ecológicas frente a los productos competidores.

*“Una **ecoetiqueta** es un sistema de certificación que pretende ayudar a los consumidores a identificar aquellos productos que son más respetuosos con el medioambiente”*

Las ecoetiquetas, al estar certificadas por un organismo independiente, garantizan la fiabilidad de la información transmitida por la empresa con relación a las repercusiones ambientales de sus productos, de manera que los consumidores puedan escoger, entre el conjunto de productos que ofrece el mercado, los menos perjudiciales para el medioambiente.

Existe una gran variedad de ecoetiquetas, dependiendo del producto y de las características ambientales que posea. Dentro del sector textil y del calzado encontramos distintas ecoetiquetas o sellos a los que los productos pueden optar. El **ecodiseño** es una herramienta que permite establecer desde los inicios del producto aquellas características necesarias para lograr alcanzar este tipo de distintivos.

Algunos de los sellos o ecoetiquetas que pueden obtenerse para el calzado como un producto, o para los materiales y componentes que lo forman son:

Sello o certificación	Descripción
	<p>Certifica que se ha calculado la huella de carbono del producto y muestra el resultado.</p>
	<p>Certifica la cuantificación de la biodegradabilidad de un material (cuero, plástico o textil) según la norma ISO 20136.</p>
	<p>Certifica que el modelo ha incorporado criterios ambientales en la fase de concepción y desarrollo, permitiendo reducir su impacto ambiental a lo largo de su ciclo de vida.</p>
	<p>Certifica que los materiales o componentes están fabricados con materiales sostenibles, han sido sometidos al control de sustancias restringidas y poseen una adecuada durabilidad.</p>
	<p>Certifica que se ha llevado a cabo un control de las sustancias restringidas para calzado de acuerdo a lo establecido en el reglamento REACH.</p>

	<p>Certifica productos que reducen los efectos ambientales adversos, en comparación con otros productos de su misma categoría, contribuyendo así a un uso eficaz de los recursos y a un elevado nivel de protección del medioambiente.</p>
	<p>Certifica el contenido reciclado de los productos y verifica las prácticas sociales, ambientales y químicas, que comprenden su producción.</p>
	<p>Verifica la presencia y la cantidad de material orgánico en un producto y rastrea el flujo de las materias primas desde su origen hasta llegar al producto final.</p>
	<p>Certifica la presencia y la cantidad de material reciclado utilizado en la fabricación de un producto.</p>
	<p>Certifica el porcentaje de materia orgánica utilizada en la constitución del textil, teniendo también en cuenta, requisitos ambientales, requisitos de calidad y toxicidad y criterios sociales.</p>
	<p>Certifica los esfuerzos en curtidurías encaminados a hacer de la curtición una actividad más limpia y eficiente.</p>
	<p>Certifica textiles químicamente seguros, libres de tóxicos y no irritantes.</p>
	<p>Certifica cueros químicamente seguros, libres de tóxicos y no irritantes.</p>

Figura 6: sellos o ecoetiquetas para calzado

D/ Beneficios del ecodiseño

La implementación del **ecodiseño** en una organización, con el fin de lograr una mayor sostenibilidad en su actividad y productos, puede generar una serie de oportunidades que desemboquen en la obtención de beneficios para la propia organización.

Tomar la decisión de incorporar el **ecodiseño** puede deberse a uno o varios factores que, o bien crean una necesidad, como el cumplimiento de la legislación, adaptación de los productos a la opinión del cliente u otras partes interesadas, competencia, etc., o bien, favorecen su implementación, como el creciente interés financiero en materia ambiental y ecoinnovación, la contribución de la cadena de valor, o el desarrollo y el avance en investigación sostenible y las nuevas tecnologías disponibles.

Cuando una organización asume la decisión de incorporar el **ecodiseño** a su actividad y productos, comprueba que los beneficios ambientales que desencadene esta acción, están también, acompañados de beneficios para la empresa, sus clientes u otras partes interesadas; por lo tanto, el **ecodiseño** ha de verse como una oportunidad de mejora en todos los ámbitos.

Entre los beneficios que la organización puede obtener mediante la implementación del **ecodiseño**, se encuentran:





Ventajas económicas:

- Reducción de costes organizacionales (menor necesidad de materias primas, reducción de consumos de energía, reducción de residuos generados, evitar sanciones, mayor eficiencia en los procesos de transporte...).
- Incremento en el valor del producto debido a la suma de las características ambientales, junto al mantenimiento o mejora de aspectos como la durabilidad o calidad.
- Posibilidad de acceder a nuevos mercados, como puede ser la compra verde, además de ampliar el alcance de clientes.

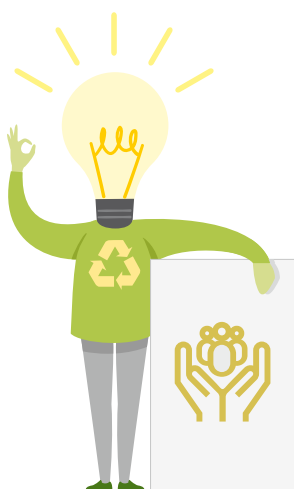
Identificación de nuevos modelos de negocio, promoción de la innovación y mayor capacidad de mejora continúa.

- Mejora la imagen pública de la organización o la marca.



Ventajas ambientales:

- Favorece el cumplimiento de las normativas ambientales establecidas a nivel de producto.
- Permite un conocimiento en profundidad del producto, al conocer los impactos ambientales de su fabricación, de modo que se pueden analizar los puntos débiles y establecer estrategias para mejorarlos.
- Permite una mayor colaboración con la concienciación ambiental de toda su cadena de valor, de sus clientes y de la sociedad en general.



Beneficio social:

- Se dota al consumidor de una mayor capacidad de decisión y elección en función de las características del producto.
- Genera un aumento en la implicación del personal interno de la organización, debido a la creación del sentimiento de formar parte y apoyar con su trabajo, un proyecto acorde a la mejora continua y el respeto por el medioambiente.
- Se apuesta por la fabricación nacional, reduciendo para ello las importaciones y la dependencia con las empresas extranjeras, y recuperando el consumo del mercado nacional e incentivando la creación de nuevas y pequeñas empresas más sostenibles en la Comunidad Valenciana.

3 METODOLOGÍA PARA EL ECODISEÑO DE CALZADO

A/ El ecodiseño “paso a paso”

Establecer el **ecodiseño** como base de la actividad de desarrollo de un producto, en este caso el calzado, conlleva la realización de una serie de acciones que garantizan su implementación de forma exitosa.

El plan de implementación del **ecodiseño** en la fabricación del calzado sigue las siguientes pautas generales:

1. Planificación del proyecto de ecodiseño.
2. Inventario del ciclo de vida.
3. Análisis ambiental.
4. Revisión o rediseño para la mejora.



Figura 7: plan de implementación del ecodiseño

A continuación se explicarán en detalle cada una de estas fases, con el objetivo de que sirvan como referencia para aquellos fabricantes o diseñadores que deseen hacer del **ecodiseño** su herramienta de trabajo.

Existen diferentes metodologías y herramientas para aplicar el **ecodiseño**, en este documento se recoge la que hasta ahora ha sido aplicada con éxito en la fabricación de calzado por parte de varias empresas, el **Análisis de Ciclo de Vida (ACV)**, método que a pesar de contar con cierto grado de complejidad frente a otras herramientas, permite obtener resultados cuantitativos de gran detalle y representatividad.



Planificación del proyecto de ecodiseño

El primer paso para la implementación del **ecodiseño** es la creación de un proyecto en el que reflejar el punto del que se parte y los objetivos que quieren alcanzarse, de este modo será mucho más fácil establecer el camino a seguir y los esfuerzos necesarios por parte de la empresa.

Podemos desglosar esta fase en tres pasos:

- 1/ Elaboración del plan de **ecodiseño**
- 2/ Creación del equipo encargado del **ecodiseño**
- 3/ Alcance del **ecodiseño**

PASO 1: Elaboración del plan de ecodiseño

MISIÓN Establecer y documentar un plan de acción para la implementación del **ecodiseño** de forma coordinada.

El **plan de ecodiseño** ha de recoger y documentar aspectos generales sobre el proyecto de **ecodiseño** que queremos llevar a cabo en la organización. A través de esta herramienta organizativa podrán realizarse adaptaciones, modificaciones o revisiones de forma más fácil y eficaz, generando una base para la evolución hacia la mejora continua.

Cuanto más completo sea el plan desarrollado, más fácil y clara será su implementación para los diferentes agentes implicados en el proceso de **ecodiseño**. Entre la información que ha de ser recogida en el plan podemos encontrar:

- Motivaciones para implementar el **ecodiseño**.
- Objetivos y metas a alcanzar mediante el **ecodiseño**.
- Requisitos a cumplir.
- Plazo temporal para alcanzar los objetivos y metas.
- Metodología general.
- Agentes implicados.
- Tareas y acciones a desarrollar.

El **plan de ecodiseño**, sus objetivos, plazos y características, variarán en función de la actividad que desempeña la organización, la complejidad de los procesos, el alcance o productos a ecodiseñar, etc. Por ello ha de elaborarse un plan lo más específico y completo posible.



Elementos de ayuda

■ Planificador del proyecto

Existen diferentes metodologías que permiten evaluar y planificar la idea inicial de un proyecto, de modo que se obtiene una visión global del mismo, a partir de la cual se pueden establecer otros aspectos más específicos o detallados. Entre estas metodologías encontramos por ejemplo la metodología Canvas que consta de una tabla en la cual se pueden establecer diferentes aspectos sobre el proyecto, que se pueden ir modificando según se obtiene mayor conocimiento o experiencia.

OPORTUNIDADES	OBJETIVOS	RECURSOS INICIALES	NECESIDADES
BENEFICIOS ESPERADOS		INCONVENIENTES ENCONTRADOS	

Figura 8: ejemplo de tabla para planificación del proyecto

■ Mapa cronológico

Una herramienta que puede ser de gran ayuda para la planificación general del proyecto es el mapa cronológico, en el cual deben quedar reflejadas todas las tareas y acciones necesarias para lograr alcanzar los objetivos finales establecidos en el Plan de Ecodiseño, incorporando a su vez el periodo temporal acordado. De esta manera obtendremos una herramienta de organización muy visual en la que poder establecer plazos a corto y medio plazo para cada una de las acciones que han de llevarse a cabo.

ACCIÓN	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4...	...
Reunión de la dirección con responsables de departamento					
Redacción del plan de ecodiseño					
Nombramiento de equipo de ecodiseño					
Establecer alcance de ecodiseñado					
Formación al departamento de diseño					
Realizar el análisis ambiental de productos					
Elaborar propuestas de diseños mejorados					
Obtener certificación de ecodiseño					
Difundir y comunicar					
...					...

Figura 9: ejemplo de mapa cronológico para la planificación del proyecto

PASO 2: Creación del equipo encargado del Ecodiseño

MISIÓN Establecer y nombrar al equipo encargado de desarrollar las tareas necesarias para llevar a cabo el **ecodiseño** conforme a lo establecido en el **plan de ecodiseño**.

Las características esenciales para que un equipo de trabajo de **ecodiseño** sea eficiente son: variedad multidisciplinar, organización y cualificación.

- **Equipo multidisciplinar.**
El **ecodiseño** es un concepto que engloba varios ámbitos diferentes y por lo tanto es esencial crear un equipo multidisciplinar en el que intervenga personal de distintos departamentos que pueda aportar su conocimiento.
- **Equipo organizado.**
Es importante que todo el equipo trabaje en un mismo sentido, por ello, establecer metodologías de trabajo que faciliten la comunicación y capacidad organizativa del equipo de trabajo favorecerá el éxito del proyecto. Es necesario nombrar a un responsable del equipo que desempeñe funciones como solventar problemas o modificar tareas.
- **Equipo cualificado.**
Es esencial que el equipo destinado a aplicar el **ecodiseño** posea los conocimientos necesarios para desempeñar su función de forma eficiente. Por ello es necesario que los diferentes departamentos o agentes que integran el equipo reciban la formación que se considere precisa.

DEPARTAMENTO	Principal aportación
GESTIÓN	Capacidad de toma de decisiones, organización y comunicación con la alta dirección.
DISEÑO Y DESARROLLO	Conocimientos en el diseño de productos y aplicación de modificaciones sobre los mismos.
CALIDAD Y MEDIAMBIENTE	Conocimiento sobre los aspectos y legislación ambiental necesaria, capacidad de uso de herramientas de cálculo y evaluación de impactos ambientales.
MARKETING Y VENTAS	Conocimiento sobre tendencias y demandas del mercado y creación de campañas de difusión.
RECURSOS HUMANOS	Capacidad de organización y resolución de problemas de personal.
INNOVACIÓN	Conocimiento sobre nuevas tecnologías aplicables.
LOGÍSTICA	Conocimientos de todo el proceso de distribución de productos.

Figura 10: aportación de diferentes departamentos al ecodiseño



Elementos de ayuda

■ Mapa de tareas

A través de la elaboración de un mapa de tareas podemos asegurarnos que en cualquier momento los integrantes y agentes que componen el equipo de **ecodiseño** sepan cuáles son sus cometidos, además de facilitar así la organización y cooperación entre los diferentes departamentos y profesionales.

