



*Las opiniones y los contenidos de los trabajos publicados son responsabilidad de los autores, por tanto, no necesariamente coinciden con los de la Red Internacional de Investigadores en Competitividad.*



Esta obra por la Red Internacional de Investigadores en Competitividad se encuentra bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivadas 3.0 Unported. Basada en una obra en riico.net.

## **Análisis de ciclo de vida: factor clave para la innovación tecnológica de productos ambientalmente integrados**

Lucio Guzmán Mares<sup>1</sup>  
Soledad Castellanos Villarruel\*  
Mario Gerardo Reyes Garcidueñas\*\*

### **Resumen**

El Análisis de Ciclo de Vida (ACV) conlleva un procedimiento laborioso y complejo que obliga el procesamiento de gran cantidad de información. Mucha de esta información es difícil de obtener y además subjetiva. Por ello, en los últimos años, grupos de investigación e instituciones han estado trabajando en la creación, actualización y extensión de bases de datos más documentadas para recopilar los elementos que este análisis requiere para la evaluación de daños en productos ambientalmente integrados.

El principal objetivo de este trabajo es determinar los impactos ambientales potenciales de un producto innovado llamado EcoSillón e identificar las posibles mejoras ambientales para la aplicación de criterios de sostenibilidad y buenas prácticas en su producción. Siguiendo fielmente la metodología de ACV que marca la Norma ISO 14040.

Como complemento, este artículo presenta un análisis comparativo de la mejora ambiental obtenida del EcoSillón versus un sillón convencional mediante la herramienta informática Simapro.

**Palabras clave:** ACV; Diseño; Innovación Tecnológica.

### **Abstract**

The Life Cycle Analysis (LCA) involves a laborious and complex procedure that requires the processing of a large amount of information. Much of this information is difficult to obtain and also subjective. For this reason, in recent years, research groups and institutions have been working on the creation, updating and extension of more documented databases to collect the elements that this analysis requires for the evaluation of damages in environmentally integrated products.

The main objective of this work is to determine the potential environmental impacts of an innovative product called EcoSillón and identify possible environmental improvements for the application of sustainability criteria and good practices in its production. Faithfully following the LCA methodology, that marks the ISO 14040 Standard.

As a complement, this article presents a comparative analysis of the environmental improvement obtained from the EcoSillón versus a conventional armchair through the Simapro computer tool.

**Keywords:** LCA; Design; Technological Innovation.

---

<sup>1</sup> \*\*Universidad de Guadalajara-CUCEA.

## Introducción

El ACV es una metodología internacionalmente aceptada y reconocida para la evaluación de cargas e impactos ambientales asociados a la elaboración de un producto o proceso, teniendo en cuenta todas las etapas de la vida del mismo. Es una herramienta que va más allá de la decisión netamente ambiental, ya que abarca las entradas y salidas, directas e indirectas, lo que permite manejar todos los factores ambientales. Además, la metodóloga es cuantitativa, y por lo tanto amplía de forma objetiva los elementos de juicio necesarios para la toma de decisiones, compatibilizando la preocupación del medio ambiente y los beneficios económicos en el análisis y gestión de la contabilidad tradicional, constituyendo por lo tanto una poderosa herramienta de gestión.

Por otra parte, la OCDE, en su Manual de Frascati (1994), define la **innovación** como *“la transformación de una idea en un producto o servicio comercializable, un procedimiento de fabricación o distribución operativo, nuevo o mejorado, o un nuevo método de proporcionar un servicio social”*. En este caso, el concepto va claramente ligado a la innovación empresarial. Existen multitud de definiciones y explicaciones del término innovación, ligados al ámbito económico, sociológico, etc., pero en definitiva todas tienen implícito que *“Innovar significa introducir modificaciones en la manera de hacer las cosas, para mejorar el resultado final. Así, una innovación puede ser desde una acción sobre el precio de un artículo para conquistar un mercado, hasta la mejora de un producto antiguo o el descubrimiento de un nuevo uso para un producto ya existente”* (González, 2006).

Con base a lo anterior, este trabajo presenta un producto innovado tecnológicamente bajo metodologías y estrategias de ecodiseño (elaborado previamente antes de este estudio de caso). Es por ello que se evalúan los impactos ambientales del EcoSillón y un sillón convencional para así llegar a conclusiones de si fue un diseño innovador y ambientalmente mejorado.

## Innovación y Ecoeficiencia en las Empresas

El ecodiseño es una estrategia global, y desde el inicio, ligada a la innovación y a las nuevas culturas de organización del trabajo, que utiliza la participación interdisciplinaria de todos los departamentos en el proceso de desarrollo de los ecoproductos. Este proceso puede cambiar al asociar el ecodiseño a la innovación y a la ecoeficiencia (reducción de los impactos ambientales y de los gastos del proceso productivo) (Rieradevall, 2010).

Con las técnicas de ecodiseño se introducen los criterios ambientales en el diseño, tratando de minimizar los principales impactos ambientales que se derivan de la producción y consumo del bien generado. El diseño considera la interrelación de ponderaciones como la estética, los costos, la

funcionalidad, seguridad, calidad y ergonomía. El objetivo de las técnicas de ecodiseño es incorporar en un mismo orden de importancia los tradicionales criterios de producción con las nuevas concepciones medioambientales, a fin de reducir los daños al ambiente, tanto en la producción como a lo largo de la vida del bien que se ofrece.

### **Sustentabilidad en Productos y servicios**

A la hora de poner en marcha un proyecto de Ecodiseño, el diseñador identifica aquellas medidas que puedan aportar un mayor grado de mejora ambiental. Esas potenciales medidas son priorizadas desde el punto de vista técnico y económico. De todas ellas, las que inciden directamente en la reducción de costes del fabricante (reducción del uso de materias primas, menores envases y embalajes, logísticas de distribución más eficientes,...) son fácilmente aplicables. De igual manera, aquellas que no tienen un impacto económico negativo para el fabricante y que pueden representar importantes mejoras económicas en el usuario (como es por ejemplo la mayor eficiencia en la fase de uso, menor uso de consumibles,..) son también integradas en los nuevos diseños. Este tipo de medidas, especialmente la eficiencia energética en la fase de uso ha tenido un gran impulso en Europa con el establecimiento del etiquetado de eficiencia energética, obliga a los fabricantes de cierto tipo de equipos a informar al consumidor del comportamiento energético del producto durante la fase de uso, en base a ensayos en determinadas condiciones de funcionamiento. Esa información se muestra tanto en valores absolutos como en función de una comparativa con respecto a un valor medio de los productos existentes en el mercado en el momento de la publicación de los criterios por cada categoría de producto afectada. Y debe ser expuesta mediante una etiqueta directamente sobre el producto, con unas determinadas dimensiones prefijadas en la norma y mediante un fácilmente interpretable sistema de letras y colores (Fernández, 2015).

