

LA INNOVACIÓN Y EL ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA PARA LA TOMA DE DECISIONES SUSTENTABLES EN EL DISEÑO DE PRODUCTOS.

¹Lucio Guzmán Mares, ²Ma. Soledad Castellanos Villarruel, ³Alfonso Moreno Salazar,
⁴Alma Jessica Velázquez Gallardo, ⁵Norma Bautista Rangel.

¹Doctorado en Proyectos de Ingeniería e Innovación, ²Doctorado en Cooperación y Bienestar Social,
³Doctorado en Ingeniería de Proyectos, ⁴Doctorado en Cooperación y Bienestar Social,
⁵Maestra en Ciencias de la Información y Administración del Conocimiento.

^{1,2}Universidad de Guadalajara
Centro Universitario de la Ciénega, Departamento de Negocios
Av. Universidad 1115, Col. Linda Vista, Ocotlán, Jalisco, México
[1luciog34@hotmail.com](mailto:luciog34@hotmail.com), [2solcv@hotmail.com](mailto:solcv@hotmail.com)

³Universidad de Guadalajara
Centro Universitario de la Ciénega, Departamento de Ingeniería Industrial
Av. Universidad 1115, Col. Linda Vista, Ocotlán, Jalisco, México
alf.morenosalazar@gmail.com

Universidad de Guadalajara
Centro Universitario de la Ciénega, Departamento de Justicia y Derecho
Av. Universidad 1115, Col. Linda Vista, Ocotlán, Jalisco, México
jvelazquez@cuci.udg.mx

Universidad de Guadalajara
Centro Universitario de la Ciénega, Departamento de Ciencias Básicas
Av. Universidad 1115, Col. Linda Vista, Ocotlán, Jalisco, México
bautistanorma@hotmail.com

Resumen -- Diseñar productos ecológicos se convierte en uno de los mayores retos para las empresas, hoy en día, pues los consumidores buscan en ellos calidad pero que no dañen al planeta. Es por ello que en el presente artículo se desarrolla un estudio de caso que evalúa los impactos medioambientales de un producto ecoinnovado y los compara con otro producto de la misma esencia, comercial; con la finalidad de conocer la etapa de su ciclo de vida más contaminante de cada uno de ellos, seguidamente comparando los daños que generan para determinar si hubo mejora ambiental en el producto innovador.

La gestión de la innovación permite aplicar criterios creativos en procura de lograr mejoras sustanciales que coadyuven a la sustentabilidad. Mientras la ingeniería toma importancia en el análisis detallado de las partes que componen a los productos, construyendo diagramas

de flujo, fichas técnicas, dibujos dimensionales, entre otros.

El objetivo principal del presente caso de estudio es evaluar y comparar los impactos ambientales del ciclo de vida de los dos productos aplicando la metodología de Análisis de Ciclo de Vida (ACV) enmarcada en la norma internacional ISO 14040 y utilizando el software especializado Simapro, para conocer la sustentabilidad que existe entre ellos.

Finalmente se presentan los principales resultados obtenidos de estas metodologías y los gráficos individuales y comparativos de los impactos y daños ambientales que genera cada producto, concluyendo con la mejora ambiental alcanzada en el producto ecodiseñado o ecoinnovado mayor al 35% global.

Palabras Clave: ACV, Innovación, Diseño de Productos.

Abstract -- Designing organic products becomes one of the biggest challenges for companies, nowadays, as consumers look for quality in them but they do not harm the planet. That is why this article develops a case study that evaluates the environmental impacts of an eco-innovative product and compares them with another product of the same essence, commercial; in order to know the stage of its life cycle most polluting each of them, then comparing the damage they generate to determine if there was an environmental improvement in the innovative product.

Innovation management allows to apply creative criteria in order to achieve substantial improvements that contribute to sustainability. While Engineering takes importance in the detailed analysis of the parts that make up the products, constructing flow diagrams, technical sheets, dimensional drawings, among others.

The main objective of this case study is to evaluate and compare the environmental impacts of the life cycle of the two products by applying the Life Cycle Analysis (LCA) methodology framed in the international standard ISO 14040 and using the specialized software Simapro, to know the sustainability that exists between them.

Finally, the main results obtained from these methodologies and the individual and comparative graphs of the environmental impacts and damages generated by each product are presented, concluding with the environmental improvement achieved in the ecodesigned or ecoinnovated product greater than 35% global.

Key words: LCA, Innovation, Design of Products.

INTRODUCCIÓN

Todo producto cuenta con una función inicial, pero una vez que cumple con su ciclo de vida, éste se puede reciclar a través de diferentes sistemas y tratamientos. Una de las alternativas para solucionar el problema de la contaminación es por medio del reciclaje, pieza clave del desarrollo sostenible y del crecimiento verde, debido a que disminuyen impactos ambientales asociados a la generación de residuos, estrategia importante en la gestión integral de residuos, tiene en cuenta el impacto que producen los residuos en el medio ambiente y tratar de contrarrestarlo. El reciclaje es un proceso en el cual los residuos o materiales de desperdicio son recolectados

y transformados en nuevos materiales que pueden ser utilizados o vendidos como nuevos productos o materias primas [1]. Si los residuos se gestionan adecuadamente se pueden reciclar y dar una nueva vida a esos productos.

Por esta razón las emisiones de gases de efecto invernadero se reducirán en la industria y en otros sectores productivos [2].