Nº	TAREA	Dep. Gestión	Dep. Diseño	Dep. Marketing	Dep. I+D	...
1	Organizar tareas iniciales.	✓				
2	Formación sobre materiales sostenibles.					
3	Instalación de contadores energéticos automáticos.					
4	Revisión de los objetivos cumplidos.					
5	Desarrollar campaña de divulgación del producto ecodiseñado					
...						...

Figura 11: ejemplo de mapa de tareas

PASO 3: Alcance del ecodiseño

MISIÓN

Determinar los productos o servicios sobre los que se va a aplicar el **ecodiseño**.

El **ecodiseño** puede ser aplicado a diferentes niveles, puede llevarse a cabo sobre un solo modelo de calzado, un conjunto de modelos con características similares, o de forma más general, sobre colecciones, líneas o secciones de producción.

Establecer el alcance del **ecodiseño** es esencial para ajustar los esfuerzos necesarios que permitan lograr su correcta implementación. Es imprescindible que independientemente del alcance establecido para la aplicación del ecodiseñado, siempre se englobe todo el ciclo de vida del modelo o modelos de calzado que represente.

■ Ecodiseño sobre productos:

El **ecodiseño** puede realizarse sobre productos ya diseñados y fabricados con la intención de mejora, pero también es posible crear un nuevo producto basado en el **ecodiseño** desde su inicio.

Para ecodiseñar sobre un modelo ya establecido es necesario tener en cuenta que elegir modelos representativos de la marca o básicos, permitirá establecer medidas de mejora en el **ecodiseño** que se puedan trasladar a otros modelos con mayor facilidad.

En el caso de la creación de un modelo de calzado nuevo con características basadas en el **ecodiseño**, es necesario tener claro cuáles son las distintas posibilidades de diseño y el grado de sostenibilidad de cada una de ellas, eligiendo así aquellas más beneficiosas que permitan a su vez mantener características como la calidad, funcionalidad y durabilidad deseadas, entre otras.

(En el apartado "Revisión o rediseño para la mejora", página 29, de este e-book, se indican distintas oportunidades de ecodiseño, descritas en mayor detalle).

■ **Ecodiseño sobre líneas o acciones:**

El mundo del calzado, influenciado por la moda y sus temporadas, genera una gran cantidad de modelos de calzado diferentes a lo largo de un periodo determinado. Por ello, en ocasiones realizar estudios de **ecodiseño** sobre todos los productos no es viable en términos de cantidad y temporalidad.

En estas ocasiones es posible aplicar el **ecodiseño** sobre líneas de producción que se basen en el **ecodiseño**, estableciendo características que generen beneficios ambientales generales en el proceso productivo y sobre todos los modelos que se elaboren en esa sección concreta.



Inventario del ciclo de vida

MISIÓN

Obtener y catalogar los datos necesarios para realizar el análisis de impactos ambientales.

Para llevar a cabo este ejercicio es muy importante la comunicación e intercambio de información con toda la cadena de valor del producto incluyendo los proveedores, logística e incluso consumidores. Cuanto mayor sea el conocimiento y la capacidad de recopilación de datos, mayor será la representatividad de los resultados que se obtendrán posteriormente en el análisis de los impactos ambientales generados.

En la mayoría de casos no es posible conseguir la totalidad de los datos que corresponden con todas las etapas del ciclo de vida del calzado por razones de desconocimiento, dificultad de la recopilación o incluso la inexistencia de la información necesaria. Por ello pueden eliminarse del estudio fases del ciclo de vida u obviarse ciertos aspectos del estudio por la imposibilidad de su análisis.

En caso de que nuestro estudio del producto englobe todas las etapas de su ciclo de vida, los datos que de forma general son necesarios recopilar son:

- 1/ Datos del producto (materias primas y rasgos generales).
- 2/ Datos sobre la producción del producto.
- 3/ Datos sobre la distribución del producto.
- 4/ Datos sobre la fase de uso del producto.
- 5/ Datos sobre el final de vida del producto.

1/ DATOS del producto (materias primas y rasgos generales)

Es importante tener un conocimiento general del producto a la hora de realizar un análisis del mismo, por ello son importantes los siguientes datos:

- Peso del producto.
- Peso del embalaje.

En cuanto a los datos relacionados con las materias primas utilizadas para la fabricación del calzado es necesario recoger los siguientes datos, tanto sobre las utilizadas para el propio calzado como para su embalaje correspondiente:

- Todas las materias primas utilizadas.
- Peso de las materias primas adquiridas.
- Peso de la materia prima utilizada en la fabricación.
- Peso de los restos o desechos de materias primas generadas.
- Distancia y tipo de transporte utilizado en el traslado de las materias primas.

2/ DATOS sobre la producción del producto

Este bloque engloba aquellos datos pertenecientes a la etapa de fabricación de nuestro modelo de calzado. Los datos necesarios serán:

- Consumo de combustibles fósiles.
- Consumo de energía.
- Consumo de agua.
- Producción de residuos en el proceso productivo.

3/ DATOS sobre la distribución del producto

Este apartado hace referencia a la fase de distribución del producto. Los datos a recopilar serían:

- Destinos del producto.
- Distancia de los destinos.
- Medio de transporte utilizado en la distribución.

4/ DATOS sobre la fase de uso del producto

Estos datos son, quizás, los más difíciles de obtener ya que la información ha de provenir de los usuarios del modelo de calzado. Para obtener datos pueden realizarse encuestas o basar los datos en medias, bibliografía o estudios disponibles.

Algunos datos a tener en cuenta de esta fase son:

- Modo y periodicidad de limpieza del calzado.
- Productos utilizados para su limpieza.
- Tiempo de uso antes de su desechado (periodo aproximado de vida útil).

5/ DATOS sobre el final de vida del producto

Recoger datos sobre el fin de vida del producto depende de dos agentes: el usuario y la entidad o administración encargada de la gestión de los residuos. Por ello este tipo de datos han de ser establecidos en base a estudios o documentos que esclarezcan o establezcan información sobre este aspecto. En este sentido, puede ser de utilidad conocer la forma de eliminación más común de nuestro producto y el tipo de gestión que sufre como residuo.

El ejercicio de la recopilación de datos de un modelo de calzado genera un mayor conocimiento sobre el producto estudiado, pero a su vez, agiliza y facilita el ecodiseño y las evaluaciones ambientales futuras, dado que parte de la información recopilada será útil en futuros análisis.



Elementos de ayuda

■ Inventario de producto.

Para facilitar la recopilación de datos necesarios en la evaluación ambiental del producto, es de gran utilidad establecer una plantilla general de compilación de datos a modo de herramienta. De este modo será mucho más fácil la utilización de los datos en el análisis de impactos y la interpretación de resultados.

A través de estas plantillas también puede realizarse una comparación a priori entre diferentes modelos, detectando cuales serán los mayores puntos de generación de impactos ambientales a simple vista.

Para un mayor detalle de los datos es conveniente realizar una distinción en función de las etapas del ciclo de vida del producto.


PRODUCTO						
Fecha inicio		Fecha final				
Peso (gramos)						
Producción producto						
Producción total						
PRODUCCIÓN						
Electricidad			Residuos de producción			
Diesel / Gasoil			Residuos de cartón			
Agua			Residuos urbanos			
QUÍMICOS						
Adhesivos						
Disolventes						
MATERIALES						
TIPO	Peso	%	Origen	Residuo	Destino	
DISTRIBUCIÓN						
DESTINO	%	DESTINO	%	DESTINO	%	

Figura 12: ejemplo de inventario para modelos de calzado



Análisis ambiental

Existen diversos métodos o herramientas que permiten el análisis de los impactos ambientales en el ciclo de vida del producto. Estas distintas metodologías se diferencian por aspectos como son: su carácter cuantitativo o cualitativo, complejidad de uso, detalle de resultados, e incluso, coste económico de uso.

Listas de comprobación (LC)	Esta metodología es de carácter cualitativo, consiste en realizar una lista de los diferentes aspectos y factores ambientales que resultan afectados en el ciclo de vida del producto.
Métodos matriciales - Matriz MET	Este método es de carácter cualitativo y cuantitativo, y consiste en el reconocimiento de los impactos generados en el ciclo de vida del producto por: los materiales, la energía utilizada y las emisiones tóxicas generadas.
Valoración de la estrategia ambiental del producto (VEA)	Esta herramienta evalúa el grado de implantación o beneficio de las ideas de mejora ambiental propuestas en el producto en cada una de las etapas de su ciclo de vida.
Eco-indicador 99	Este método consiste en un indicador ambiental que permite la evaluación y desarrollo de productos con mejor desempeño ambiental. El Eco-indicador 99 evalúa 3 categorías de impacto: salud humana, calidad del ecosistema y recursos.
Evaluación del cambio de diseño (ECD)	Esta herramienta va dedicada a la mejora ambiental de los productos o procesos de su ciclo de vida a través de la reducción de los impactos generados por los residuos.
Análisis del Ciclo de Vida (ACV) <i>herramienta software</i>	Este método está basado en un proceso objetivo y cuantitativo de análisis de los impactos ambientales generados a lo largo de del ciclo de vida de un producto, proceso o actividad teniendo en cuenta los materiales y energías utilizadas y las emisiones y residuos generados. A través de esta metodología se obtienen resultados para una gran variedad de indicadores ambientales con sus respectivos impactos.

Figura 13: metodologías para el análisis ambiental del producto

	LC	MET	VEA	Eco-indicadores	ACV
Dificultad de uso	↓	↓	↓	↓	↑
Coste económico	↓	↓	↓	↓	↑
Inversión de tiempo	↓	↓	—	—	↑
Dificultad de interpretación de resultados	↓	—	↓	↓	↑
Calidad de los resultados	↓↓	↓	↓	—	↑

↑ Alto ↓ Bajo — Medio ↓↓ Muy bajo

Figura 14: comparación de propiedades entre las diferentes herramientas ambientales

La metodología de ecodiseño aplicada al calzado desarrollada en este E-Book se centra en el análisis ambiental del producto a través de la metodología de **Análisis del Ciclo de Vida (ACV)** mediante herramientas de software, por ofrecer los resultados más completos, representativos y objetivos.

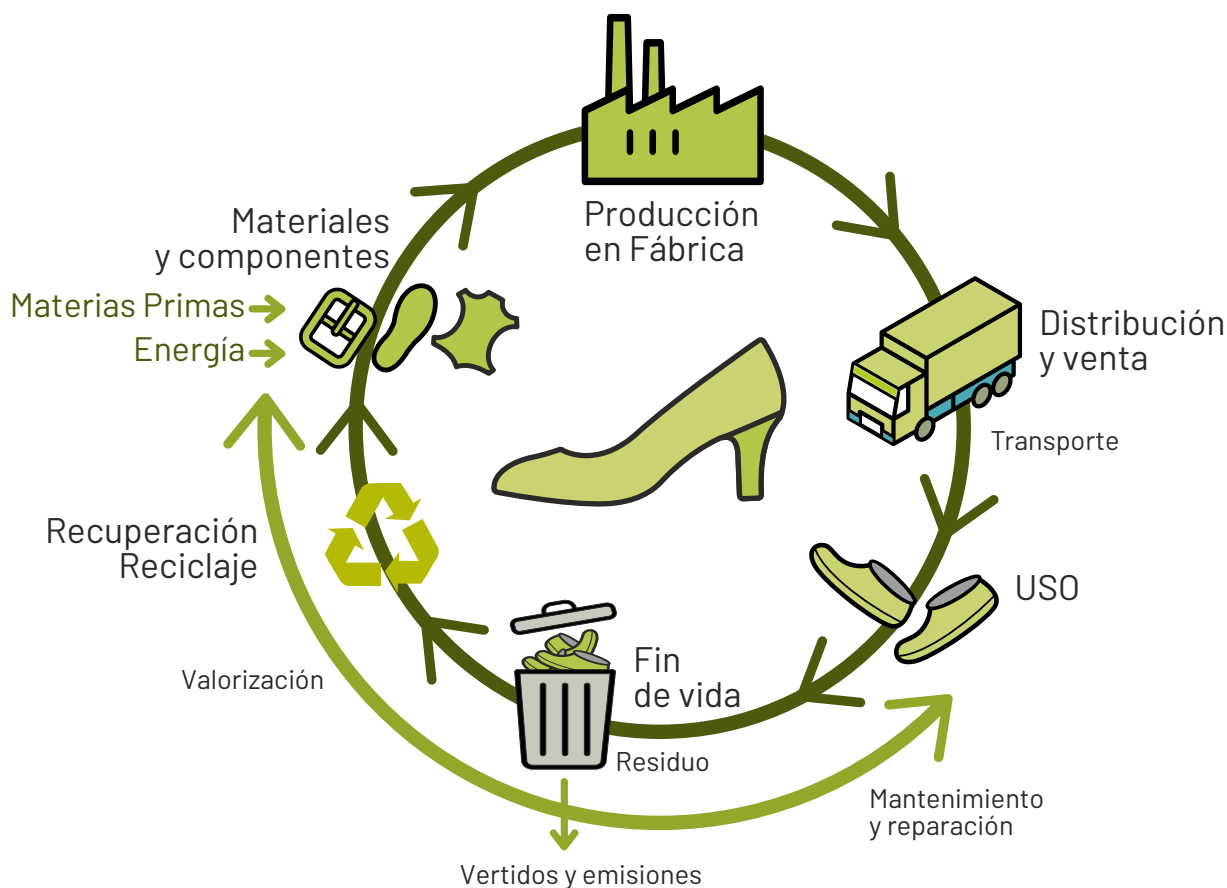


Figura 15: Análisis del Ciclo de Vida de un zapato

La metodología del ACV está compuesta por estas 4 fases:

- 1/ Definición del objetivo y alcance.
- 2/ Análisis del inventario.
- 3/ Evaluación del impacto.
- 4/ Interpretación.