### **Principios y fundamentos**

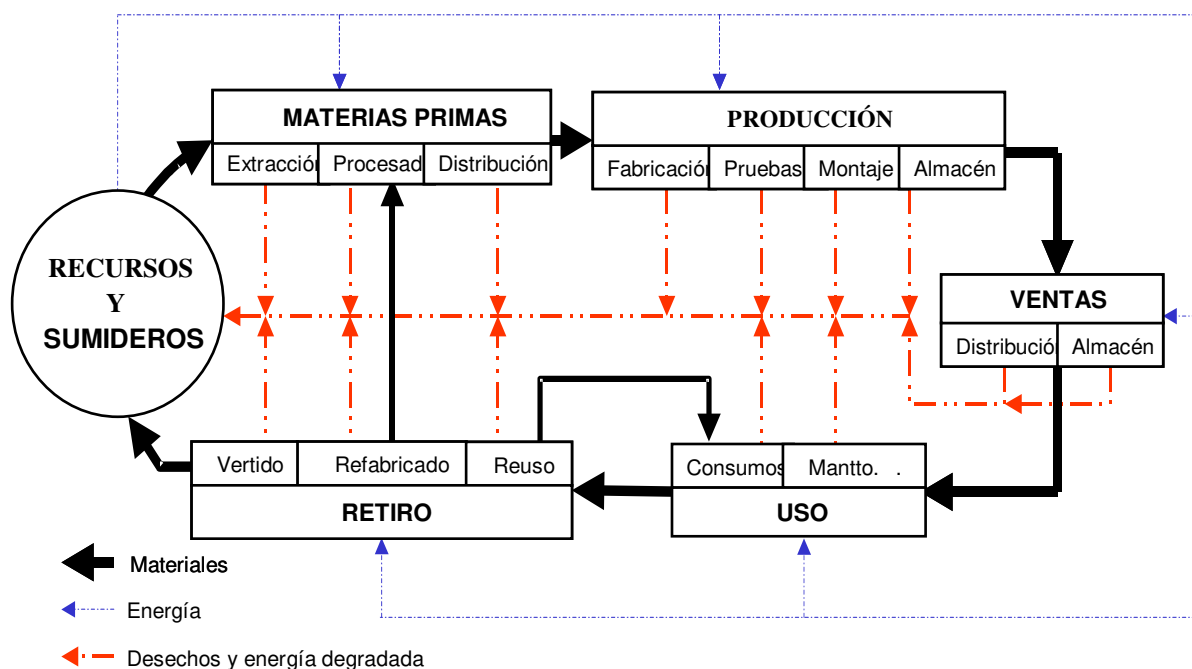
#### **Aspectos principales del ACV**

Cualquier producto consume recursos naturales y energía procedente de la naturaleza, los cuáles se combinan en múltiples formas para generar los productos y/o servicios buscados y, como elementos no buscados, las emisiones, los vertidos y los residuos sólidos. El ciclo de vida de un producto (Keoleian & Menerey, 1993) incluye las siguientes etapas:

1. Extracción de materias primas.
2. Procesado de materiales.
3. Producción de maquinaria y herramientas.

4. Producción y montaje.
5. Uso y servicio.
6. Retiro.
7. Eliminación.

Estas etapas representan un esquema para clasificar las actividades a través del ciclo de vida de un producto. Todas las etapas no tienen por qué aplicarse a cada sistema de producto. En la figura 1 se muestra el Ciclo de Vida Físico del Producto (Gómez, 2004) con la secuencia de fases en las que se producen transformaciones de materiales y energía, y que incluye la Extracción y Procesamiento de los materiales, la Producción (Fabricación y Ensamblaje del producto), el Almacenaje, la Distribución, el Uso y Mantenimiento y el Retiro de los materiales del producto al final de su vida útil.



**Figura 1 – Ciclo de vida físico de un producto o servicio.**

Por ello, todo producto, bien y servicio interactúa de forma constante con su entorno. Las interrelaciones siempre tendrán sus impactos negativos y positivos, el fin de estudiar y hacer ecodiseño es reducir los impactos negativos, hacer que la actuación de un producto o servicio en nuestro hábitat sea mayormente positivo, minimizando su efecto negativo, optimizando su utilización y facilitando la degradación y retorno al ecosistema.

Así que, para evaluar el impacto, que un diseño produce sobre el medio ambiente, existen diferentes métodos. Cada método se ajusta para analizar las especificaciones ambientales del diseño, con el fin de evaluar las alternativas de un producto innovado acorde con las especificaciones del ambiente donde es requerido; sin embargo hoy en día no existen indicadores ambientales que cubran la totalidad de los ambientes existentes en nuestro hábitat. El Dr. Gómez (2004) clasifica los métodos de análisis y evaluación ambiental aplicables al diseño de productos en:

1. Determinación de parámetros e Indicadores ambientales.
2. Evaluación del ciclo de vida del producto (Lite Cycle Assessment, LCA).

Mencionar que el primer método no se analizará por cuestiones del objeto de este estudio. En el punto 2.2 se presenta el segundo método de análisis y evaluación ambiental.

### **Evaluación del ciclo de vida del producto (Lite Cycle Assessment, LCA)**

El ACV, conocido internacionalmente como LCA (Life Cycle Assessment) o ECV (Evaluación del ciclo de vida); es una herramienta que se usa para evaluar el impacto ambiental potencial de un producto, proceso o actividad a lo largo de todo su ciclo de vida mediante la cuantificación del uso de recursos ("entradas" como energía, materias primas, agua) y emisiones medioambientales ("salidas" al aire, agua y suelo) asociados con el sistema que se está evaluando.

El ACV/LCA es un método desarrollado para evaluar el equilibrio o balance total entre las entradas y las salidas del sistema de energía y recursos, para organizar y cuantificar el uso de éstos, para convertir estos flujos en términos manejables y comprensibles, para tener una la interpretación del efecto ambiental del uso de estos recursos y su relación con la salud humana y áreas ecológicas.

La cuantificación de entradas y de salidas de un sistema se llama el inventario del ciclo de vida (ICV). En esta etapa, todas las emisiones son reportadas sobre un volumen o un kilogramo de masa (ejemplo: kilogramo de CO<sub>2</sub>, kilogramo de cadmio, metro cúbico de basura sólida). El Análisis del impacto del ciclo vida (AICV) convierte estos flujos en indicadores más simples (ecopuntos) y así poder determinar el grado de daño (a la salud humana, a los ecosistemas y a los recursos) con base a los diferentes tipos de impactos ambientales que componen a cada uno de estas categoría de daños.

### **Principales metodologías de diseño e innovación tecnológica**

En la actualidad existen diferentes metodologías para la realización de diseño de productos, sin embargo no todas consideran de manera sistemática los aspectos y criterios medioambientales, de salud y seguridad que conllevan a la innovación tecnológica ambientalmente integrada. Por tal razón se presentan algunas de las más difundidas y otras de las más recientes (ver tabla 1).