Por lo descrito anteriormente, se tiene como antecedente el diseño y desarrollo de un producto fabricado totalmente de cartón sin la utilización de más recursos y/o materiales, ya que éste es un diseño modular y es ensamblado mediante un sistema de ranuras sin la necesidad de herramientas y consumibles; proporcionando características iguales o mejores en su funcionalidad que un escritorio fabricado con materiales convencionales.

El objetivo del Análisis de Ciclo de Vida o ACV es ayudar a evaluar, cuantificar y conocer los diferentes impactos y daños al medio ambiente generados por productos, procesos o servicios de cualquier índole a través de todo su ciclo de vida de su creación. Actualmente en México es poco utilizada la metodología ACV en las empresas para solucionar problemas de impactos ambientales potenciales (por ejemplo, el uso de recursos y las consecuencias ambientales de las emisiones) a lo largo de todo el ciclo de vida de un producto desde la adquisición de la materia prima, pasando por la producción, uso, tratamiento final, reciclado, hasta su disposición final, es decir, de la cuna a la tumba, así como cuidar aspectos de salud de los trabajadores como Carcinógenos, orgánicos respirables, toxicidad, entre otros. Por ende, esta investigación tiene un alcance longitudinal para comunicar y difundir diversas herramientas y técnicas que se deben seguir en la realización de un producto amigable con el medio ambiente, con base en una necesidad global, contribuir en la disminución de la contaminación masiva e incontrolable de nuestro planeta, haciendo conciencia del impacto y daño ecológico que tienen los productos consumidos con una velocidad inaudita.

DESARROLLO

En este apartado, y por cuestiones de extensión permitido en el documento, se describen claramente las principales metodologías y herramientas utilizadas para

el ACV. Comentar que se inicia con un producto que fue diseñado con base en la metodología de ecodiseño Promise, su rueda de estrategias de ecodiseño y el proceso básico de la innovación (las cuales no se plasma en el desarrollo en este artículo, así como la ficha técnica, instructivo de armado, dibujos de productos, entre otros resultados).

El Análisis de Ciclo de Vida (ACV)

Generalidades

Las normas ISO se constituyen en una serie de Estándares que podemos agrupar por familias. La ISO ha elaborado más de 19,000 normas internacionales de una variedad de temas y más de 1,000 nuevas normas se publican cada año. Alcanzando mayor relevancia internacional en la última década, estas normas requieren de sistemas documentados que permitan controlar los procesos que se utilizan para desarrollar y fabricar los productos, a través del control de ciertos elementos del sistema, con el fin de garantizar que los productos sean fabricados en forma consistente cumpliendo con las características de calidad y entrega a tiempo [3]. Así que se puede clasificar las normas según el siguiente criterio:

Normas relacionadas directamente con la calidad.

Normas relacionadas con la calidad en el Medio Ambiente y Sostenibilidad.

Normas relacionadas con la Gestión de la Seguridad.

La norma AENOR UNE-EN ISO 14040 (2006) [4] define el ACV como “una técnica para determinar los aspectos ambientales y los impactos potenciales asociados a un producto: compilando un inventario de las entradas y salidas relevantes del sistema; evaluando los impactos potenciales asociados a estas entradas y salidas, e interpretando los resultados de las fases de inventario e impacto en relación a los objetivos del estudio”.

Aplicaciones de los ACV

Como se indica en la normativa, el ACV se puede aplicar para:

La identificación de oportunidades de mejora de los aspectos medioambientales de los productos en varios puntos de su ciclo de vida.

La toma de decisiones en la industria, instituciones gubernamentales, y organizaciones no gubernamentales. Decisiones relacionadas con la planificación estratégica, establecimiento de prioridades, diseño o rediseño de productos o procesos, etc.

La selección de indicadores de comportamiento medioambiental relevantes, incluyendo técnicas de medición.

Marketing, entre otras (ver figura 1).

Metodología del ACV: ISO 14044:2006. Gestión Medioambiental. Análisis de Ciclo de Vida. Requisitos y Directrices [5].

Hay cuatro fases en un estudio de ACV (ver figura 1):

- La fase de definición del objetivo y el alcance,
- La fase de análisis del inventario,
- La fase de evaluación del impacto ambiental, y
- La fase de interpretación.



Figura 1. Fases del ACV [6].

Definición de objetivos y alcance

El propósito de esta primera fase del ACV es el de definir exactamente hasta qué nivel de detalle, cómo y porqué se va a desarrollar el estudio. Toda esta información debe de detallarse de forma clara, concisa y totalmente transparente. 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.

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 impacto (EICV)

La Evaluación del Impacto del Ciclo de Vida (EICV), va dirigida a evaluar la importancia de los potenciales impactos ambientales utilizando los resultados del análisis de inventario. En general, este proceso implica la asociación de datos del inventario con impactos ambientales específicos tratando de valorar dichos impactos. El nivel de detalle, la elección de impactos evaluados y las metodologías usadas dependen del objetivo y alcance del estudio. Considerando que, en la

práctica, el ICV es una larga lista de emisiones y recursos utilizados, el propósito de la evaluación del impacto del ciclo de vida, es determinar la importancia relativa de cada elemento del inventario y agregar las intervenciones en un conjunto de indicadores, o de ser posible, en un solo indicador global. Este paso permite identificar aquellos procesos que contribuyen de manera significativa al impacto global, o comparar productos o servicios.