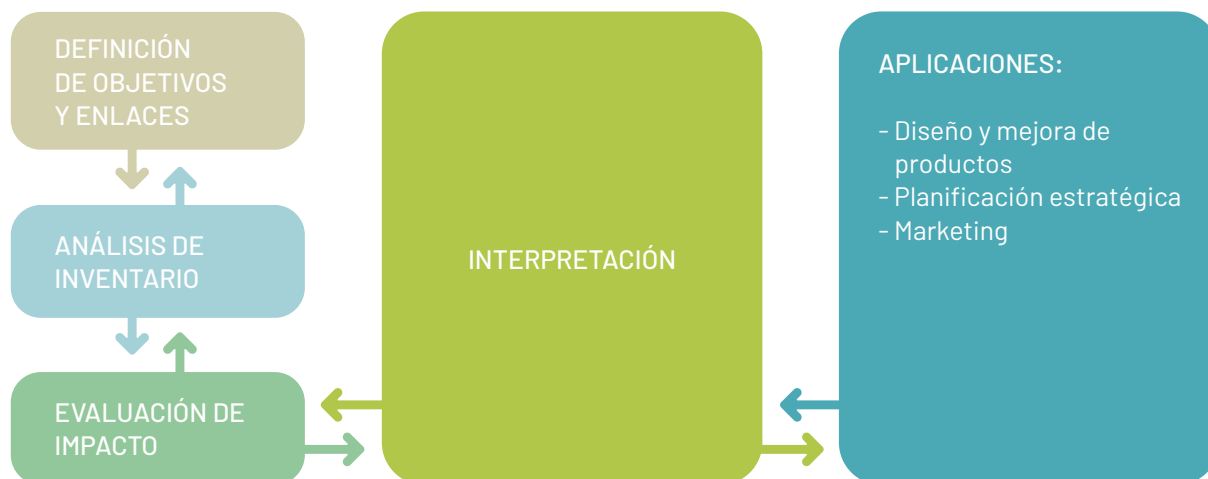


Figura 16: fases de la metodología de ACV

FASE 1: Definición del objetivo y alcance

MISIÓN Establecer la unidad y límites de estudio para su procesamiento mediante la metodología de análisis de impactos ambientales.

■ Unidad funcional.

Para realizar el estudio y análisis ambiental de cualquier producto es necesario simplificar el alcance establecido a una unidad de referencia.

Esta unidad se utiliza para expresar los resultados y es a la que va dedicada el análisis, por lo tanto, es la unidad base para la recopilación de los datos necesarios. Elegir una unidad de referencia o funcional representativa es importante para la obtención de resultados comparables.

En el caso del calzado, la unidad funcional utilizada con mayor frecuencia es "un par de zapatos con su embalaje unitario correspondiente". No obstante, se puede realizar para un único componente o material, por ejemplo, una suela o 1 kg de cuero.

■ Límites del sistema.

Los límites del sistema son aquellos a los que se ajustan los datos recopilados y los resultados del análisis ambiental del producto.

Establecer los límites del sistema de estudio consiste en determinar las etapas del ciclo de vida y el periodo temporal que van a ser evaluados en el análisis.

El periodo temporal ha de ser el mismo para toda la muestra de datos utilizada en el cálculo del análisis ambiental, de forma común se utiliza el periodo comprendido en 1 año completo, pero puede ser otro en el que los datos necesarios sean representativos, por ejemplo 1 mes.

Estos límites deben abarcar en la medida de lo posible todas las etapas del ciclo de vida del producto, con el objetivo de obtener resultados lo más específico y detallados posibles.

Elementos de ayuda

■ Diagrama de flujos.

Mediante la elaboración de esquemas o diagramas, que reflejen el alcance de los diferentes productos o líneas sobre las que se quiere implementar el **ecodiseño**, se obtiene una visión real y práctica de los mismos, facilitando la recopilación de datos, su posterior análisis y la evaluación de resultados.



Figura 17: diagrama de flujos del ciclo de vida de un producto

FASE 2: Análisis del inventario

MISIÓN Adaptación de datos para el cálculo de impactos mediante la herramienta software.

Es necesario llevar a cabo un análisis de los datos recopilados sobre el producto y su conversión en valores que se ajusten a la herramienta de cálculo que se vaya a utilizar para la evaluación ambiental.

Entre las principales acciones necesarias, encontramos el ajuste de los datos a la unidad de referencia y los cambios de unidades.

FASE 3: Evaluación del impacto

MISIÓN Realizar los cálculos de impactos a través de la herramienta software.

Algunas de las herramientas software más utilizadas son : SimaPro, Gabi, OpenLCA o ECO-it.

La evaluación de los impactos ambientales se lleva a cabo a través de los siguientes pasos:

1/ **Selección de las categorías de impacto e indicadores:** previamente al cálculo han de establecerse en la herramienta los indicadores o impactos que quieren medirse.

2/ **Clasificación de los datos del inventario:** introducir la información del producto recopilada en el inventario en la herramienta software.

3/ **Cálculo de los indicadores:** realización del cálculo de los indicadores ambientales mediante la herramienta software, obteniendo como resultado final un valor numérico para cada aspecto evaluado.

Categoría de impacto	Indicador de categoría de impacto	Unidad
Cambio climático, total	El forzamiento radioactivo como potencial de calentamiento global (GWP100)	kg CO ₂ eq
Agotamiento del ozono	Potencial de agotamiento del ozono (ODP)	kg CFC-11 eq
Toxicidad humana, cáncer	Unidades tóxicas comparativas para humanos (CTUh)	CTUh
Toxicidad humana, no cancerosa	Unidades tóxicas comparativas para humanos (CTUh)	CTUh
Materia particulada	Impacto en la salud humana	Incidencia de la enfermedad
Radiaciones ionizantes, salud humana	Eficiencia de exposición humana en relación con U ²³⁵	kBq U ²³⁵ eq
Formación de ozono fotoquímico, salud humana	Aumento de la concentración de ozono troposférico	kg NMVOC eq
Acidificación	Excedencia acumulada (AE)	Mol H ⁺ eq
Eutrofización terrestre	Excedencia acumulada (AE)	Mol N eq
Eutrofización, agua dulce	Fracción de nutrientes que llegan al compartimento final de agua dulce (P)	kg P eq
Eutrofización marina	Fracción de nutrientes que llegan al compartimento del extremo marino (N)	kg N eq
Uso del suelo	- Índice de calidad del suelo - Producción biótica - Resistencia a la erosión - Filtración mecánica - Reposición de agua subterránea	Adimensional (pt) kg de producción biótica kg de suelo m ³ de agua m ³ de agua subterránea
Uso del agua	Potencial de privación del usuario (consumo de agua ponderado por la privación)	m ³ equalizador mundial
Uso de recursos, minerales y metales	Agotamiento de los recursos abióticos (reservas finales de ADP)	kg Sb eq
Uso de recursos fósiles	Agotamiento de los recursos abióticos - combustibles fósiles (ADP - fósiles)	MJ

Figura 18: categorías de impacto consideradas en un ACV

FASE 4: Interpretación de resultados

MISIÓN Obtener e interpretar los resultados del análisis ambiental realizado.

Una vez se han obtenido los resultados sobre los diferentes impactos generados en la vida del producto, es imprescindible realizar un trabajo de interpretación de los mismos que permita establecer los "hot spots" o puntos críticos que generan los impactos más significativos.

Los resultados podrán obtenerse de forma total para el producto o unidad funcional, pero es interesante analizar estos resultados por etapas del ciclo de vida, detectando de esta manera cuales son los principales impactos generados en cada fase, permitiendo establecer medidas de mitigación en cada caso.

Cada aspecto ambiental evaluado, tendrá un valor numérico expresado en sus unidades correspondientes (ver figura 18).

La interpretación y comparación de resultados puede realizarse en base a diferentes aspectos ambientales, pero actualmente el valor más representativo utilizado para expresar el impacto ambiental es la **Huella de Carbono**, que corresponde al indicador ambiental del calentamiento global.



Figura 19: relación entre aspectos ambientales e impactos ambientales

La **Huella de Carbono** mide los gases de efecto invernadero generados como resultado de cualquier actividad, proceso o acción, expresados en kg de CO₂ equivalente.

Al ser el indicador ambiental más usado, es actualmente el más recomendado para llevar a cabo comunicaciones del impacto ambiental de los productos.

No obstante, es necesario establecer medidas de mitigación de impactos para todos los aspectos ambientales sobre los que genere una influencia la actividad o el producto evaluado.



Revisión o rediseño para la mejora

Una vez realizado el análisis ambiental del producto, obtenido y evaluado los resultados y establecidos los aspectos a mejorar, es el momento de decidir los cambios del diseño del producto a realizar con el fin de lograr los objetivos en cuanto a la reducción de los impactos ambientales.

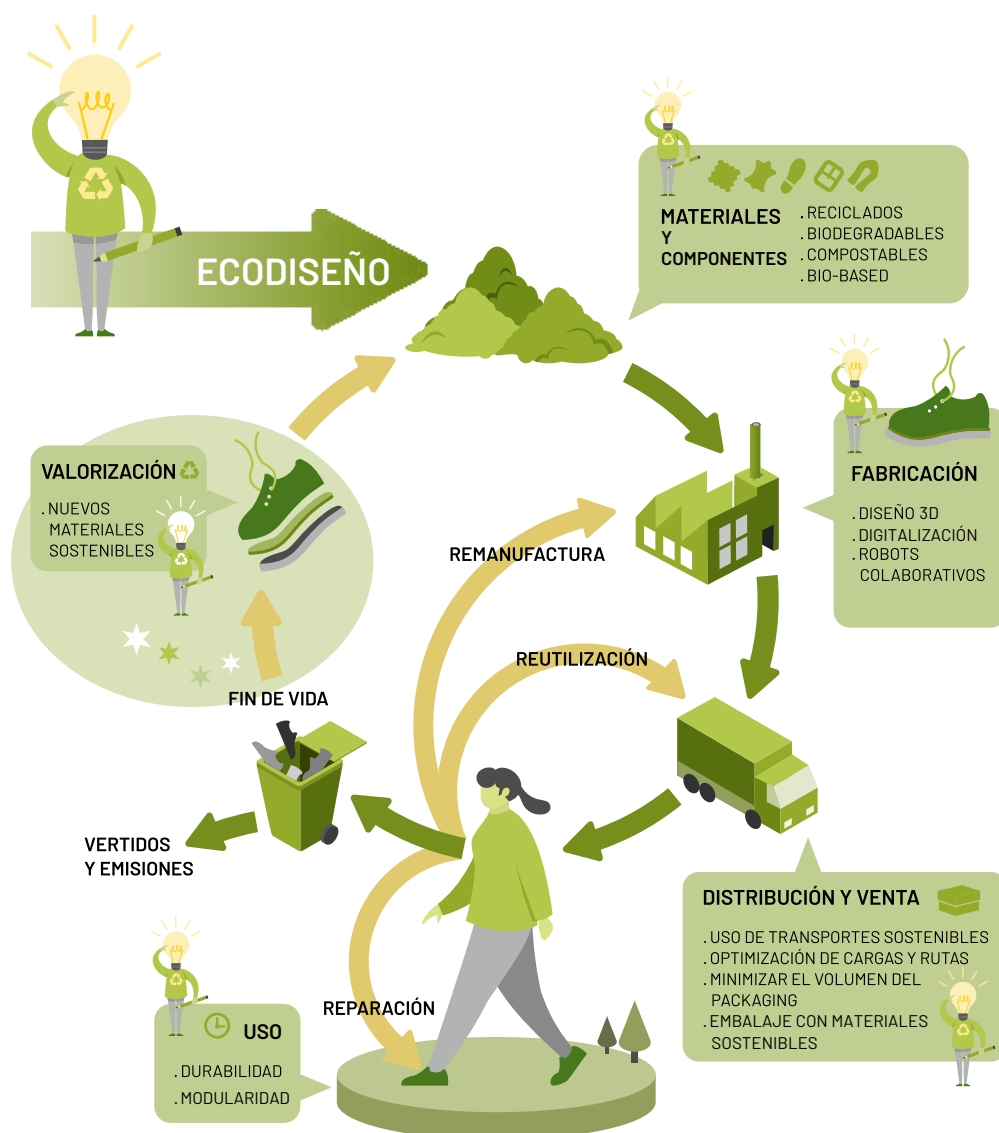


Figura 20: opciones de ecodiseño que engloban todo el ciclo de vida del calzado

Opciones de ecodiseño durante el ciclo de vida:

- Adquisición de materias primas.
- Fabricación del producto.
- Embalaje.
- Transporte / Distribución.
- Fase de uso.
- Fin de vida.

ADQUISICIÓN DE MATERIAS PRIMAS

1/ SELECCIONAR MATERIAS PRIMAS CON CARACTERÍSTICAS SOSTENIBLES

De forma general, el mayor porcentaje del impacto ambiental generado por el calzado, se debe a las materias primas y materiales utilizados en su fabricación.