### El Ecodiseño: etapa clave en el proceso de sostenibilidad de los productos

En el camino hacia el desarrollo sostenible hay diferentes estadios de actuación que nos ayudan a reducir el impacto de los productos, desde actuaciones aisladas como el tratamiento de las emisiones en el proceso de fabricación de un producto o los propios residuos finales de los mismos hasta actuaciones globales de prevención ambiental como el ecodiseño sostenible, que persigue una integración de los aspectos ambientales (ecología), sociales (equidad) y empresariales (economía). En este marco, el ecodiseño es el eslabón clave hacia la sostenibilidad y el consumo responsable al incorporar nuevos conceptos como: la visión de producto-sistema, el concepto de ciclo de vida y la integración de todos los actores implicados en la mejora de los aspectos ambientales de los productos y servicios. La tabla 1 presenta algunas de las principales metodologías que se han aplicado en productos y servicios en procura de alcanzar la sostenibilidad en ellos.

**Tabla 1 – Comparación de Fases de Metodologías de Ecodiseño.**

BREZET (PROMISE) 1997	CEGESTI 1999	IHOBE 2000	UNE EN ISO 14006 2011	GUZMAN 2005	IneDIC 2011
Organización del proyecto de ecodiseño.	Organización y estrategia empresarial.	Preparación del proyecto.	Planificación.	Planificación.	Planificación del proyecto de ecodiseño.
Selección de producto.	Elegir el producto.				Análisis del proyecto.
Establecimiento de las estrategias.	Análisis del producto.	Aspectos ambientales.			Definición de la estrategia de ecodiseño para el producto.
Generación y selección de ideas.	Creación de nuevas ideas.	Ideas de mejora.			Concepto de producto.
Detalle del concepto.	Detallar el concepto.	Desarrollo de conceptos	Implantación y operación.	Implantación.	Detalle del producto.
		Producto en detalle.			
Comunicación y lanzamiento.	Evaluar los resultados.	Plan de acción.	Verificación.	Evaluación.	Producción y lanzamiento.
		Evaluación.			Evaluación de producto y proyecto.
Seguimiento.			Revisión por la dirección	Gestión de mejora.	Actividades de seguimiento.

Fuente: Elaboración propia.

Como se especificó en el apartado de introducción, para la elaboración del EcoSillón se tomó como base la metodología de Guzmán (2005), correlacionándola con la metodología de ACV y Simapro.

## Metodología de ACV para el diseño e innovación de productos ambientalmente integrados

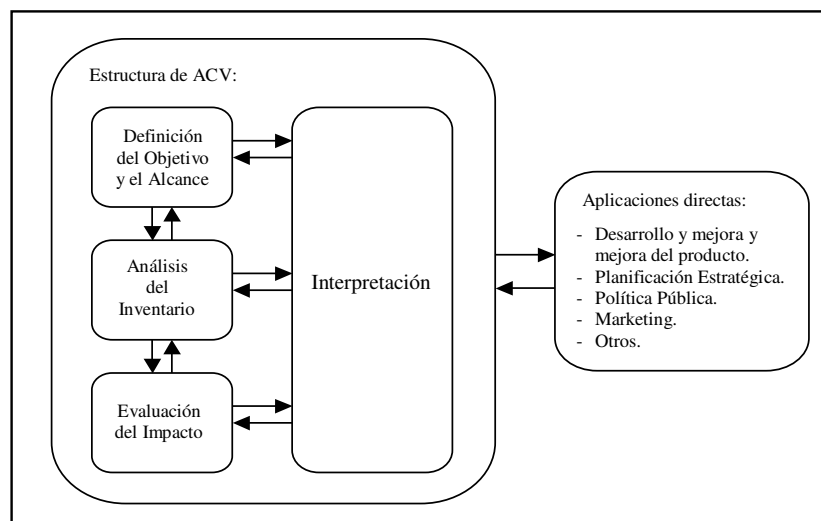
### Descripción general de la metodología de ACV

El ACV, tal y como se define en la norma ISO 14040 (2006):

“recopilación y evaluación de las entradas, las salidas y los impactos ambientales potenciales de un sistema del productos a través de su ciclo de vida”.

Las categorías generales de impactos medioambientales que precisan consideración incluyen el uso de recursos naturales, la salud humana y las consecuencias ecológicas (categorías de daño). Un ACV completo incluye las siguientes fases (ver figura 2):

1. **Definición del objetivo y el alcance:** La aplicación pretendida, las razones para realizar el estudio y el destinatario previsto.
2. **Análisis de inventario:** Comprende la obtención de datos y los procedimientos de cálculo para cuantificar las entradas y salidas relevantes de un sistema del producto.
3. **Evaluación de impacto:** Se evalúa la importancia de los potenciales impactos ambientales utilizando los resultados del análisis de inventario de ciclo de vida.
4. **Interpretación de resultados:** Conclusiones y recomendaciones para la toma de decisiones, de forma consistente con el objetivo y alcance definidos.



**Figura 2 – Metodología del ACV (ISO 14040:2006).**

Estas cuatro fases no son simplemente secuenciales. El ACV es una técnica iterativa que permite ir incrementando el nivel de detalle en sucesivas iteraciones. Una descripción breve de ellas es:



### **Definición del objetivo y alcance**

En esta fase se define el tema de estudio y se incluyen los motivos que llevan a realizarlo. También en esta fase se establece la unidad funcional. La unidad funcional describe la función principal del sistema analizado. Un ACV no sirve para comparar productos entre sí, sino servicios y/o cantidades de producto que lleven a cabo la misma función. Por ejemplo, no es válido comparar dos kilos de pintura diferentes que no sirvan para realizar la misma función, cubrir un área equivalente con una duración similar.

Debido a su naturaleza global un ACV completo puede resultar extensísimo. Por esta razón se deberán establecer unos límites que deberán quedar perfectamente identificados. Los límites del sistema determinan qué procesos unitarios deberán incluirse dentro del ACV. Varios factores determinan los límites del sistema, incluyendo la aplicación prevista del estudio, las hipótesis planteadas, los criterios de exclusión, los datos y limitaciones económicas y el destinatario previsto.

### **Análisis de inventario (ICV)**

Esta fase comprende la obtención de datos y los procedimientos de cálculo para identificar y cuantificar todos los efectos ambientales adversos asociados a la unidad funcional. De una forma genérica denominaremos estos efectos ambientales como "carga ambiental". Esta se define como la salida o entrada de materia o energía de un sistema causando un efecto ambiental negativo. Con esta definición se incluyen tanto las emisiones de gases contaminantes, como los efluentes de aguas, residuos sólidos, consumo de recursos naturales, ruidos, radiaciones, olores, etc... Cuando se trabaje con sistemas que impliquen varios productos, en esta fase se procederá a asignar los flujos de materia y energía así como las emisiones al medio ambiente asociadas a cada producto o subproducto.

### **Evaluación de impactos (AICV)**

La estructura de esta fase viene determinada por la normativa ISO 14042, distinguiendo entre elementos obligatorios y elementos opcionales. Los elementos considerados obligatorios son:

1. **Selección de las categorías de impacto.** Indicadores de categoría y modelos.
2. **Caracterización.** Consiste en la modelización, mediante los factores de caracterización, de los datos del inventario para cada una de dichas categorías de impacto.
3. **Clasificación.** Se asignan los datos procedentes del inventario a cada categoría de impacto según el tipo de efecto ambiental esperado. Una categoría de impacto es una clase que representa las consecuencias ambientales generadas por el proceso o sistemas de productos.