La norma define los elementos obligatorios de la EICV (ver figura 2) de la siguiente forma:

Selección: en este paso se seleccionan las categorías de impacto y los métodos de caracterización que se van a considerar en el estudio.

Clasificación: es la asignación de los datos del inventario a las diferentes categorías de impacto, tales como calentamiento global, disminución de la capa de ozono, etc.

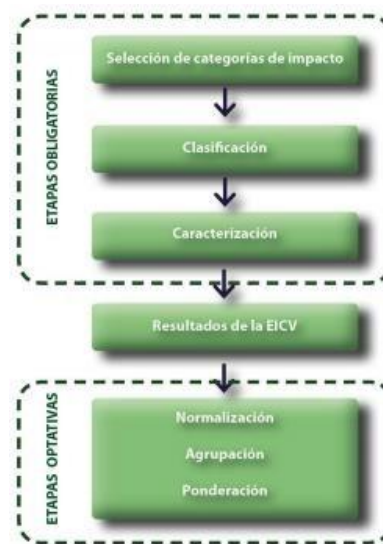


Figura 2. Elementos obligatorios y voluntarios del EICV [6].

Caracterización: se refiere al cálculo del indicador de impacto para cada una de las categorías de impacto seleccionadas, usando factores de caracterización, los cuales son estimados usando modelos de caracterización.

Los elementos opcionales de la EICV también son definidos por la norma, que establece lo siguiente:

Normalización: es el cálculo de la magnitud del indicador de impacto. Para ello se usa información de referencia, como las emisiones en un área determinada, previamente caracterizadas por el mismo método de caracterización.

Agrupación: es el proceso de clasificar las categorías de impacto por grupos de impacto similar o por categorías en una jerarquía determinada, por ejemplo, alta, media o baja prioridad.

Ponderación: consiste en establecer unos factores que otorgan una importancia relativa a las distintas

categorías de impacto para después sumarlas y obtener un resultado ponderado en forma de un único índice ambiental global del sistema.

Hay que tener en cuenta que los pasos de agrupación y ponderación, se basan en la creación de unos modelos de daño que suponen el establecimiento de unas hipótesis y la creación de unos escenarios en los que intervienen juicios de valor sin base científica.

Interpretación

En la última etapa del ACV, se interpretan los resultados obtenidos tanto en el inventario como en la evaluación de impactos y se extraen las recomendaciones dirigidas a la reducción de los impactos ambientales ocasionados por el sistema analizado (ISO14040:2006, 2018).

Herramientas Informáticas para el ACV

Existen diferentes métodos, herramientas, técnicas y/o softwares para realizar un análisis de ciclo de vida, algunos como: SimaPro, Eco-it, Pems, LCAiT, EcoPro, GaBi, y OpenLCA facilitan en gran medida el estudio.

Criterios para la selección de herramientas para el ACV

Antes de comenzar a ver las diferentes bases de datos y programas informáticos que existen en el mercado, hay que conocer que información es importante a la hora de seleccionar uno u otro software. No solo hay que fijarse en la calidad de la base de datos y en la facilidad de manejo de herramientas, sino que cualidades como prestaciones relativas a la importancia de datos y la capacidad del entorno gráfico, entre otras, también son muy importantes y decisivas a la hora de decantarse por una u otra herramienta. En la figura 3 se han resumido los criterios más importantes para la valoración de base de datos y programas informáticos [7].

SOFTWARE ACV	BASE DE DATOS	Criterios • Extensión • Transparencia • Calidad de los datos • Subrutina de entrada de datos • Prestaciones para la importancia de datos
	PROGRAMAS	Criterios • Facilidad de uso • Ayuda online • Capacidad del entorno gráfico • Realización de diagramas de flujo • Análisis de sensibilidad • Diferentes métodos de evolución de datos • Preparado para ser utilizado en red.

Figura 3. Criterios para la selección de Software para el ACV [7].

Según estos criterios el programa GABI 3 y el TEAM son los que ofrecerían una mejor evaluación puesto que los cumplen todos con la única excepción del dispositivo gráfico, seguidos en el SIMAPRO. Este último, excepto por no disponer de una interfaz gráfica y la imposibilidad de realizar un análisis de incertidumbre, resulta bastante completo [8]. Sin embargo, por el conocimiento en el uso, beneficios y el contar con el software Simapro, es la herramienta que se utilizó para llevar a cabo el ACV. Además, que esta herramienta está diseñada y/o estructurada con base en las normas ISO 14040 y 14044.

SimaPro

SimaPro es un programa desarrollado por la empresa holandesa PRé Consultants, que permite realizar ACV, mediante el uso de bases de datos de inventario propias (creadas por el usuario) y bibliográficas (Ecoinvent, BUWAL, IDEMAT, ETH, IVAM). Con esta herramienta se facilita el análisis y la representación gráfica de ciclos complejos de un modo sistemático y transparente. El programa ayuda a aplicar eficazmente su experiencia en ACV, para ayudarlo a potenciar la toma de decisiones sólida, mejorar los ciclos de vida de sus productos y mejorar el impacto positivo de su empresa. SimaPro es el paquete de software ACV líder, con una reputación de 25 años en la industria y la academia en más de 80 países.