Este impacto puede ser reducido de forma importante durante la fase de diseño, a través de la elección de materiales con características sostenibles, cuyo comportamiento ambiental sea mejor que el de otros utilizados de forma convencional.

La aparición de nuevas tecnologías y la innovación de los últimos años en los sectores textil y calzado, han generado la elaboración y diseño de una amplia variedad de nuevos e innovadores materiales que incorporan características sostenibles y permiten la fabricación de calzado que conserva características como la calidad, funcionalidad o durabilidad aportando un valor ambiental.

TIPOS DE MATERIALES SOSTENIBLES	
RECICLADOS	<p>Materiales producidos a partir de una materia prima que ha sufrido un uso anterior o ha sido desechada.</p> <p>Se pueden distinguir dos tipos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Posconsumo: es el que procede de un producto que ya ha sido usado anteriormente. - Preconsumo o limpio: es el que procede de un resto de producción, un recorte o un producto que no ha alcanzado la calidad deseada, pero que en ningún caso ha sido usado para la función a la que estaba destinado.
RECICLABLES	Materiales que por sus características son fácilmente reutilizables tras su uso principal a través de un proceso de reciclado
BIO-BASED	Materiales en base biológica constituidos por una o varias sustancias derivadas de materia viva o biomasa.
ECOLÓGICOS	Materiales que han sido producidos de una forma respetuosa con el medioambiente.
ORGÁNICOS	Materiales originados a partir de materias primas de origen vegetal o animal que han sido cultivados o criados de una forma respetuosa con el medioambiente, y en base a requisitos reglamentados y comprobados por un organismo competente.
BIODEGRADABLES	<p>Materiales que pueden sufrir un proceso de biodegradación o descomposición debido a la acción de agentes biológicos en condiciones ambientales.</p> <p>Estos materiales pueden ser de origen natural (sintetizados a partir de recursos renovables) o de origen sintético (sintetizados industrialmente).</p>

Figura 21: tipos generales de materiales sostenibles

Existen materiales sostenibles que pueden ser utilizados en la fabricación de los componentes que forman el calzado. Para exponer algunos ejemplos, podemos distinguir entre materiales utilizados en la elaboración de empeines, forros y plantillas, y por otro lado aquellos dedicados a la elaboración de pisos. Además de hacer una evaluación de los adhesivos y pegamentos utilizados en el montaje del calzado.

A/ Materiales dedicados a la fabricación de empeines, forros y plantillas

Para la elaboración de los componentes que constituyen el corte y la plantilla de un calzado, los materiales utilizados más comúnmente son cuero y textiles.

✦ **Cuero:** la piel, es un material que aporta unas características de funcionalidad y durabilidad al calzado prácticamente insustituibles por otros materiales.

A través de la utilización de cuero con certificaciones como "*Leather Working Group*", que aseguran que los cueros han sido elaborados mediante prácticas ambientales sostenibles (cumpliendo con la legislación e intentando reducir al máximo los consumos de agua y energía, controlando los residuos, etc.), puede mejorarse el desempeño ambiental del producto final.

Otro aspecto a considerar en la elección del cuero es el tipo de curtido y de acabado utilizado en su producción, elegir pieles tratadas a partir de sustancias y productos sostenibles, orgánicos o ecológicos, pueden aportar al cuero características con un mejor comportamiento ambiental, como puede ser un aumento en su biodegradabilidad.

✦ **Textiles:** en cuanto a los textiles, existe una gran variedad de elección de tejidos que poseen características sostenibles. A continuación se muestra una selección de algunos de los más representativos, clasificados por el tipo de fibra por el que se componen:

■ **Fibras animales:** hay varios tipos con características sostenibles. Esta sostenibilidad está relacionada con la cría y el cuidado de los animales de forma responsable y la producción y tejido de las fibras valorando los aspectos ambientales de los procesos productivos, promoviendo el bienestar animal en la cadena de valor.

- Lana de Alpaca.
- Lana responsable.
- Cachemir.
- Seda salvaje.

■ **Fibras vegetales:** también existen tejidos elaborados a partir de fibras vegetales obtenidas de cultivos respetuosos con el medioambiente, ecológicos y orgánicos, en los que no se utilizan pesticidas o productos tóxicos durante su cultivo y fomentan el cultivo tradicional extensivo, reduciendo entre otros, impactos como el consumo y contaminación del agua o la liberación de emisiones contaminantes a la atmósfera.

- Algodón orgánico.
- Lino.
- Cáñamo.
- Tencel.
- Piña.
- Naranja.
- Coco.
- Banana.
- Yute.

- **Fibras recicladas:** recuperar tejidos o fibras tanto naturales como sintéticas, que serían utilizadas para elaborar nuevos tejidos, evita la generación de residuos a la vez que evita la extracción de nuevas materias primas. Utilizar fibras y tejidos reciclados disminuye de forma efectiva los impactos ambientales de los textiles y los productos elaborados a partir de los mismos.

Podemos encontrar tejidos con diferentes porcentajes de reciclado, de este modo varía el rango de sostenibilidad entre unos u otros.

- Reciclado de cuero.
- Poliéster reciclado.
- Nylon reciclado.
- Algodón reciclado.
- Lana reciclada.

B/ Materiales dedicados a la fabricación de pisos

Para la elaboración de los componentes que constituyen el corte y la plantilla de un calzado, los materiales utilizados más comúnmente son cuero y textiles.

	MATERIAL
TERMOPLÁSTICOS	TR
	PVC
	TPU
	Crepé
	PS, ABS
TERMOESTABLES	GOMA
	PUR
	EVA

Figura 22: materiales comúnmente utilizados en la fabricación de pisos

No obstante, podemos encontrar variantes de estos materiales que posean características sostenibles y se adapten a los requisitos necesarios para la funcionalidad y calidad correctas del piso o de sus componentes.

Materiales como el esparto, la madera, el corcho o el caucho, naturales y ecológicos, son algunos ejemplos de materiales utilizados en la fabricación de pisos de carácter sostenible debido entre otras cosas a su origen renovable.

Otra variante sostenible para estos componentes, es la del reciclado. Pueden utilizarse materiales de la misma naturaleza reciclada y con diferentes grados de reciclaje, por ejemplo, suelas elaboradas a partir de planchas de EVA reciclada o tacones de PS reciclado.

También encontramos componentes de piso con incorporación de materiales reciclados de distinta naturaleza, entre ellos encontramos la incorporación de componentes orgánicos, como pueden ser algas, posos de café posconsumo o residuos de cultivos, o elementos de origen inorgánico, como pueden ser residuos plásticos o incluso incorporación de residuos de calzado o textiles.

C/ Adhesivos y pegamentos

Como en el resto de materiales utilizados en la fabricación del calzado, la utilización de adhesivos de carácter sostenible o que presenten una mejora respecto a los más comúnmente utilizados, favorece la obtención de un producto final con menor impacto ambiental. Dentro de estos adhesivos que comprenden un mejor desempeño ambiental encontramos:

- Adhesivos en base acuosa: este tipo de adhesivos representa una alternativa de menor impacto ambiental y mayor seguridad de aplicación respecto a los adhesivos en base disolvente orgánico.
- Adhesivos Hot Melt o termofusibles: este tipo de adhesivo es 100% sólido, no necesita de tiempo de secado y no posee aditivos, además su aplicación puede llevarse a cabo a través de mecanismos automatizados.
- Eoadhesivos desmontables: que permiten la separación “a demanda” de los materiales ensamblados, facilitando su posterior reciclado, una vez finalizada su vida útil. Actualmente se están investigando adhesivos desmontables de poliuretano y epoxi para su uso en calzado.
- Adhesivos libres de sustancias restringidas o peligrosas: dentro de los diferentes tipos de adhesivos disponibles, es necesario evaluar la composición de los mismos y evitar aquellos que posean sustancias peligrosas o restringidas, como puede ser el tolueno o el benceno.
- Adhesivos naturales: aunque este tipo de adhesivos no posean las características necesarias para el ensamblado de los componentes principales de calzado, son una buena opción para utilizar en el pegado de etiquetado o embalajes.

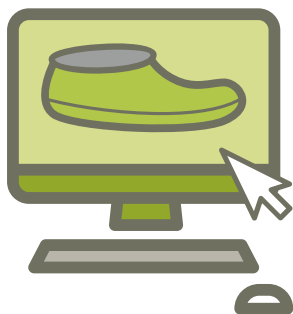
Otra forma de disminuir los impactos derivados de los adhesivos es evitar su uso en el caso de que sea posible. En este sentido, establecer métodos mecánicos de ensamblado como costuras, o crear estructuras de encaje mecánico, evita el uso de adhesivos, lo que permite una mayor facilidad en el desensamblado de componentes y, con ello, mayor eficacia en los trabajos de reparación o en la separación de materiales para el reciclado.

2/ REDUCIR EL USO DE MATERIALES(EN CANTIDAD Y VARIEDAD)

La reducción del uso de materiales en el diseño de un modelo de calzado, reduce impactos ambientales asociados a la extracción de materias primas y también en su posterior fabricación y eliminación.

Algunas medidas que permiten un menor uso de materiales son:

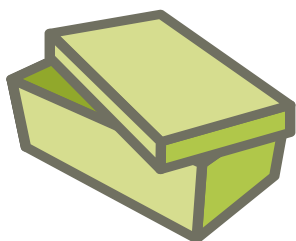
- Diseño digital.
- Diseño del fin de vida.
- Almacenamiento correcto.
- Reducción de peso y volumen.



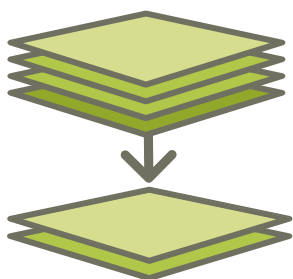
- **Diseño digital:** las nuevas tecnologías han permitido el desarrollo de softwares de digitalización que permiten diseñar los productos de manera escalada a la realidad desde un ordenador. Gracias a estas herramientas, el diseñador puede crear de forma virtual los diseños personalizados que se adapten a las necesidades del usuario, obteniendo gran cantidad de información, como el uso total de materiales o incluso el impacto de los componentes utilizados, de modo que se produce una disminución importante en el número de muestras a fabricar y una mayor eficiencia en los recursos y consumos utilizados en la fabricación.



- **Diseño del fin de vida:** la utilización de la mínima variedad de materiales en un producto, facilita su valorización como residuo a partir del reciclaje. Hoy en día ya existen modelos de calzado mono-material, que tras ser desechados pueden volver a utilizarse para la elaboración de otros productos de forma sencilla.



- **Almacenamiento correcto:** a través del almacenamiento correcto de materias primas como pueden ser textiles o cuero, se evita la pérdida de parte de estos materiales por su deterioro. También es necesario un buen almacenamiento de las sustancias o productos químicos que respete las medidas de seguridad oportunas y que evite su pronta eliminación debido a la degradación de sus características y funcionalidad por un almacenamiento inadecuado.



- **Reducción de peso y volumen:** el peso y cantidad de materiales utilizados es generalmente el factor que más influye en los impactos ambientales generados. A través de nuevas tecnologías como el diseño 3D o nuevos materiales pueden crearse estructuras huecas o semi-huecas que ahorren la cantidad de material utilizado, disminuyendo significativamente el peso del producto o componente final y sin perder características como son el confort o la durabilidad.

■ FABRICACIÓN DEL PRODUCTO

1/ OPTIMIZAR LAS TÉCNICAS DE PRODUCCIÓN

Durante el proceso productivo en el que se fabrica el calzado, partiendo de las materias primas seleccionadas, existen ciertos aspectos de los que depende la sostenibilidad del proceso de fabricación, entre ellos encontramos: los consumos de energía y agua y la generación de residuos.

A/ Consumo de energía

En cualquier proceso productivo el consumo eléctrico es un elemento relevante a tener en cuenta para aumentar la sostenibilidad del proceso de fabricación de un producto.

Por cada 1000 kWh consumidos en España se pueden llegar a emitir a la atmósfera hasta 500 kg de CO₂ eq (Ministerio para la Transición Ecológica y Reto Atmosférico, 2020), de este modo, reducir en lo posible el consumo energético contribuirá a la reducción del impacto ambiental que tendrá el producto final.

Como medidas para lograr una reducción significativa del consumo eléctrico tenemos:

- Incorporación de nuevas tecnologías más eficientes: Un ejemplo de este tipo de medidas es el cambio de la iluminación tradicional a las luces de tipo LED, con la que puede llegar a generarse una reducción de hasta el 80% del consumo y con ello una disminución significativa de las emisiones de gases de efecto invernadero asociadas.
- Uso eficaz de la luz solar en las instalaciones.
- Controlar el termostato de equipos de aire acondicionado (en verano < 24 °C y en invierno 19-21°C).
- Renovación de equipos obsoletos por otros más eficientes energéticamente.
- Optimización del consumo de energía de los equipos informáticos (enchufado /apagado en lugar de largos periodos en modo standby).
- Contratación de empresa comercializadora que posea Garantía de Origen de fuentes renovables de energía (GdO).
- Utilizar instalaciones de autoconsumo energético (paneles solares o turbinas eólicas).