## **Interpretación**

La interpretación es la fase en la que se combinan los resultados de análisis del inventario con la evaluación de impacto. Los resultados de esta interpretación pueden adquirir la forma de conclusiones y recomendaciones para la toma de decisiones. Permite determinar en qué fase del ciclo de vida del producto se generan las principales cargas ambientales y por tanto que puntos del sistema evaluado pueden o deben mejorarse. En los casos de comparación de distintos productos se podrá determinar cuál presenta un mejor comportamiento ambiental (Capuz, et al, 2002).

## **Descripción general del SimaPro**

SimaPro es un programa desarrollado por la empresa holandesa PRé Consultants (1999), que permite realizar Análisis de Ciclo de Vida (ACV), mediante el uso de bases de datos de inventario propias (creadas por el usuario) y bibliográficas (Ecoinvent, BUWAL, IDEMAT, ETH, IVAM...). SimaPro es el software líder para el análisis de ciclo de vida de diferentes productos, que puede ser empleado por la industria, investigadores y estudiantes. Este software es una herramienta para identificar, analizar y hacer seguimiento a la sostenibilidad de productos y servicios.

El programa contiene diferentes métodos para el análisis de ciclo de vida, que sirven para calcular los resultados del análisis o evaluación de impactos. En general la estructura básica de los métodos que se pueden emplear en SimaPro es la siguiente:

1. Caracterización
2. Evaluación de daños
3. Normalización
4. Ponderación
5. Adición

Se debe tener en cuenta que debido a que los últimos cuatro pasos son opcional, según el estándar ISO, no están disponibles en todos los métodos (Ramírez, Ruíz, & Vélez, 2014).

En el punto 4 se presentan los principales resultados obtenidos tanto de la aplicación de la metodología de ecodiseño como la aplicación de la metodología de ACV complementada con la evaluación de impactos ambientales mediante la herramienta informática Simapro.

## **Aplicación de la metodología ACV: resultados**

### **Fase 1: Definición de objetivo y alcance**

#### **Unidad funcional**

Brindar comodidad al usuario mediante un sillón para reposar, guardar librería y hacer trabajos de oficina, con uso de tres veces al día durante 5 años.

### Objetivo

Conocer y comparar los impactos medioambientales potenciales de un Ecosillón y un sillón convencional.

### Motivo

Mejorar ambientalmente un producto existente.

### Alcance

Tres procesos unitarios de cada producto: recolección de materia prima, proceso de producción y uso y retiro (fin de vida).

### Fase 2: Análisis de inventario

En esta fase solo se presenta parte de la información trabajada para la introducción de datos en Simapro en su correspondiente apartado, dando un panorama general de lo considerado.

**Tabla 2 – Despiece o desglose del Ecosillón.**

Pieza	Descripción	Número de piezas
A	Guía	6
B	Cuerpo de sillón	4
C	Respaldo 1	1
D	Respaldo 2	1
E	Soporte de respaldos	2
F	Paleta de trabajo	1
G	Paleta de accesorios	1
H	Madera de apoyo a paletas	1
I	Asiento	1
J	Esparrago (con rondanas y tuercas)	1

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3 – Lista de materiales del Ecosillón.

Producto o equipo	Cantidad	Características
Cartón	3 cajas de cuadradas de 1 mt. x 1 mt.	El cartón fue conseguido de 2.4 cm. de ancho en un taller de polipropileno
Madera	Tira de madera de 16 mm de ancho por 2 mt. de largo	La madera fue sacada de pedacero dentro del taller en donde se nos dejó trabajar
Esparrago	Esparrago de ½ pulgada	Fue comprado y se escogió ese grosor por características técnicas del producto
Tuercas y rondanas	6 tuercas de ½ pulgada y 6 rondanas de ½ pulgada	Son de este grosor ya que es el grosor del esparrago
Pintura	Un litro por color	Los colores son gris y negro hechas a base de agua
Pulidora	Una con disco de 15 cm. de diámetro	Utilizada para todo el corte de cartón
Sierra	Una de mesa	Utilizada únicamente para el corte de madera
Cúter	Uno convencional	Utilizada en dientes de menos de 3 cm. de largo
Regla escuadra	Esta de 90 cm. x 30 cm.	Utilizada para el trazado de líneas
Otros	Plumas, lijás, etc.	Utilizadas para trazar y lijar entre otras

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 2 se realizó la cuantificación de piezas necesarias para la fabricación de un Ecosillón, otorgando una letra como código de identificación para el instructivo de armado. Mientras la tabla 3 muestra la lista de materiales y equipos utilizados para su proceso de ensamble. Con lo anterior se obtuvo la información básica para la cuantificación de entradas y salidas de todos y cada uno de los procesos unitarios considerados en el ACV.

Finalmente la figura 3 presenta un instructivo de armado donde se indica la secuencia de ensamblaje paso a paso, proporcionando de forma efectiva el orden de armado con base a su codificación de sus componentes.