El software está diseñado para ser una fuente de información basada en la ciencia, proporcionando transparencia total y evitando procesos de caja negra. Para poder tomar decisiones conscientes a lo largo del análisis para garantizar la precisión de los resultados. Es la herramienta profesional para recopilar, analizar y controlar los datos de rendimiento de sostenibilidad de los productos y servicios de empresas. El software se puede utilizar para una variedad de aplicaciones, como informes de sostenibilidad, huella de carbono y agua, diseño de productos, generación de declaraciones ambientales de productos y determinación de indicadores clave de rendimiento, y especialmente para la realización de ACV, generando resultados contundentes mediante gráficos y tablas [9].

DISCUSIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

El análisis de resultados sigue el orden de las cuatro fases de la metodología para el ACV de las normas antes descritas. Claro está que en este apartado se presentan los principales productos obtenidos en cada una de las fases.

Caso de Estudio: ACV de un Producto y/o Proceso Innovado

Fase I: Definición del objetivo y alcance

En esta fase se determina el objetivo, motivo, unidad funcional y el flujo de referencia del conjunto del sistema producto (ver figura 4).

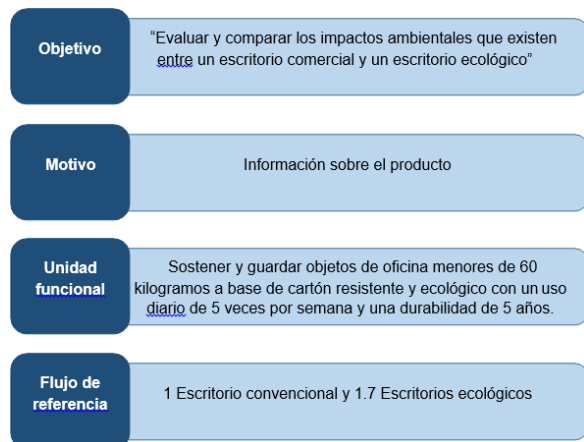


Figura 4. Fase I_ Objetivo y Alcance (elaboración propia).

Fase II: Análisis de inventario

En este rubro solo se presenta un análisis inicial de cada producto que comprende la obtención de datos y los procedimientos de cálculo para cuantificar las entradas y salidas relevantes de un sistema del producto. Escritorio Multifuncional (ver tabla 1) y el Escritorio Convencional (ver tabla 2), y con ello conocer y evaluar los impactos ambientales de ambos productos.

Mencionar que las tablas 1 y 2 son de elaboración propia con base en los materiales que se utilizan en el proceso de fabricación de cada uno de estos productos. En la fase 3 de la metodología son introducidas estas entradas y salidas en el Simapro para obtener los daños e impactos ambientales que suponen al medio ambiente.

Tabla 1. Inventario del Escritorio Multifuncional.

[illegible]

Tabla 2: Inventario del Escritorio Convencional.

[illegible]

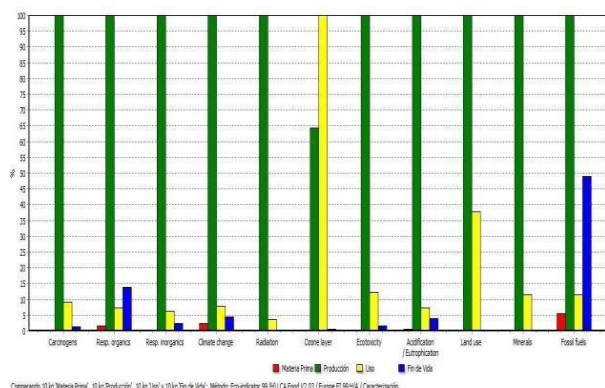
Fase III y IV: Evaluación de impactos e interpretación de resultados.

Evaluación de impactos. Se evalúa la importancia de los potenciales impactos ambientales utilizando los resultados del análisis de inventario del ciclo de vida.

Interpretación de resultados. Conclusiones y recomendaciones para la toma de decisiones, de forma consistente con el objetivo y alcance definidos.

Escritorio multifuncional

A continuación, se presentan parte de los gráficos que brinda esta herramienta informática donde se observan los impactos ambientales que se obtuvieron a lo largo del ciclo de vida de un escritorio multifuncional realizado a base de cartón resistente y ecológico. La evaluación se realizó con ayuda del software Simapro y el método del Eco-indicador 99.



Gráfica 1. Caracterización Escritorio Multifuncional.

De acuerdo a lo que se observa en la gráfica 1 de caracterización del escritorio multifuncional se aprecia que, dentro de la categoría de daño de Salud Humana, que comprende únicamente los primeros 6 elementos de la gráfica, el mayor impacto ambiental es causado por el Proceso de producción del producto, los porcentajes de cada elemento se establecen de la siguiente forma:

Carcinógenos: Proceso de producción afecta alrededor de 100%, proceso de uso 9% y tanto el proceso de materia prima como fin de vida son irrelevantes.

Orgánicos respirables: Proceso de producción afecta alrededor de 100%, proceso de uso 7%, proceso de fin de vida 13%, materia prima 2%.

Inorgánicos respirables: Proceso de producción afecta alrededor de 100%, proceso de uso 6%, proceso de fin de vida 3%.

Cambio climático: Proceso de producción afecta alrededor de 100%, proceso de uso 13%, proceso de fin de vida 4%, proceso de materia prima 3%.

Radiación: Proceso de producción afecta alrededor de 100%, proceso de uso 3%.

Capa de ozono: Proceso de producción afecta alrededor de 64%, proceso de uso 100%.