B/ Consumo de agua

El agua es un bien preciado que se encuentra en un proceso de degradación a nivel general. Establecer medidas en la etapa de fabricación que ayuden a reducir el consumo de agua y a liberar aguas residuales lo menos contaminadas posible, ayuda a salvaguardar la calidad de este recurso y facilita su reutilización. Algunas medidas son por ejemplo:

- Concienciar al personal sobre la importancia del ahorro de agua en las instalaciones.
- Ajustar la presión del agua de las instalaciones optimizando su consumo.
- Realizar revisiones periódicas de las instalaciones para detectar fugas o pérdidas.
- Utilizar tecnologías y maquinaria más eficientes en cuanto a consumos de agua.

El consumo y uso de agua, además de incrementar la huella de carbono, genera un impacto sobre indicadores como la huella hídrica o aquellos relacionados con la contaminación o degradación de la calidad del agua, por lo que es un aspecto importante a tener en cuenta durante el **ecodiseño**.

C/ Generación de residuos

En la fabricación del calzado se generan diversos residuos en cantidades significativas y de diversa naturaleza (cuero, textiles, plásticos, metales, papel y cartón principalmente). La generación de residuos va acompañada de impactos ambientales producidos principalmente por la gestión de los mismos (transporte y tratamiento) y su depósito final en vertedero.

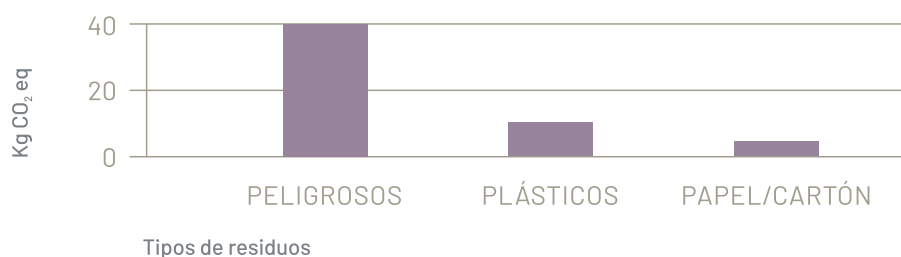


Figura 23: impactos ambientales producidos por kg de residuo (cálculo software SimaPro)

Aunque los residuos de calzado son clasificados mayoritariamente como no peligrosos, por lo que pueden incorporarse a los vertederos de residuos urbanos, esta situación genera una problemática debida, fundamentalmente, a la marcada concentración geográfica de la fabricación de calzado y de curtido de la piel.

Para conseguir de forma exitosa una reducción de los residuos generados en la fase de producción es importante implementar la economía circular como base. Ver los residuos como “subproductos” que pueden ser utilizados de nuevo para generar nuevos materiales, tanto dentro de la organización como para otra actividad, no solo reduce los residuos producidos, sino que además abre las puertas a nuevas líneas de negocio y alianzas intra e intersectoriales.

Otro punto importante a tener en cuenta es la metodología o procesos utilizados para la elaboración de los modelos de calzado, las nuevas tecnologías abren la puerta a procesos de fabricación “cero residuos”, como por ejemplo la optimización del patronaje o la incorporación de la impresión 3D.

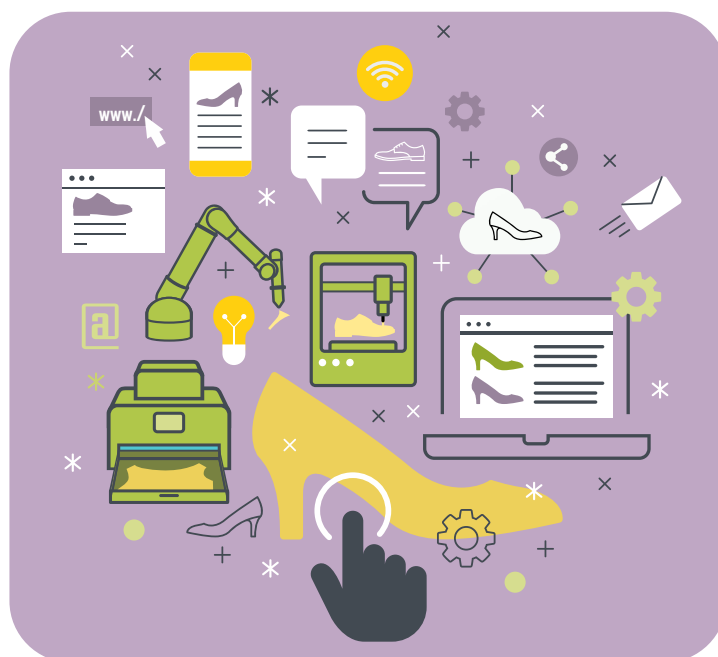
2/ NUEVAS TÉCNICAS DE FABRICACIÓN

Hoy en día se ha avanzado mucho digitalmente y gracias a la tecnología 3D se pueden crear por ordenador modelos con apariencia real pero reduciendo el tiempo empleado y los recursos materiales y humanos de la empresa.

Por ejemplo, el programa ICad3D+ es un software muy utilizado en calzado que integra el diseño 3D con los patrones en 2D y permite la impresión de muestras en 3D, reduciendo los costes de producción de la empresa.

Las impresoras 3D ya se han incorporado en muchas industrias para la creación de prototipos con impresión 3D, de esta manera se ahorra tiempo y dinero, siendo muy interesante en la creación de muestras, aunque también se puede utilizar para imprimir componentes del calzado o calzado completo. Esta tecnología, aunque todavía tiene

tiempos de impresión largos, puede emplear materiales reciclados o procedentes de fuentes sostenibles, lo que permite crear productos más sostenibles.



Además, el desarrollo de la **INDUSTRIA 4.0** supone una transformación digital considerable en los procesos de producción actuales. La implementación de tecnologías como los sistemas CAD, los escáneres 2D y 3D, la impresión 3D de prototipos, el internet de las cosas (IoT), los robots colaborativos, etc., tiene grandes ventajas para las empresas como pueden ser la flexibilidad en la producción, el ahorro de costes o la eficiencia en el uso de recursos. La implementación de la industria 4.0 puede hacer de la industria del calzado una industria más inteligente, conectada, automática, personalizada, colaborativa y sostenible.

■ EMBALAJE

1/ UTILIZAR O CREAR EMBALAJES SOSTENIBLES

El embalaje es un elemento que acompaña al calzado hasta las manos del cliente, por lo tanto, es necesario considerar los impactos generados por el embalaje e intentar reducirlos también en lo posible.

La utilización de embalajes elaborados a partir de materiales sostenibles como pueden ser materiales reciclados, puede llegar a reducir la huella de carbono asociada al embalaje hasta en un 6 %.

Otros aspectos a tener en cuenta son los elementos complementarios al embalaje, como son el etiquetado o el papel protector. En este sentido, es importante que todos estos elementos también estén elaborados a partir de materiales sostenibles.

Algunos ejemplos de materiales o elementos sostenibles que pueden ser utilizados en el embalaje son:

- Cartón y papel reciclado para cajas o etiquetas.
- Tintas o pinturas sostenibles.
- Bolsas reutilizables.

Otra forma de favorecer la sostenibilidad del embalaje es actuando sobre el uso del consumidor. A través de embalajes atractivos y con funciones reutilizables se evita su desechado, de la misma forma que ocurre con los embalajes biodegradables o 100 % reciclables.

2/ REDUCIR EL TAMAÑO Y PESO DEL EMBALAJE

Crear y diseñar embalajes eficientes, puede repercutir de forma directa en los impactos ambientales generados. A través de un diseño que reduzca el volumen y el peso del embalaje se consigue obtener beneficios como el ahorro de materiales o la eficiencia de la distribución.

Un diseño que permita la reducción del volumen y peso del embalaje a la mitad, reducirá a la mitad los impactos ambientales generados por el propio embalaje, pero además se lograrán reducciones de los impactos asociados a su distribución, que pueden alcanzar cifras en torno a un 60 %.

Ejemplo: en una distribución de 1.000 modelos de calzado de 1 kg, hasta la zona de ventas que se encuentra a 1000 km de la zona de embalaje:



- Transporte necesario con el embalaje convencional = 340 kg de CO₂ eq (cálculos realizados con el software SimaPro).



- Transporte con optimización de embalaje al 50 % en volumen y peso = 132 kg CO₂ eq (cálculos realizados con el software SimaPro).

TRANSPORTE / DISTRIBUCIÓN

1/ UTILIZAR MEDIOS DE TRANSPORTE DE BAJA EMISIÓN

Evaluar el tipo de transporte utilizado en la distribución de los productos y los impactos que genera es importante para conseguir mejoras en el desempeño ambiental del producto.

Crear una red de distribución del producto en la que se tenga en cuenta la utilización de los medios de transporte más eficientes en cuanto a la contaminación y capacidad de carga, puede reducir de forma muy significativa el impacto asociado a un producto en su transporte hasta el cliente.

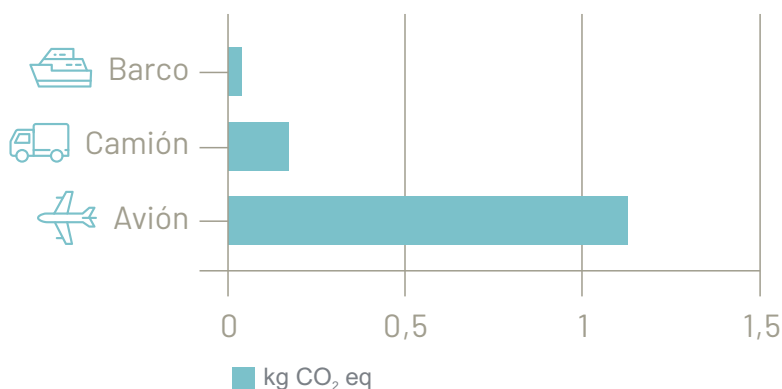


Figura 24: impactos ambientales producidos con distintos medios de distribución

*Consideraciones: recorrido de 1000 km al 80 % de capacidad, para un modelo de calzado de 1 kg de peso
(cálculo realizado con el software SimPro)

Respecto a la utilización de medios de distribución compartidos, la utilización de medios de transporte de alta capacidad de carga (que pueden ser utilizados junto a otras organizaciones) es mucho más eficiente que la utilización de vehículos de mercancía de bajas dimensiones.

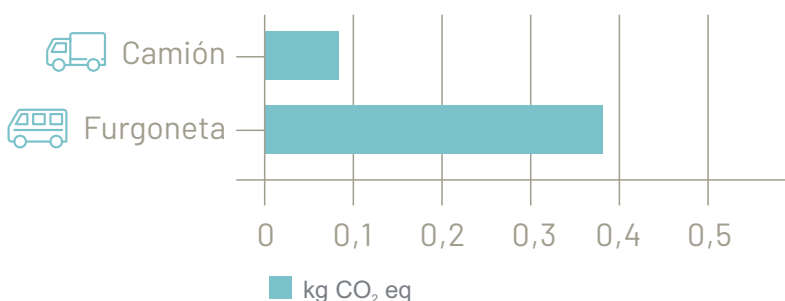


Figura 25: impactos ambientales producidos con distintos medios de distribución

*Consideraciones: recorrido de 200 km al 80 % de capacidad, para un modelo de calzado de 1 kg de peso
(cálculo realizado con el software SimaPro)

2/ PRACTICAR EL MERCADO DE CERCANÍA

A la hora de diseñar un producto han de tenerse en cuenta todos aquellos transportes que va a generar. Entre ellos se encuentran los transportes de las materias primas desde su origen a la zona de producción del calzado o los almacenes.

Escoger como base de la provisión de materiales un mercado de cercanía genera beneficios como la reducción de la contaminación generada por el transporte en trayectos más largos, además de fomentar y potenciar el mercado y la economía local y/o nacional.

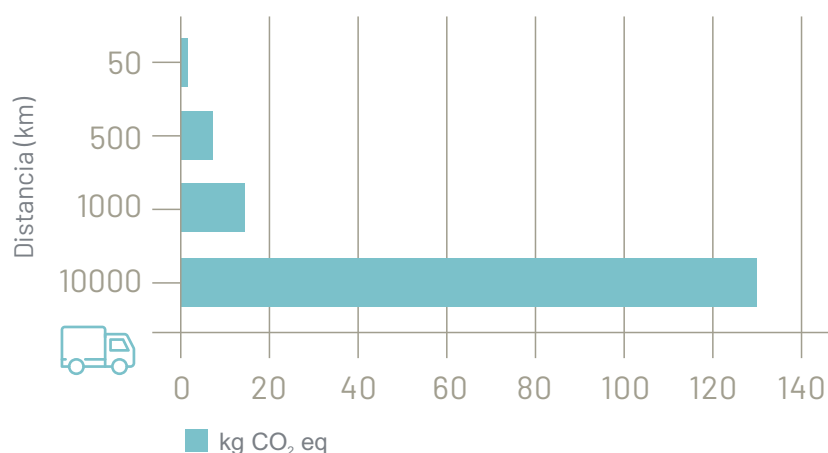


Figura 26: impactos ambientales generados por el transporte de 100 kg de mercancía mediante camión

FASE DE USO

1/ INFORMAR AL CONSUMIDOR SOBRE LAS PROPIEDADES DEL PRODUCTO

En la fase de uso del calzado el agente más importante es el usuario. Los diseñadores o fabricantes de calzado no pueden controlar las acciones del usuario final, pero sí es posible establecer indicaciones que lleguen al usuario dando información sobre cómo hacer un uso del calzado lo más responsable posible.