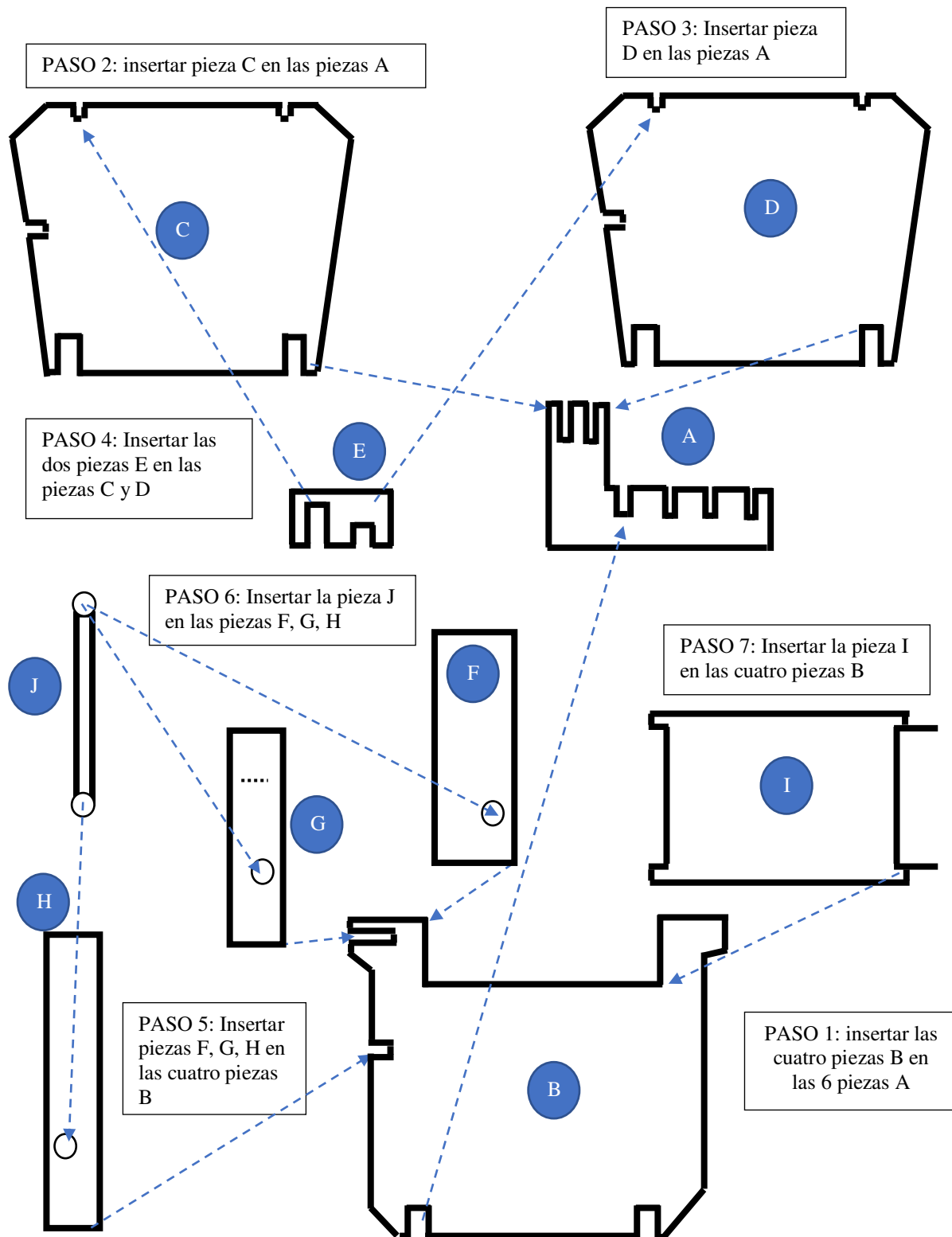
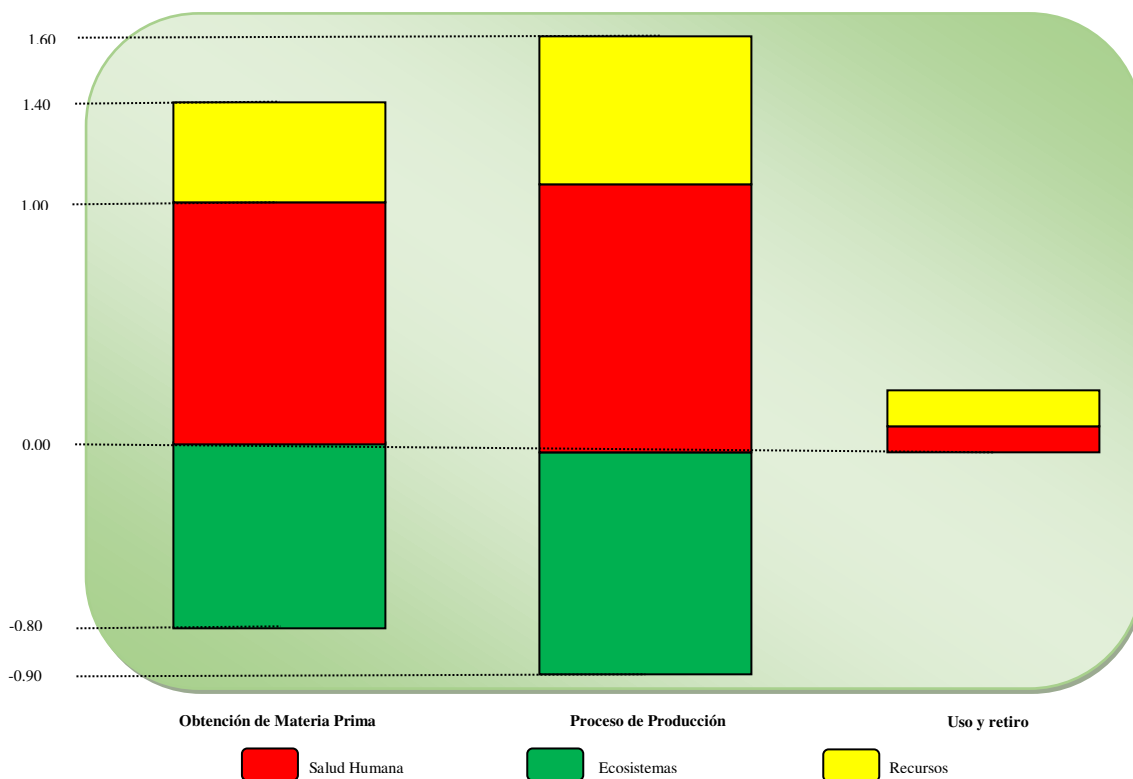


Figura 3 – Instructivo de armado del Ecosillón. Fuente: elaboración propia

### Fase 3: Evaluación de impactos

En esta fase se presentan los principales gráficos obtenidos directamente del software Simapro y por motivos de extensión del documento, se muestran (en el punto 4.3.1) los resultados tipo del Ecosillón y posteriormente (en el punto 4.3.2) el análisis comparativo de los dos productos; donde se generan conclusiones que confirman la hipótesis de que un producto ambientalmente integrado impacta menos al medio ambiente. Mencionar que las gráficas han sido editadas en Microsoft Word (lo más parecido a las originales) para dar cumplimiento a requisitos de formato.

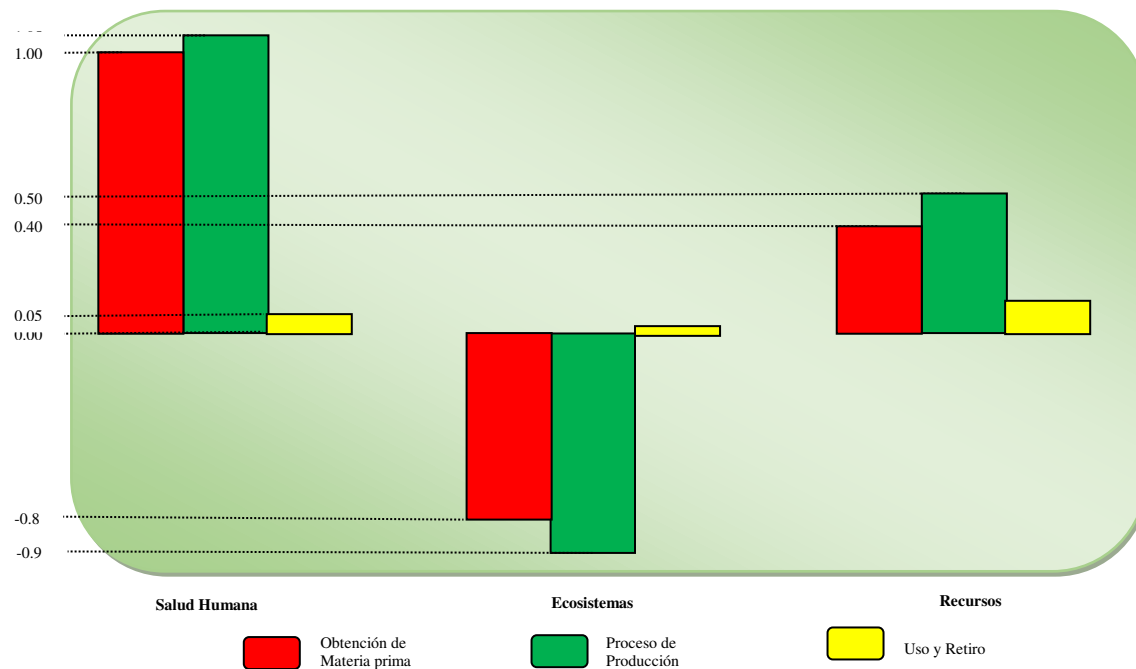
#### Evaluación de impactos por categorías de daño e impactos ambientales del Ecosillón