Por otro lado, dentro de la categoría de daño de Ecosistemas que comprende los tres siguientes elementos (acidificación, ecotoxicidad, uso de suelo), el que supone mayor impacto ambiental es causado de igual forma por el proceso de producción del producto, los porcentajes de cada elemento se establecen de la siguiente forma:

Ecotoxicidad: Proceso de producción afecta alrededor de 100%, proceso de uso 12% proceso de fin de vida 1%.

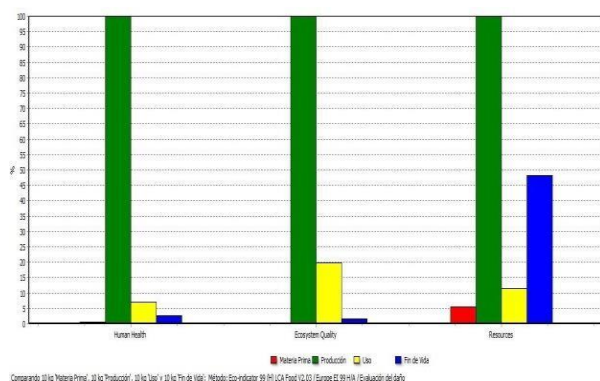
Acidificación: Proceso de producción afecta alrededor de 100%, proceso de uso 7% proceso de fin de vida 4%.

Uso de suelo: Proceso de producción afecta alrededor de 100%, proceso de uso 37%.

Por último, dentro de la categoría de daño de Recursos que comprende los dos últimos elementos (minerales y combustibles fósiles) de la gráfica 1, el mayor impacto ambiental es causado también por el proceso de producción del producto, los porcentajes de cada elemento se establecen de la siguiente forma:

Minerales: Proceso de producción afecta alrededor de 100%, proceso de uso 11% y tanto el proceso de materia prima como fin de vida son irrelevantes.

Combustibles fósiles: Proceso de producción afecta alrededor de 100%, proceso de uso 11%, proceso de fin de vida 49% y materia prima 5%.



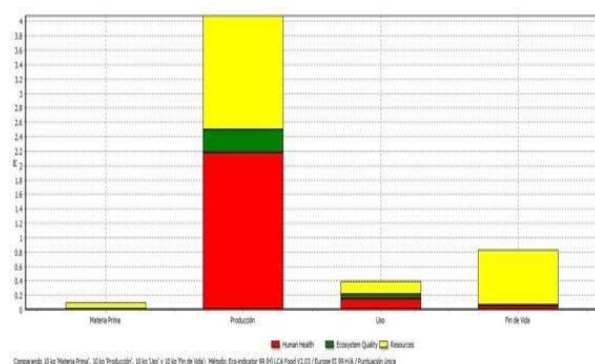
Gráfica 2. Evaluación del Daño Escritorio Multifuncional.

En la gráfica 2 se puede concluir que, en las tres categorías de daño, el proceso que supone mayor incidencia ambiental es la producción, seguido del uso, fin de vida y materia prima. Los porcentajes aproximados que afectan a cada categoría de daño son los siguientes:

Salud humana: Proceso de producción afecta alrededor de 100%, proceso de uso 7% y proceso de fin de vida 2%.

Ecosistemas: Proceso de producción afecta alrededor de 100%, proceso de uso 20% y proceso de fin de vida 1%.

Recursos: Proceso de producción afecta alrededor de 100%, proceso de uso 11%, proceso de fin de vida 48% y proceso de materia prima 5.5%.



Gráfica 3. Puntuación única del CV_Escritorio Multifuncional.

Finalmente, la gráfica 3, de puntuación única o ecopuntos, muestra claramente que el principal problema que se debe tratar de resolver para minimizar la contaminación y con ello el daño causado,

principalmente, a la salud humana y a los recursos; es la etapa del proceso de producción, seguida de las etapas de fin de vida y uso, obsérvese que la etapa de materias primas no es significativa en este producto, comprobando que el uso de materiales de bajo impacto energético es una buena opción para el diseño.

Escritorio Convencional

A continuación, se presentan parte de los gráficos que brinda esta herramienta informática donde se observan los impactos ambientales que se obtuvieron a lo largo de todo el ciclo de vida de un escritorio convencional siendo la principal fuente de materia prima la madera. La evaluación se realizó con ayuda del software Simapro y método el del Eco-indicador 99.

Con base en lo que se observa en la gráfica 4 de caracterización del escritorio convencional se aprecia que dentro de la categoría de daño de Salud Humana que comprende únicamente los primeros 6 elementos de la gráfica 4, el mayor impacto ambiental es causado por el Proceso de producción del producto en 4 de los 6 elementos y el resto son predominados por el proceso de uso, los porcentajes de cada elemento se establecen de la siguiente forma:

Carcinógenos: Proceso de producción afecta alrededor de 100%, proceso de uso 37%, proceso de fin de vida 4% y proceso de materia prima 9%.

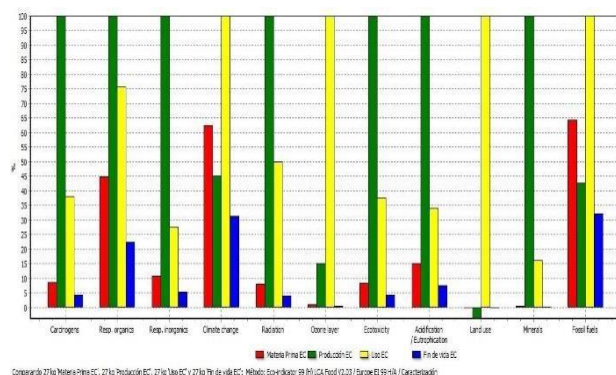
Orgánicos respirables: Proceso de producción afecta alrededor de 100%, proceso de uso 75%, proceso de fin de vida 22%, materia prima 45%.