A través de directrices como:

- Indicaciones de mantenimiento y limpieza adecuados, que tengan como objetivo alargar la vida del calzado.
- Fomentar las limpiezas en seco.

2/ AUMENTAR LA DURABILIDAD / REPARACIÓN

A través de materiales y componentes de calidad puede elaborarse un producto cuya durabilidad se alargue lo máximo posible. Mediante ensayos físicos podemos conocer la durabilidad de los materiales o componentes del calzado y certificar que las propiedades físicas se adecuan a los objetivos de calidad y funcionalidad en el modelo de calzado final.

Otro modo de aumentar la vida de uso del calzado es promover la reparación del calzado en los casos que sea posible. Este servicio puede ser fomentado a la hora de la compra del calzado, e incluso convertirse en un nuevo servicio a incorporar, por ejemplo el reemplazo de suelas en caso de desgaste, arreglo de despegues o reparación de descosidos.

3/ REUTILIZACIÓN

Fomentar la reutilización del calzado preconsumo en stock, partidas defectuosas o calzado fuera de moda mediante la venta a vendedores ambulantes o destinarse a personas necesitadas en países subdesarrollados. Otra forma de reutilización es mediante alquiler de calzado, por ejemplo, para calzado de uso profesional o botas de esquí, puede ser interesante alquilar el producto en lugar de comprarlo, si el uso del mismo va a ser circunstancial o esporádico.

FIN DE VIDA

1/ ELIMINACIÓN ADECUADA

Fomentar la eliminación adecuada del calzado una vez que no puede ser reparado o reutilizado es una manera de reducir el impacto ambiental en la etapa final. Muchos ciudadanos no saben que en el contenedor de textiles puede depositarse también calzado.

Actualmente aproximadamente más de 21 millones de pares de zapatos acaban en los vertederos de todo el mundo cada año, de modo que su impacto es de gran relevancia.

A través del depósito del calzado en los contenedores destinados a la recolección de prendas de ropa o a las zonas habilitadas por algunas marcas para su depósito por separado, se evita la acumulación en los vertederos de este tipo de residuos, posibilitando así otras nuevas oportunidades de revalorización, como el reciclado.

2/ SEPARACIÓN DE COMPONENTES

Uno de los mayores inconvenientes que presenta el calzado a la hora de ser gestionado como residuo, es su cualidad multicomponente. El calzado, de forma general está formado por distintos componentes que son de materiales y naturalezas diferentes, que además se encuentran unidos a través de sustancias o mecanismos que impiden su separación de forma simple, y por lo tanto dificulta su reciclaje.

Por lo tanto, diseñar calzado pensando en su separación por componentes o materiales en el momento de su desecho permitirá la reducción del impacto generado por el calzado en su gestión como residuo y permitirá su revalorización.



3/ VALORIZACIÓN

Como una oportunidad de mejora ambiental en el ciclo de vida del calzado, se encuentra la valorización, mecanismo que permite cerrar el círculo y convertir el calzado desechado en nuevas materias primas para usarse en la elaboración de nuevos e innovadores productos.

Mediante la trituración de calzado completo, el material resultante puede incorporarse como relleno en reductores de velocidad, cuñas para calzado ortopédico, en forma de carga para suelas y plantillas o como aislante acústico, entre otros.

En los residuos de calzado que se someten a un proceso de desensamblado de componentes y posterior triturado, este puede ser reutilizado en la fabricación de diferentes productos como superficies deportivas, parques infantiles, relleno de alcorques, nuevas suelas de calzado, materiales sintéticos, plantillas de reciclado de cuero, aislamiento de edificios, etc.

Por su parte, los residuos de piel curtida pueden revalorizarse mediante la extracción del colágeno, el cual podrá ser utilizado de nuevo como recurtiente en el proceso de curtición de nuevas pieles o como estabilizante para forestación.

Además, los residuos de piel curtida pueden valorizarse mediante pirolisis para la obtención de bio-aceite o se puede realizar una revalorización energética de los mismos, pues estos presentan un importante poder calorífico, lo que permite su aprovechamiento energético mediante técnicas de reciclado térmico.


Existen en la actualidad diversas marcas que utilizan deshechos de calzado para la elaboración de otros productos más sostenibles, tanto en el sector calzado, en el que encontramos por ejemplo suelas que contienen calzado triturado, o en otros sectores, que incorporan este material para la obtención como las planchas de aislamiento o nuevo material deportivo.


4 EJEMPLO PRÁCTICO

A continuación, se establece un ejemplo práctico simplificado sobre la implementación del **ecodiseño** en un modelo de calzado. Los datos utilizados no pertenecen a ningún modelo de calzado concreto y, por lo tanto, los resultados del mismo no son extrapolables, replicables ni comparables.

Planificación del proyecto de ecodiseño


A/ Plan de ecodiseño


 **Motivaciones para implementar el ecodiseño:** la empresa de calzado, quiere alcanzar un nuevo segmento de clientes que prioriza la elección de calzado con características sostenibles.


 **Objetivos y metas a alcanzar mediante el ecodiseño:** el objetivo de la empresa es aplicar el **ecodiseño** sobre su modelo más vendido con la finalidad de reducir su huella de carbono e impactos ambientales de forma significativa.

Como metas a implementar durante el proyecto la empresa establece:

- Implementación de medidas basadas en la economía circular.
- Utilización de nuevos materiales de carácter sostenible.
- Establecimiento de políticas que supongan ahorros en la etapa de producción.
- Obtención de un sello que certifique la huella de carbono del nuevo modelo.

 **Requisitos a cumplir:** el modelo ecodiseñado deberá conservar las mismas o mejores propiedades de confort y durabilidad que el inicial, lo que se certificará a partir de los ensayos necesarios. También se quiere mantener el estilo y estética base del modelo inicial sobre el ecodiseñado.

 **Plazo temporal para alcanzar los objetivos y metas:** el límite temporal para el desarrollo del nuevo modelo se establece en 6 meses, con el objetivo de dotar con el tiempo necesario al proceso de producción y presentar el nuevo modelo sostenible en la próxima temporada.

 **Metodología:** la metodología elegida para llevar a cabo la evaluación ambiental del modelo de calzado a partir de la cual se implementará el **ecodiseño** es la del Análisis del Ciclo de Vida.

B/ Equipo de ecodiseño

El equipo encargado para la implementación y aplicación del proyecto de **ecodiseño** está compuesto por los departamentos de diseño, medioambiente y marketing / ventas.

C/ Alcance del ecodiseño

El **ecodiseño** se llevará a cabo sobre un modelo de calzado ya establecido dentro del catálogo de ventas. Unas zapatillas de tipo sneakers, modelo unisex.

■ Evaluación ambiental del modelo convencional.

A/ Unidad funcional y límites del sistema

- **Unidad funcional:** para llevar a cabo el análisis ambiental del producto, la unidad funcional a estudiar es "el par de zapatos con su embalaje correspondiente". Para armonizar los datos a recopilar, se escoge la talla 40 como estándar del estudio.

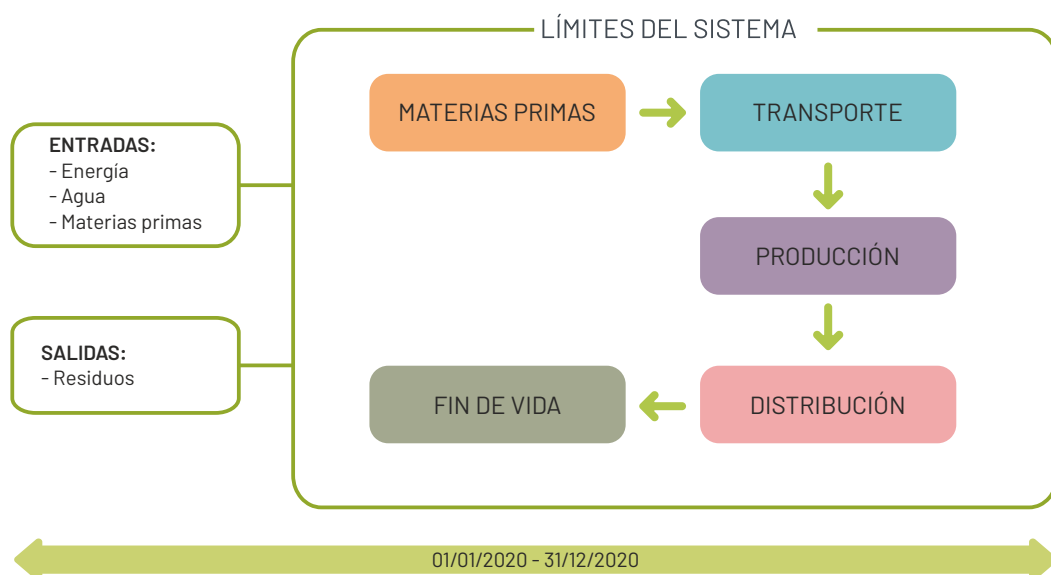


- **Límites del sistema:** fases del ciclo de vida incluidas en el estudio.

- I Materias primas
- II Transporte
- III Producción
- IV Distribución
- V Fin de vida

*En este caso se excluye la fase de uso por la falta de datos o información representativa.

- **Límites temporales del estudio:** se establece como periodo temporal del estudio el año 2020 (1/01/2020 - 31/12/2020).



B/ Inventario del ciclo de vida

Para la recopilación de datos se crea un inventario que aborda las diferentes etapas del ciclo de vida objetivo del estudio, que incluye todas las entradas (materiales, agua, energía) y salidas (residuos) que se llevan a cabo a lo largo del ciclo del producto.

Los datos recopilados se han referenciado a la unidad funcional y límites temporales del sistema para lograr una mayor facilidad en su aplicación durante el análisis ambiental mediante la herramienta software.



INFORMACIÓN GENERAL

Tipo de calzado	Sneakers
Talla	40
Peso total de un zapato	0,487 kg
Peso total de la Unidad Funcional	1,237 kg



MATERIAS PRIMAS

COMPONENTE	COMPOSICIÓN	DATOS (1 zapato)
Corte	50% PU + 10% algodón + 20 % SBS + 20 % poliéster	114 g
Forro	100% Poliéster	30 g
Lengüeta	100% Nylon	20 g
Cordones	100% Algodón	8 g
Plantilla	100% PU	15 g
Suela	100% SBS	300 g
Embalaje	Caja de cartón	240 g
	Papel protector	15 g
	Etiqueta	3 g
	Bolsa de plástico	2 g



TRANSPORTE MATERIAS PRIMAS

COMPONENTE	ORIGEN	DISTANCIA (km)	TIPO DE TRANSPORTE
Corte, forro y lengüeta	China	17.000	Barco
Plantilla	Alemania	1.000	Avión
Suela y cordones	Taiwan	15.000	Barco
Embalaje	Francia	800	Camión (EURO 4)



PRODUCCIÓN		
	CONSIDERACIONES	DATOS
Residuos	Se estima que se produce una pérdida del 10 % de los materiales utilizados en la fabricación del calzado en el proceso productivo.	Los residuos generados son transportados en su conjunto, sin separación alguna, al vertedero situado a 30 km de distancia por el método de recogida municipal de residuos.
Consumo de agua	0,016 m ³ por par de zapatos	Valor obtenido de la división de los m ³ de agua consumidos en el periodo de estudio, entre el número total de pares de calzado producidos en dicho periodo.
Consumo de luz	0,55 kWh por par de zapatos	Valor obtenido de la división de los kWh consumidos en el periodo de estudio, entre el número total de pares de calzado producidos en dicho periodo.