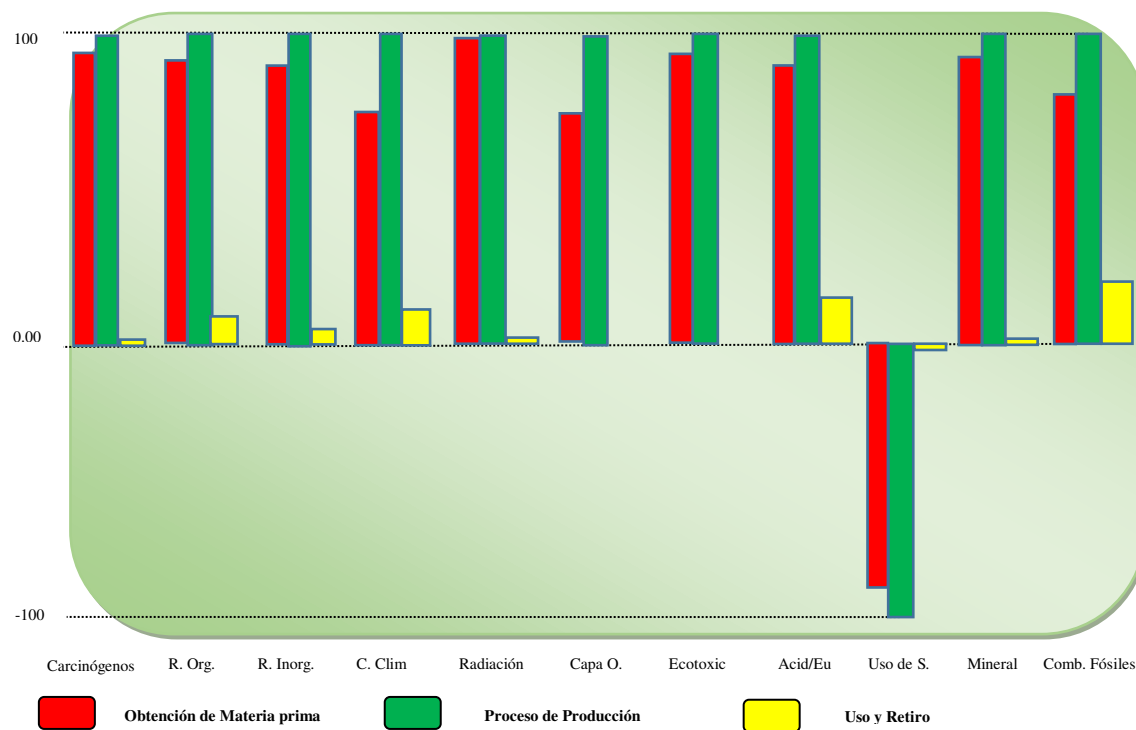
**Gráfica 1 – Puntuación única por categoría de daño de los procesos del Ecosillón**

De la gráfica 1 se puede concluir que el proceso de producción resulta el que supone mayor impacto ambiental, pero en ese proceso y el de obtención de materia prima se evita el uso para impactos a ecosistemas, el que menos impacto supone es la fase de uso y retiro.

La gráfica 2, en puntos de ponderación, muestra que la salud humana supone el mayor daño, así como, el daño a ecosistemas es menor por evitar el uso de contaminantes en obtención de materias primas y producción.



**Gráfica 2 – Ponderación por categoría de daño de los procesos del Ecosillón**

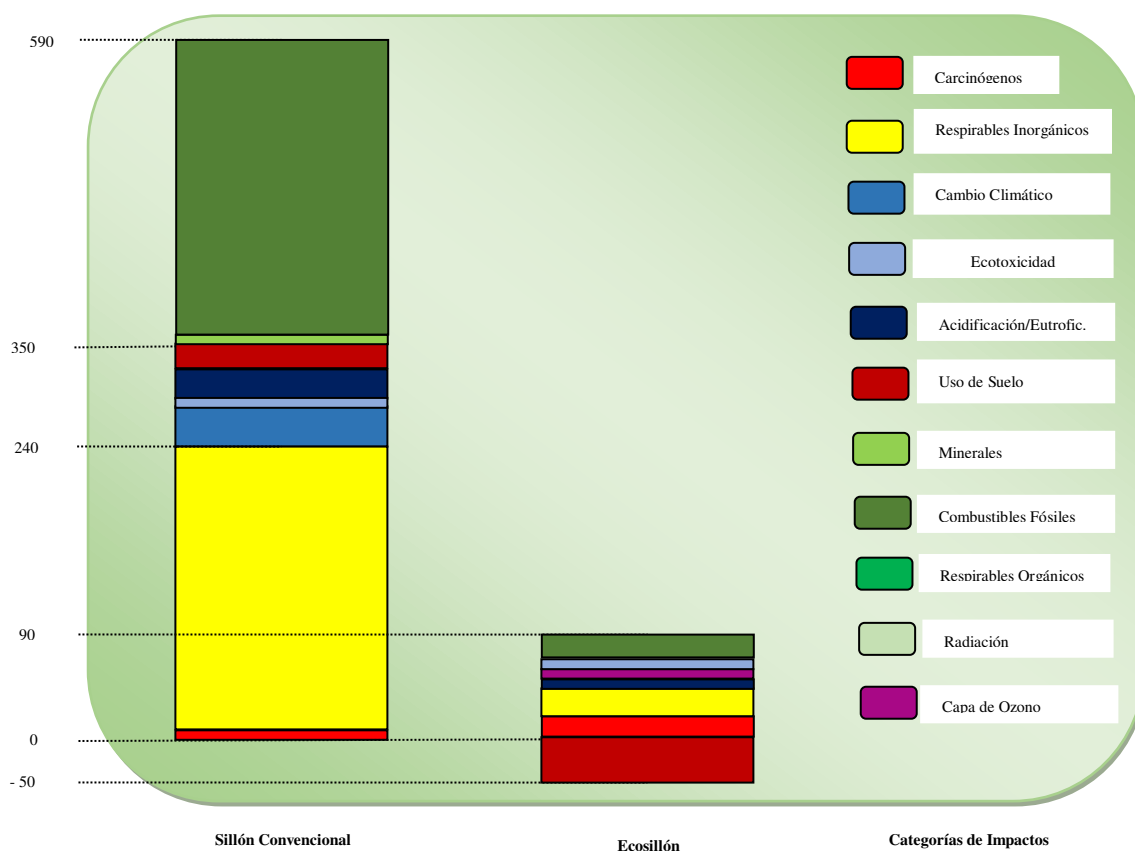


**Gráfica 3 – Caracterización por categorías de impactos de los procesos del Ecosillón**

En la gráfica 3 se observa claramente que el proceso de producción es el que más contamina en el Ecosillón en la mayoría de los impactos ambientales estudiados, solo con excepción en el impacto de usos de suelo; en el cual se evitaron contaminantes, como se ha mencionado anteriormente.