Inorgánicos respirables: Proceso de producción afecta alrededor de 100%, proceso de uso 27%, proceso de fin de vida 5% y proceso de materia prima 11%.

Cambio climático: Proceso de producción afecta alrededor de 45%, proceso de uso 100%, proceso de fin de vida 31%, proceso de materia prima 63%.

Radiación: Proceso de producción afecta alrededor de 100%, proceso de uso 50%, proceso de fin de vida 4% y proceso de materia prima 8%

Capa de ozono: Proceso de producción afecta alrededor de 15%, proceso de uso 100%.



Gráfica 4. Caracterización Escritorio Convencional

Por otro lado, dentro de la categoría de daño de Ecosistemas que comprende los tres siguientes elementos (acidificación, ecotoxicidad, uso de suelo) de la gráfica 4, el mayor impacto ambiental es causado de igual forma por el proceso de producción del producto, los porcentajes de cada elemento se establecen de la siguiente forma:

Ecotoxicidad: Proceso de producción afecta alrededor de 100%, proceso de uso 37% proceso de fin de vida 4% y proceso de materia prima 8%.

Acidificación: Proceso de producción afecta alrededor de 100%, proceso de uso 34% proceso de fin de vida 7% y proceso de materia prima 15%.

Uso de suelo: Proceso de uso afecta alrededor de 100%

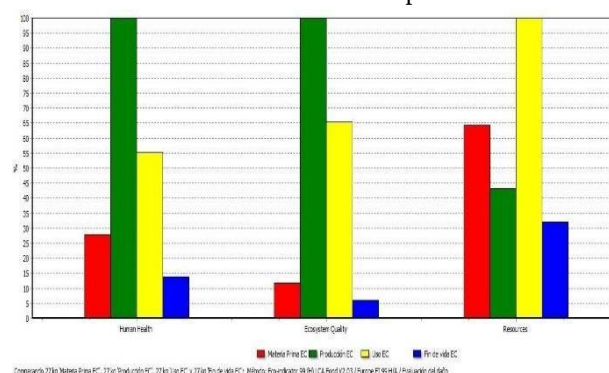
Por último, dentro de la categoría de daño de Recursos que comprende los dos últimos elementos (minerales y combustibles fósiles) de la gráfica 4, el mayor impacto ambiental es causado por el proceso de producción y uso del producto, los porcentajes de cada elemento se establecen de la siguiente forma:

Minerales: Proceso de producción afecta alrededor de 100% y proceso de uso 16%.

Combustibles fósiles: Proceso de producción afecta alrededor de 43%, proceso de uso 100%, proceso de fin de vida 32% y materia prima 64%.

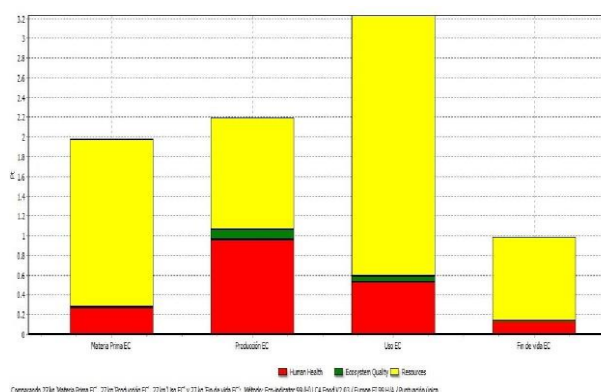
Como se observa en la gráfica 5, las tres categorías de daños ocasionan impactos ambientales al 100%, sin embargo, tanto en la categoría de Salud Humana como en la de Ecosistemas, la etapa del CV que supone mayor impacto medioambiental es el de producción, seguido de uso, fin de vida y finalmente la materia prima. Por otro

lado el proceso que tiene mayor efecto en la contaminación de Recursos es la etapa del CV del uso.



Gráfica 5. Evaluación del Daño Escritorio Convencional.

Finalmente, la gráfica 6, de puntuación única o ecopuntos, muestra como cada etapa del CV generan significativos impactos ambientales donde el principal problema que se debe tratar de resolver para minimizar la contaminación y con ello el daño causado a la Salud Humana y a los Recursos; es la etapa de uso del escritorio.



Gráfica 6. Puntuación única del CV Escritorio Convencional.

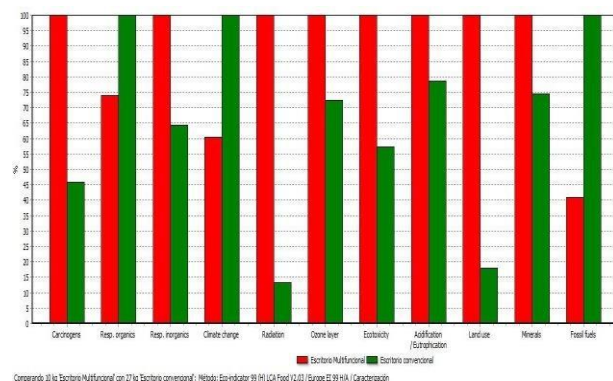
Comparación: Escritorio Multifuncional / Escritorio Convencional

Por último, se presentan parte de los gráficos que brinda esta herramienta informática donde se observan los impactos ambientales que se obtuvieron a lo largo de todo el ciclo de vida de ambos escritorios con la finalidad de poder comparar los cuatro procesos, y con base en el análisis realizado, conocer el producto más contaminante. La evaluación se realizó con ayuda del software Simapro y el método del Eco-indicador 99.