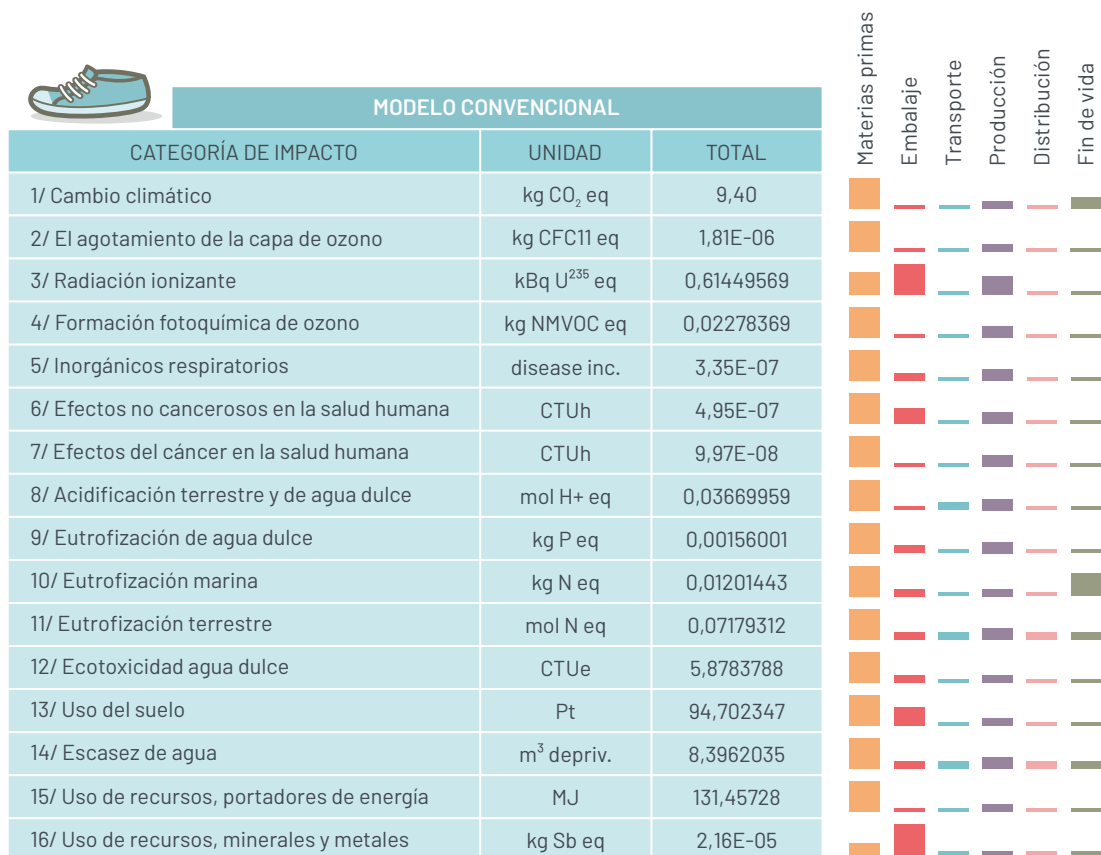
DISTRIBUCIÓN DEL PRODUCTO			
DESTINO	% DISTRIBUCIÓN	DISTANCIA	TIPO TRANSPORTE
Madrid	50 %	350 km	Camión (EURO 4)
Valencia	30 %	140 km	Camión (EURO 4)
París	20 %	1551 km	Camión (EURO 4)



FIN DE VIDA	
CONSIDERACIÓN	DATOS
Se estima que el 100% va a vertedero como destino de residuo final	La distancia media a vertedero se estima en 30 km mediante la recogida de residuos municipal

C/ Análisis ambiental

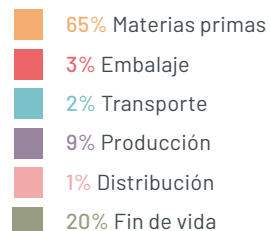
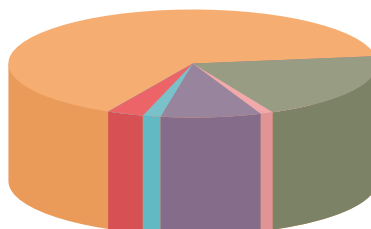
El análisis ambiental del producto se lleva a cabo mediante la herramienta SimaPro. Los resultados obtenidos para la unidad funcional establecida, atendiendo a las distintas etapas del ciclo de vida, son los siguientes:



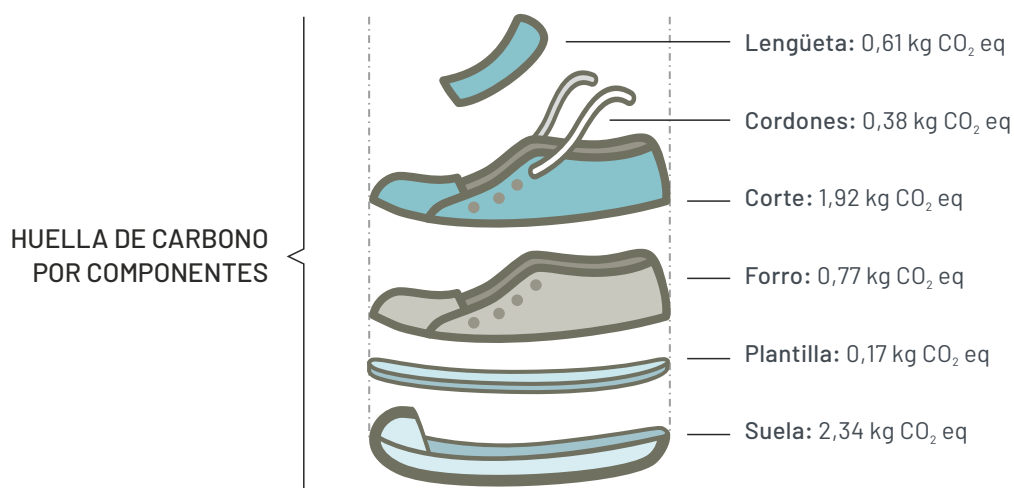
D/ Interpretación de resultados

Para obtener un mayor detalle en los resultados obtenidos y encontrar aspectos del producto que generan un mayor impacto es necesario desglosar los resultados y realizar una comparación y análisis de los mismos. Para ello se realiza un análisis individual de algunas de las etapas del ciclo de vida del producto:

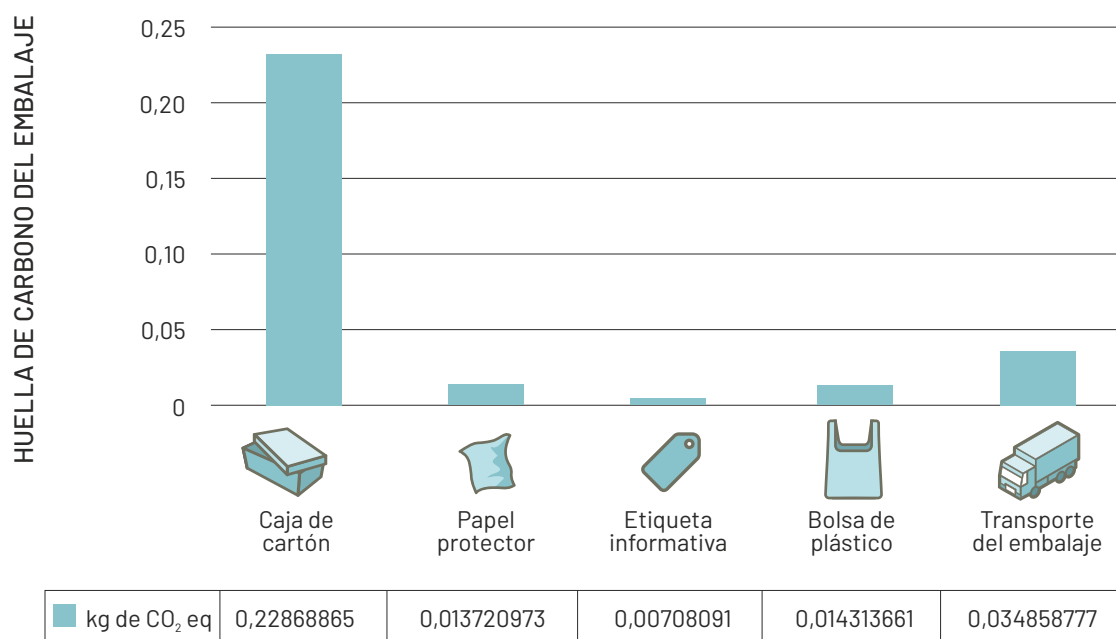
HUELLA DE CARBONO POR ETAPAS DE CICLO DE VIDA



En este caso, el mayor impacto en término de emisiones de gases de efecto invernadero se debe a las materias primas en un 65 %, seguido del fin de vida con un 20 % y la producción con un 9 %. El resto de las etapas equivalen a un 6 % del impacto, pero también hay que tenerlos en cuenta a la hora de establecer medidas de reducción.

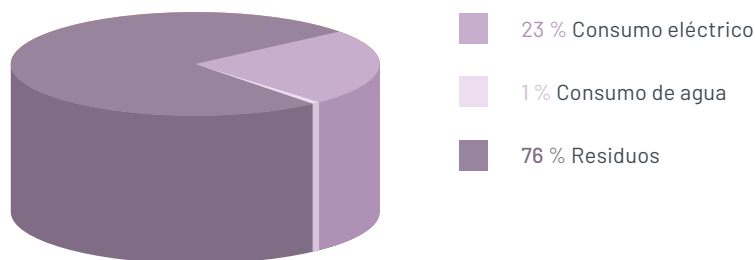


Si se analizan en mayor detalle los impactos derivados de las materias primas utilizadas en los distintos componentes que forman el modelo de calzado, es resaltable que los componentes de suela y corte son los más contribuyentes a la huella de carbono.



En el caso del embalaje puede apreciarse que la caja de cartón es la que genera un mayor impacto, respecto al resto.

HUELLA DE CARBONO DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN



Dentro del proceso de producción es la generación de residuos y su gestión la que mayor impacto tiene, seguida del consumo eléctrico. En este caso el consumo de agua durante el proceso productivo apenas influye sobre la huella de carbono del ciclo de vida del producto.

A partir de estos resultados, se pueden identificar los *hotspots* o puntos calientes y establecer prioridades de actuación en las distintas etapas del ciclo de vida. En este caso serían las materias primas, el fin de vida y la producción, pero también deben incluirse medidas de **ecodiseño** para el resto de las etapas de la vida del producto.

Rediseño para la mejora

A/ Establecimiento de mejoras

A partir de los puntos críticos identificados y la viabilidad técnica y económica de incorporar dichas medidas por la empresa objeto de estudio, se proponen oportunidades de mejora prioritarias sobre las que se puede trabajar en el producto, con el fin de poder establecer medidas específicas en cada etapa del ciclo de vida.

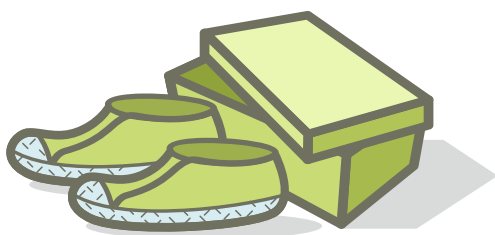
ETAPA DEL CICLO DE VIDA	OPORTUNIDADES DE MEJORA A IMPLEMENTAR
MATERIAS PRIMAS	<ul style="list-style-type: none"> • Reducción del número de materiales. • Reducción del número de componentes. • Reducción del peso del producto. • Utilización de materiales sostenibles.
EMBALAJE	<ul style="list-style-type: none"> • Reducción de volumen y peso. • Reducción de componentes. • Utilización de materiales sostenibles.
TRANSPORTE	<ul style="list-style-type: none"> • Proveedores de cercanía. • Uso de transportes menos contaminantes.
PRODUCCIÓN	<ul style="list-style-type: none"> • Mejorar la eficacia del proceso. • Apostar por energía de fuentes renovables. • Reutilización/reciclado/revalorización de residuos de producción.
DISTRIBUCIÓN	<ul style="list-style-type: none"> • Uso de transportes menos contaminantes. • Mejorar la eficiencia en la logística.
FIN DE VIDA	<ul style="list-style-type: none"> • Fomentar el "fin de vida útil". • Buscar alternativas a la eliminación del producto.

B/ Ecodiseño del nuevo modelo

Una vez establecidas las oportunidades de mejora, se realiza el diseño del nuevo modelo basado en medidas sostenibles específicas para cada una de las etapas del ciclo de vida en mayor detalle.

Los cambios realizados en el modelo seguirán guardando y manteniendo las características de calidad, confort y durabilidad; que serán corroborados a través de los ensayos correspondientes.

El resultado del diseño del nuevo modelo y las medidas adoptadas, son las siguientes:



INFORMACIÓN GENERAL

Tipo de calzado	Sneakers
Talla	40
Peso total de un zapato	0,327 kg
Peso total de la unidad funcional	0,804 kg

Uno de los primeros aspectos de cambio apreciable en el nuevo modelo es una disminución importante en el peso del producto final.

A partir del análisis de posibilidad de mejora y del estudio de proveedores, se consigue incorporar componentes a partir de materias primas con un menor impacto ambiental, concretamente de origen reciclado.



MATERIAS PRIMAS

COMPONENTE	COMPOSICIÓN	DATOS (1 zapato)
Corte	50 % PU + 20 % algodón reciclado + 30 % poliéster reciclado	116 g
Forro	100 % Poliéster reciclado	30 g
Cordones	100 % Algodón reciclado	8 g
Plantilla	100 % PU Reciclado	15 g
Suela	50 % Caucho sintético + 50 % caucho reciclado de neumáticos (solo troquelado)	160 g
Embalaje	Caja de cartón reciclado	145 g
	Etiqueta de cartón reciclado	5 g

Además, a través de un proceso de diseño innovador de la suela y la utilización de otro material, se ha conseguido reducir el peso de este componente hasta un 46 % sin perder ninguna característica de funcionalidad y durabilidad.

También se reduce el número de materiales y componentes, a través de un diseño que no incorpora lengüeta, y se suprime la utilización de Nylon y SBS procedente de materias primas vírgenes, respecto al modelo anterior.

Para el embalaje también se crea un nuevo diseño que reduce el peso, junto a la utilización de materias primas vírgenes y material reciclado para la caja y etiqueta; además se suprime la bolsa de plástico individual para cada zapato y el papel protector.



TRANSPORTE MATERIAS PRIMAS			
COMPONENTE	ORIGEN	DISTANCIA (km)	TIPO DE TRANSPORTE
Corte y forro	Madrid	350	Camión (EURO 6)
Cordones	Murcia	90	Tren
Suela y plantilla	Alicante	25	Camión (EURO 6)
Embalaje	Madrid	350	Camión (EURO 6)

Apostar por proveedores de materias primas de origen reciclado de comercio nacional que se ajustan a los objetivos de reducción de distancias y de utilización de medios de transporte más actualizados y de menor generación de emisiones respecto a los utilizados en el modelo base.