### Análisis comparativo de impactos por categorías de daño e impactos ambientales

Los siguientes tres gráficos (4, 5 y 6) confirman la hipótesis de que el producto ecodiseñado (Ecosillón) impacta menos al medio ambiente que un sillón convencional sin afectar su función principal para lo que están diseñados, ni características que se procuran en un producto: calidad, estética, multifuncionalidad, costo, entre otras.

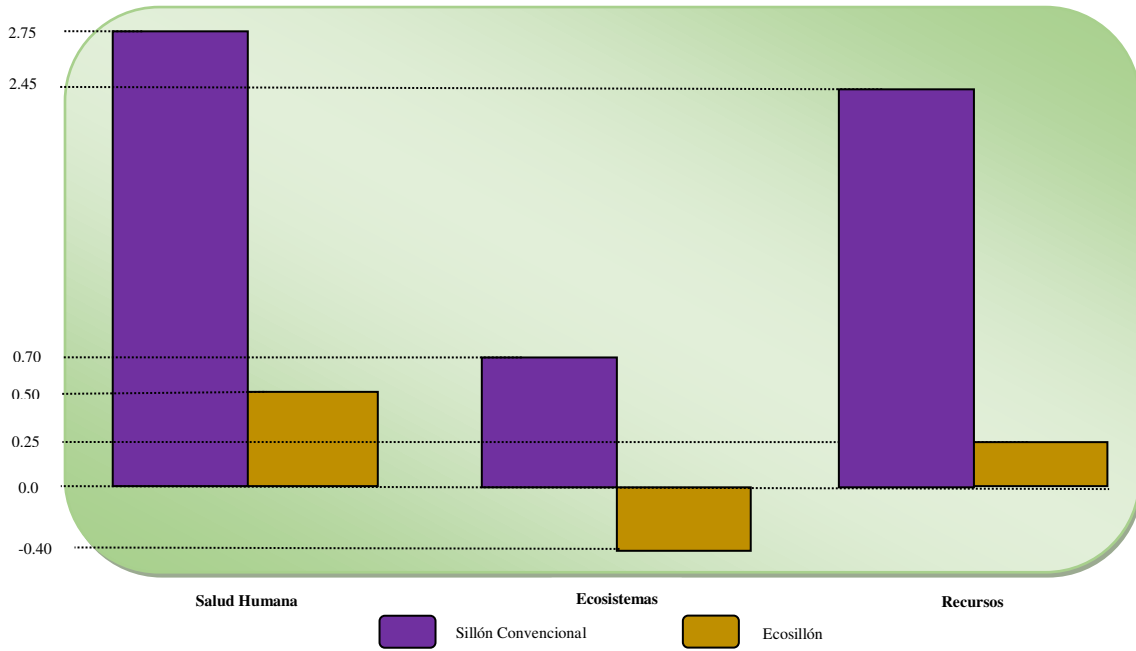


**Gráfica 4 – Evaluación por categoría de impactos del Ecosillón y el Sillón Convencional**

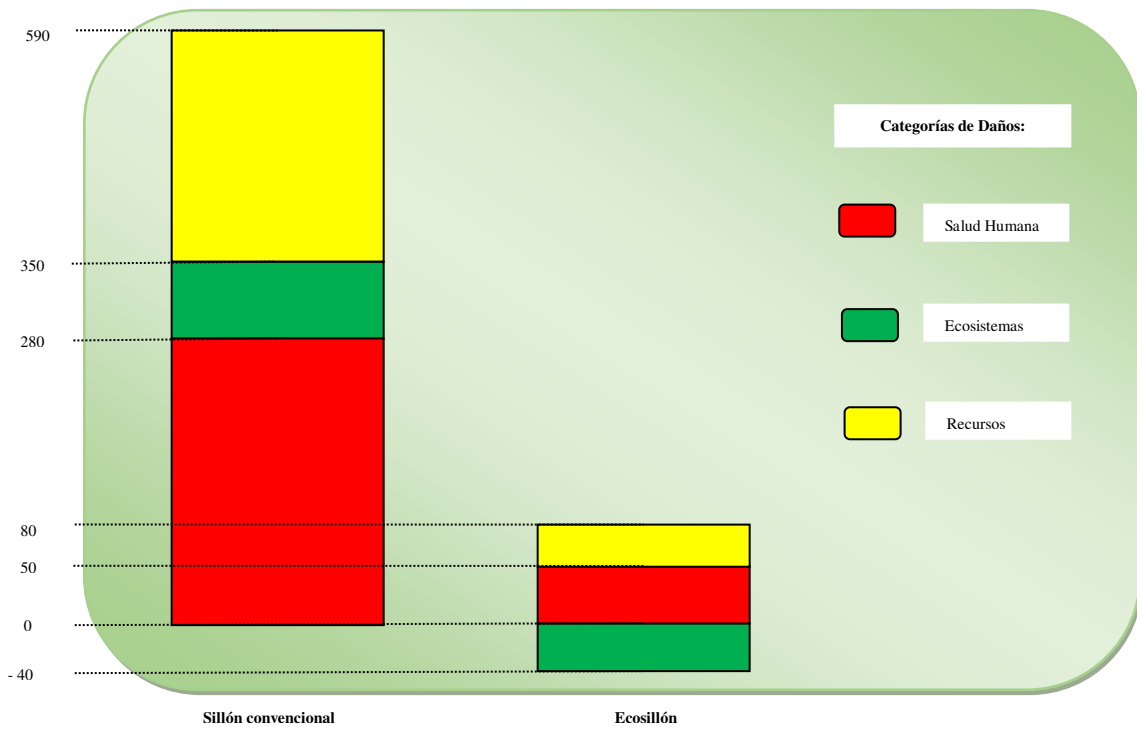
De la gráfica 4 se puede concluir que los impactos de respirables inorgánicos y combustibles fósiles del sillón convencional resultan ser los que más impacto suponen al medio ambiente. También se observa, que en el Ecosillón, los carcinógenos es el de mayor impacto. Concluyendo una mejora ambiental global mayor del 600% con el producto ecodiseñado.