En la gráfica 7, de caracterización, se puede interpretar que el escritorio que mayor impacto ambiental supone, dentro de cada elemento de las tres categorías de daños e impactos, es el escritorio multifuncional; al ocupar el mayor porcentaje en 8 elementos en comparación del escritorio convencional que únicamente en 3 elementos posee el mayor porcentaje de daños ocasionados al medio ambiente. Los porcentajes son los siguientes:

Carcinógenos: El escritorio multifuncional abarca el 100% de este efecto y el escritorio convencional tan solo el 46%.

Orgánicos respirables: El escritorio multifuncional abarca el 74% mientras que el escritorio convencional el 100%.



Gráfica 7. Caracterización Comparación de Productos.

Inorgánicos respirables: El escritorio multifuncional abarca el 100% de este efecto y el escritorio convencional tan solo el 64%.

Cambio climático: El escritorio multifuncional abarca el 60% mientras que el escritorio convencional el 100%.

Radiación: El escritorio multifuncional abarca el 100% de este efecto y el escritorio convencional tan solo el 13%.

Capa de ozono: El escritorio multifuncional abarca el 100% de este efecto y el escritorio convencional tan solo el 73%.

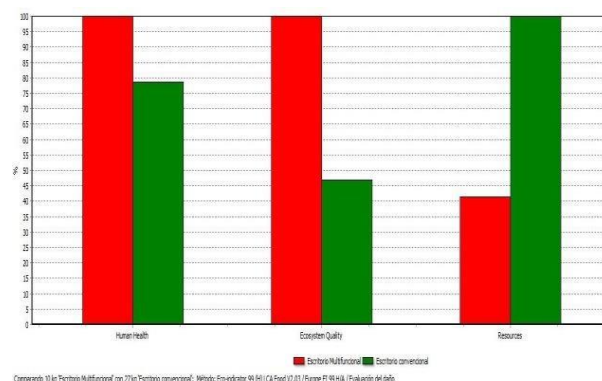
Ecotoxicidad: El escritorio multifuncional abarca el 100% de este efecto y el escritorio convencional tan solo el 53%.

Acidificación: El escritorio multifuncional abarca el 100% de este efecto y el escritorio convencional tan solo el 84%.

Uso de suelo: El escritorio multifuncional abarca el 100% de este efecto y el escritorio convencional tan solo el 23%.

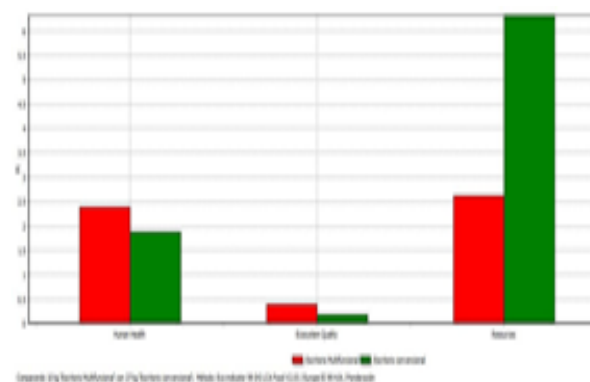
Minerales: El escritorio multifuncional abarca el 100% de este efecto y el escritorio convencional tan solo el 75%.

Combustibles fósiles: El escritorio multifuncional abarca el 40% mientras que el escritorio convencional el 100%.



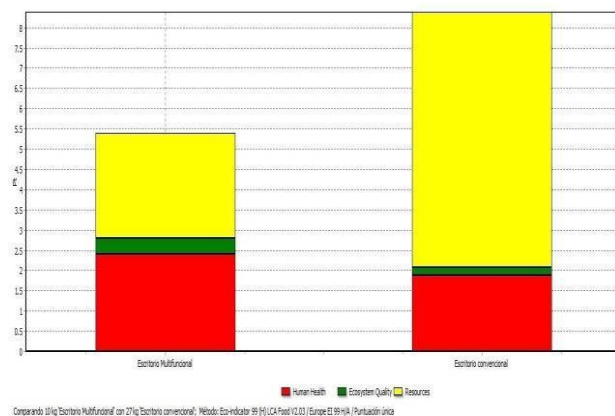
Gráfica 8. Evaluación del Daño Comparación de Productos.

De acuerdo a la gráfica 8, evaluación de los daños, se puede concluir que tanto en la categoría de Salud Humana como en la de Ecosistemas, el producto que supone mayor contaminación es el escritorio multifuncional al contar con el 100% en ambas categorías. Mientras que, en la categoría de Recursos, el escritorio que ocasiona mayores daños es el escritorio convencional.



Gráfica 9. Ponderación Comparación de Productos.

En la gráfica 9, de ponderación, se puede concluir que tanto en la categoría de Salud Humana como en la de Ecosistemas, el producto de mayor contaminación es el escritorio multifuncional con puntuaciones que no rebasan el 2.5, mientras que en la categoría de Recursos el escritorio que ocasiona mayores daños es el escritorio convencional con una puntuación mayor a 6.