PRODUCCIÓN		
	CONSIDERACIONES	DATOS
Residuos	El 20 % se recicla en las propias instalaciones y el 80 % restante se lleva a otra empresa para su revalorización.	La empresa de granzas se encuentra a 10 km de distancia.
Consumo de agua	0,0112 m ³ por par de zapatos.	m ³ de agua consumidos en el periodo de estudio / número total de pares de calzado producidos.
Consumo de luz	0,55 kWh por par de zapatos (100 % energía renovable).	kWh consumidos en el periodo de estudio / número total de pares de calzado producidos.

En la producción, tras un análisis de las posibilidades, se han descartado cambios importantes de maquinaria por tema económico, pero si se ha establecido una serie de medidas que, además de mejorar la sostenibilidad, reducirán costes asociados a la producción sin provocar grandes cambios.

Se crea un sistema de gestión de residuos en la empresa productora del calzado, donde los residuos, procedentes de los recortes de componentes, mermas y taras generados durante el proceso productivo y de fabricación, consiguen reintroducirse de nuevo en el ciclo productivo de la empresa en un 20 % a través de una estrategia de implementación de economía circular, basada en el desfibrado y triturado de los residuos generados y su introducción en nuevos modelos de calzado ecodiseñados. El resto de residuos de producción (80 % restante) son revalorizados a través de un convenio con otra empresa que los reutiliza para generar productos de carácter sostenible evitando, mediante su separación y correcta gestión, la deposición en vertedero de estos residuos en un 100 %.

Con el objetivo de reducir el consumo de agua general, la empresa implanta una política de ahorro basada en la concienciación del personal y la instalación de dispositivos más eficientes en las instalaciones (grifos automáticos, sistemas con temporizador...) que da como resultado una reducción de un 30 % en el consumo de agua final.

La medida adoptada para la reducción de impactos derivados del consumo de luz es la contratación de una comercializadora eléctrica que posee garantía de origen de energía 100 % renovable. Esto asegura cambiar el sistema de producción basado en fuentes energéticas del petróleo a fuentes de origen renovable.



DISTRIBUCIÓN DEL PRODUCTO			
DESTINO	% DISTRIBUCIÓN	DISTANCIA	TIPO TRANSPORTE
Madrid	50 %	350 km	Camión (EURO 6)
Valencia	30 %	140 km	Camión (EURO 6)
París	20 %	1551 km	Tren de mercancías

Uno de los puntos clave de partida era mantener las características de estilo y mercado del modelo elegido, se considera que la distribución de este modelo de calzado ecodiseñado será la misma que la del modelo convencional. Para mejorar el desempeño ambiental de esta etapa se apuesta por elegir medios de transporte más eficientes que generan menores emisiones con el fin de reducir los impactos asociados.



FIN DE VIDA	
CONSIDERACIÓN	DATOS
Sistema de recogida que consigue un reciclado del 60%. El 40 % restante destinado a vertedero.	La distancia media a vertedero se estima en 30 km mediante la recogida de residuos municipal

Para evitar la deposición en vertedero del fin de vida del producto, la empresa generará una campaña de recogida gratuita con el fin de reciclar el calzado al final de su vida útil. Para ello se dotará al cliente de ventajas en futuras compras y de facilidades para la devolución, de modo que, de manera conservativa, tras un previo análisis se espera lograr una recolección del 60 % de la producción vendida, que serán gestionados a través de un sistema de reciclado externo.

C/ Análisis ambiental del producto ecodiseñado


Una vez se ha desarrollado el diseño del nuevo modelo y se poseen los datos necesarios, se lleva a cabo el análisis ambiental a través de la utilización de la herramienta SimaPro. El objetivo de este análisis es la comparación de estos resultados con los del modelo base, para verificar que las medidas de mejora adoptadas han surgido efecto y en qué medida. Los resultados obtenidos en el análisis ambiental del nuevo modelo de calzado son los siguientes:




Para realizar el ACV de forma comparable es importante realizar los cálculos sobre los mismos indicadores ambientales y sobre la misma distribución de etapas del ciclo de vida, de modo que puedan ser comparados en detalle.

D/ Comparación de resultados y verificación de mejoras

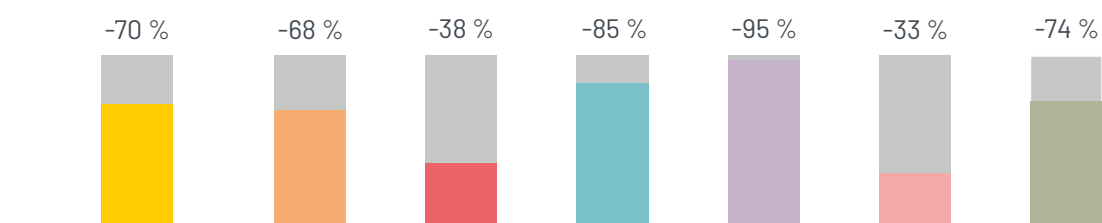
Una vez se han obtenido los resultados para el Análisis ambiental del ciclo de vida del producto ecodiseñado, se realiza una comparación entre los resultados de la huella de carbono obtenidos para ambos modelos de calzado:



MODELO CONVENCIONAL						
TOTAL	Materias primas	Embalaje	Transporte	Producción	Distribución	Fin de vida
9,40	6,14	0,30	0,14	0,82	0,11	1,90

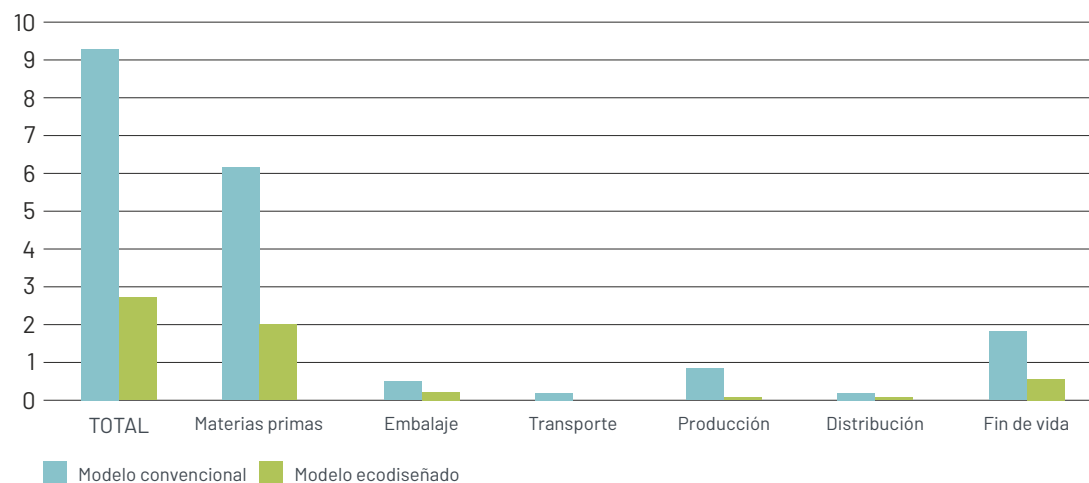


MODELO ECO DISEÑADO						
TOTAL	Materias primas	Embalaje	Transporte	Producción	Distribución	Fin de vida
2,79	1,98	0,18	0,02	0,04	0,07	0,49



% REDUCCIÓN IMPACTOS POR FASES

COMPARATIVA HUELLA DE CARBONO MOD. CONVENCIONAL Y MOD. ECODISEÑADO



Finalmente, la realización de este caso práctico **eco diseño** nos ha permitido verificar que la aplicación del reduce significativamente los **impactos ambientales**, en este sentido los impactos ambientales derivados de la huella de carbono **CO_{2e}** del modelo ecodiseñado han disminuido en un **70%** respecto al modelo base.

5 REFERENCIAS

AENOR(2006a). UNE-EN ISO 14040: Gestión medioambiental. Análisis del Ciclo de Vida. Principios y Marco de Referencia. Madrid, España. AENOR.

AENOR(2006b). UNE-EN ISO 14044: Gestión medioambiental. Análisis del Ciclo de Vida. Requisitos y directrices. Madrid, España. AENOR.

AENOR. (2020). UNE-EN ISO 14006: Sistemas de gestión ambiental. Directrices para incorporar el ecodiseño. Madrid, España. AENOR.

Aguayo, F. (2013) ECODISEÑO: ingeniería sostenible de la cuna a la cuna(C2C).

Arnedo Lasheras, R., Jaca García, C., León Perfecto, C. y Ormazábal Genaga, M. (2020). Guía práctica para implementar la economía circular en las pymes. AENOR Internacional, S.A.U.

Asociación Textil Sostenible de Guipuzkoa. Cerrando el ciclo: la guía hacia una industria de la moda circular.

Canale, G. (2019). ECODISEÑO. Materialoteca: perfil ambiental de materiales. Editorial VIAF SA.

Capuz, S., Viñoles, R. y Bastante, M. (2013). Cuestiones resueltas de ecodiseño. Editorial Universidad Politécnica de Valencia.

Capuz, S., Gómez, T. et al. (2002): ECODISEÑO. Ingeniería del ciclo de vida para el desarrollo de productos sostenibles. Editorial Universidad Politécnica de Valencia.

Clemente, G., Sanjuan, N. y Vivancos, J.L. (2005): Análisis de ciclo de vida: aspectos metodológicos y casos prácticos. Editorial Universidad Politécnica de Valencia.

Comisión de las Comunidades Europeas. Plan de Acción sobre el Consumo y Producción Sostenibles y una Política Industrial Sostenible. Comunicación de la Comisión de las Comunidades Europeas. COM(2008)397 final. Bruselas, 16.7, 2008.

Ecoinvent Database, nº versión 3.5(2018).

IHOBE, Sociedad de Gestión Ambiental. Guías sectoriales de Ecodiseño: Textil. 1ª edición, (febrero 2010). IHOBE, Sociedad de Gestión Ambiental.

IHOBE, Sociedad Pública de Gestión Ambiental. Manual práctico de ecodiseño. Operativa de implantación en 7 pasos. Ed. Gobierno Vasco, Departamento de ordenación del territorio, vivienda y medio ambiente(2000).

INE, Instituto Nacional de Estadística(2018). Cuentas de emisiones a la atmósfera. Serie 2008-2018 y avance 2019: Cuentas de emisiones a la atmósfera por agregación de ramas de actividad (CNAE 2009)y Hogares como consumidores finales, sustancias contaminantes y periodo. www.ine.es

- # INESCOP, Centro Tecnológico del Calzado www.inescop.es
- # INESCOP, Centro Tecnológico del Calzado (2009). Ecodiseño, una herramienta competitiva para el sector calzado. INESCOP.
- # Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (2020). Factores de emisión: Registro de huella de carbono, compensación y proyectos de absorción de dióxido de carbono.
- # Navarro Javierre, P., García-Romeu Martínez, M., Alcaraz Llorca, J., Cruz Navarro, E., Martínez Giner, A., Ferreira Pozo, B. y Hortal Ramos, M. (2007). Guía práctica de diseño de envases y embalajes para la distribución de productos. ITENE, Instituto Tecnológico del Embalaje, Transporte y Logística. Disponible en www.itene.com
- # Oney (2020). Estudio "Consumo sostenible".
- # Pacheco-Blanco, B., Collado-Ruiz, D., Bastante-Ceca, M.J. y Viñoles-Cebolla, R. (2012). Ecodiseño de un calzado de señora mediante la aplicación del Análisis del Ciclo de Vida.
- # Peñate, I. (2020). Calzado sostenible: Guía práctica para profesionales que quieren cambiar el mundo de la moda. Fashion & Green.
- # Riveradevall, J., Albert, M., García, et al. (2007). Ecodiseño. Fundación La Caixa.
- # Riveradevall, J. (2014). Ecodiseño estratégica clave para la ecoinnovación de productos y servicios. Teoría y praxis investigativa, 9(2), 8-15. Bogotá, Colombia.
- # Rupérez, J.A. Apuntes para la sostenibilidad nº 2. Ecodiseño, necesidad social y oportunidad empresarial. Ed. Fundación Ecológica y Desarrollo, 2008.
- # Sala, S. Cerutti, A.K., Pant, R., Desarrollo del enfoque de ponderación para la Huella Ambiental, Oficina de Publicaciones de la Unión Europea, Luxemburgo, 2018, ISBN 978-92-79-68042-7, EUR 28562, doi 10.2760 / 945290.
- # SimaPro software. Pré Consultants. Nº versión 9.0 (2020).
- # Textile Exchange (2018). Threading the needle: Weaving the Sustainable Development Goals into the textile, retail, and apparel industry www.textileexchange.org
- # Thinkstep on Behalf of Sustainable Apparel Coalition, First Draft Producto Environmental Footprint Category Rules (PEFCR), Rev. 1.1 (2015).
- # Vidal, M., Vázquez, V., Magro, J., Ibarra, G., Ramos, B., Rieradevall, J. y Palmer, P. (2010). Ecodiseño en la gestión del ciclo de vida del producto. Grupo de trabajo. Congreso Nacional de Medio Ambiente - CONAMA 10.
- # Zampori, L. y Pant, R., Sugerencias para actualizar el método de Huella Ambiental del Producto (PEF), EUR 29682 EN, Oficina de Publicaciones de la Unión Europea, Luxemburgo (2019), ISBN 978-92-76-00654-1, doi: 10.2760 / 424613, JRC115959.



E/BOOK ECODISEÑO
PARA EL SECTOR DEL CALZADO