La gráfica 5 muestra que, en las tres categorías de impacto de daño (Salud Humana, Calidad en los Ecosistemas y Recursos), el sillón convencional supone mayor impacto ambiental versus el Ecosillón que presenta impacto negativo por los materiales recuperados y/o evitados en la recolección de materia prima principalmente.





**Gráfica 5 – Ponderación: comparativo por categoría de daño del Ecosillón vs. sillón convencional**



**Gráfica 6 – Puntuación única: comparativo por categoría de daño del Ecosillón vs. sillón convencional**

Finalmente, en la gráfica 6 se puede concluir que el sillón convencional tiene mayor impacto ambiental que el Ecosillón, donde la puntuación única está en 590 y 80 respectivamente, con una mejora ambiental mayor de 6 veces del producto ecodiseñado.

### **Conclusiones: fase 4 interpretación**

El objetivo del presente trabajo es, entre otros, disminuir el impacto del ciclo de vida del producto ecodiseñado, manteniendo y mejorando el resto de sus características (calidad, costo, propiedades físicas, etc.). En este caso de aplicación, el nuevo producto cumple especificaciones de diseño y fabricación tan exigentes, o más, que el producto referente (convencional). Si bien se ha hecho hincapié en disminuir el impacto ambiental a lo largo del ciclo de vida del sillón, además ha mejorado su calidad (funcionalidad, aspecto estético, durabilidad, entre otras) y, finalmente, se ha reducido significativamente tanto su costo de fabricación como el impacto negativo al medio ambiente, aumentando la calidad de vida de la sociedad y del mundo.

En lo que a la evaluación y comparación de impactos, con el software Simapro, se refiere; se puede observar y concluir que en la evaluación general por categoría de daño, resulta claramente con mayor impacto negativo al medio ambiente el sillón convencional reduciendo un 81% en daños a la salud humana, un 89% en daños a los recursos y por último en ecosistemas reduciéndolo un 100%. Dando en total una reducción de impactos ambientales de un 90%, por lo que se puede concluir que se logró hacer un producto mejor medioambientalmente hablando, logrando una innovación tecnológica en productos y procesos mediante la aplicación de metodologías de ecodiseño y análisis de ciclo de vida.

En la gráfica 4 se observa como los impactos de respirables inorgánicos y combustibles fósiles del sillón convencional resultan ser los que mayor impacto suponen al medio ambiente. También muestra que en el ecosillón, los carcinógenos es el de mayor impacto. La puntuación única está en 590 y 80 respectivamente, con una mejora ambiental mayor de 7 veces. Concluyendo una mejora ambiental global mayor del 700% con el producto ecodiseñado.

Finalmente se confirma la hipótesis de que el producto ecodiseñado (Ecosillón) impacta menos al medio ambiente que un sillón convencional. Concluyendo que el análisis de ciclo de vida es factor clave para la innovación tecnológica y el desarrollo de productos y servicios sustentables.

### **Referencias:**

- AENOR. UNE-EN ISO 14040. (2006). *Gestión Medioambiental. Análisis de Ciclo de Vida. Principios y Marco de Referencia*. Madrid: ISO.
- Benavides, C.A. (1998). *Tecnología, Innovación y Empresa*. Ediciones Pirámide, Madrid.
- Brezet, H. y Van Hemel, C. (1997). *Ecodesign: a promising approach to sustainable production and consumption*. París: UNEP IE.

- Capuz, R. S., Gómez, N. T., et al. (2002). *Ecodiseño. Ingeniería del ciclo de vida para el desarrollo de productos sostenibles*. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia..
- CEGESTI. (1999). *Manual para implantar el ecodiseño en Centroamérica/Cegesti*. Marcel Crul y Jan Carel Diehl. San José, Costa Rica. [Consultado 12 de julio de 2018]. Disponible en: <http://docplayer.es/9397773-Manual-para-la-implementacion-de-ecodiseno.html>
- Fernández, A. J. (15 - 17 de Julio de 2015). *La servitización como estrategia para el diseño y desarrollo de Productos más ecoeficientes*. 19th International Congress on Project Management and Engineering. Granada, España. [Consultado 30 de marzo de 2018]. Disponible en: [http://www.aeipro.com/aplic/tree\\_congresos/detalle\\_remository\\_aeipro.php?file=4385](http://www.aeipro.com/aplic/tree_congresos/detalle_remository_aeipro.php?file=4385)
- González, H. A. (2006). *La Innovación: un Factor Clave para la Competitividad de las Empresas*. Madrid: Dirección General de Investigación. Consejería de Educación de la Comunidad de Madrid.
- Gómez, N. T. (2004). *Propuesta metodológica para la mejora de la ecoeficiencia de los productos industriales a lo largo de su ciclo de vida. Aplicación a las PyME de la comunidad valenciana*. Tesis Doctoral. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia.
- Guzmán, M. L. (2005). *Propuesta Metodológica para la Integración del Factor Ambiental en el Diseño de Productos y de Procesos, a través del Sistema de Gestión, en la Industria del Mueble. Caso de estudio: Sector del Mueble del Estado de Jalisco (México)*. Valencia: Tesis Doctoral de la Universidad Politécnica de Valencia.
- IHOBE. (2000). *Manual Práctico de Ecodiseño. Operativa de implantación en 7 pasos*. Gobierno Vasco, España. [Consultado 30 de abril de 2018]. Disponible en: <http://www.ihobe.eus/Publicaciones/Ficha.aspx?IdMenu=97801056-cd1f-4503-bafa-f54fa80d9a44&Cod=414a18ef-dd57-4b40-8746-407d517f7bda&Idioma=es-ES&Tipo=>
- InEDIC Ecodesign Manual. (2011). *Developed within the EU Project InEDIC – Innovation and Ecodesign in the Ceramic Industry*. Rocha, C. et al. European Commission. [Consultado 30 de abril de 2018]. Disponible en: <http://docplayer.es/9398001-Manual-de-ecodiseno-inedic-pagina-1.html>
- Keoleian, G. A. y Menerey, D. (1993). *Life Cycle Design Guidance Manual*. US EPA Cincinnati.
- Manual de Oslo. (2005). *Guía para la Recolección e Interpretación de datos sobre Innovación*. Madrid, OCDE y Eurostat.

- OCDE. (1994): *Manual de Frascati, Organisation for Economic Co-operation and Development*. París.
- PRé Consultants, B.V. (1999). *User Manual, Simapro*. Pré consultans B.V. Amersfoort, Netherlands.
- Ramírez, O. A., Ruíz, J. C. y Vélez, V. (2014). *Análisis de Ciclo de Vida con el software SimaPro*. [Consultado 12 de julio de 2018]. Recuperado de: <https://aciclovidasimapro.wordpress.com/category/simapro/>
- Rieradevall, J., Vinyets, J. y Doménech, X. (2010). *Ecodiseño: Los Productos y el Desarrollo Sostenible*. Barcelona, Rubes Ed.
- UNE EN 14006:2011. (2011). *Sistemas de Gestión Ambiental. Directrices para la Incorporación del Ecodiseño*. ISO.