Gráfica 10. Puntuación única_Comparación de Productos.

Finalmente, los datos observados en la gráfica 10 de puntuación única, muestra claramente como el producto que supone mayor afectación al planeta, debido a los diferentes daños e impactos ambientales que ocasiona, es el escritorio convencional con una puntuación mayor a 8, mientras que el escritorio multifuncional también presenta las tres categorías de daño, pero en un nivel menor con una puntuación de 5.4. Por tanto, existe una mejora ambiental en el diseño del escritorio multifuncional mayor al 35%.

CONCLUSIONES

Una vez mostrados los resultados relevantes del ACV, se puede concluir, con base en la comparación realizada, que en la mayoría de los elementos analizados el escritorio convencional afecta o supone mayores impactos y daños, es decir, representa mayor riesgo de contaminación ambiental. Sin embargo, en la puntuación única, la gráfica 10, que se considera de mayor importancia y donde se presenta el nivel de daño de cada categoría de los dos escritorios evaluados, se observa como la categoría de daño de Recursos representa la mayor puntuación en ambos productos (50% en el

escritorio multifuncional y 75% en el escritorio convencional), seguida de la categoría de daño a la Salud Humana (45% en el escritorio multifuncional y 27% en el escritorio convencional) y finalmente la categoría de daño a la Calidad en los Ecosistemas muestra alrededor del 5% y 3% respectivamente. Logrando una mejora ambiental global, en el escritorio multifuncional, mayor al 35%.

El principal problema que se debe resolver para minimizar la contaminación y con ello reducir el daño causado a la Salud Humana, con un 65% global, y a los Recursos con un 30% global; es la etapa de uso, seguidas de las etapas de producción, materias primas y fin de vida, del escritorio convencional. Mientras que para el escritorio multifuncional, el principal problema que se debe resolver para minimizar la contaminación y con ello reducir el daño causado, principalmente, a la Salud Humana con un 50% global, a los Recursos con un 45% global y a la Calidad en los Ecosistemas con un 5% global; es la etapa del proceso de producción, seguida de las etapas de fin de vida y uso, donde la materia prima si impacto no es significativa.

En el este caso del escritorio convencional, resulta más práctico de adquirir por su vida útil, y tal vez parezca un poco extraño a primera impresión por la adquisición de la madera, pero la madera tiene un ciclo de vida más largo que el cartón. Donde su flujo de referencia dice que por cada escritorio comercial se tienen que utilizar aproximadamente dos escritorios multifuncionales ecológicos a base de cartón.

Por otro lado, el precio, es un índice muy importante en la elección de las personas y de la economía de cada persona en un mundo materialista. Un escritorio comercial tiene un costo más elevado debido a todo el proceso de manufactura que tiene antes de salir al mercado, por lo que el valor es alrededor de un 70% superior versus al escritorio ecológico que es de menor costo. Se puede decir que es un juego interesante entre el precio y el ciclo de vida que tiene cada uno de ellos.

Por último, darnos cuenta que los impactos ambientales y su análisis es un tema extenso a tratar, que existen distintas herramientas informáticas para su análisis, que se requiere hacer un inventario del material que entra y sale del sistema - producto. Donde el Simapro es una

excelente herramienta que nos permite entender la relación entre los daños e impactos ambientales, costos, calidades de materiales, entre otros beneficios; que son base para la toma de decisiones en el diseño de productos y procesos alcanzando la sustentabilidad deseada.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Escobar, A. Quintero, D. & Serradas D. (2006). El Reciclaje como instrumento para la Concientización de la Conservación del Ambiente. Tesis inédita. Universidad Andrés Bello. Venezuela.
- [2] Parellada, R. (2012). Reciclaje, no se necesitan leyes que lo impulsen. Siglo XXI del 23 de agosto. Guatemala.
- [3] Yáñez, J. Y. (2012). Auditorías, Mejora Continua y Normas ISO: factores clave para la evolución de las organizaciones. Actualidad y Nuevas Tendencias, 83-92.
- [4] AENOR. UNE-EN ISO 14040. 2006. Gestión Medioambiental. Análisis de Ciclo de Vida. Principios y Marco de Referencia. AENOR. Madrid, España. 32 p.
- [5] ISO 14044:2006. Environmental management — Life cycle assessment — Requirements and guidelines. Retrieved from <https://www.iso.org/obp/ui/es/#iso:std:iso:14040:ed-2:v1:en>
- [6] AENOR. UNE-EN ISO 14044. 2006. Gestión Medioambiental. Análisis de Ciclo de Vida. Requisitos y Directrices. AENOR. Madrid, España. 29 p.
- [7] Capuz, R. S. & Gómez, N. T. (2003). Ecodiseño Ingeniería del Ciclo de Vida para el Desarrollo de Productos Sostenibles. México: Alfa Omega.
- [8] Vivancos, J. L., Viñoles, C. R., Ferrer, G. P. & Capuz, R. S. (2008). ResearchGate. Obtenido de ResearchGate: https://www.researchgate.net/publication/312539292_ANALISIS_DE_DISTINTAS_HERRAMIENTAS_INFORMATICAS_PARA_EL_ANALISIS_DEL_CICLO_DE_VIDA
- [9] PRÉ CONSULTANTS BV. (2018). SimaPro. Retrieved from SimaPro: <https://simapro.com/about/>



Esta obra está bajo
una licencia internacional
Creative Commons
Atribución 4.0.