

Eco empaque de la crema dental

Toothpaste Eco packaging

Carolina Montoya, Paloma Martínez, Milagros Celedon, Rawad Khaddaj, Alejandra Berbesi, Andrés Monroy, Catalina Aguirre

Resumen

El presente artículo es el resultado de un trabajo de investigación de iniciación científica de estudiantes de Ingeniería Industrial de la Universidad El Bosque, analizando el producto crema dental, mediante la metodología de Análisis de Ciclo de Vida –ACV-. El objetivo del estudio es minimizar el impacto ambiental del producto a través de la aplicación de estrategias de ecodiseño. El caso de estudio presentado hace alusión al empaque de la crema dental en cartón, y al envase que contiene directamente la crema dental. La metodología empleada para desarrollar el proceso investigativo del caso de estudio fue de cuatro fases: 1. Análisis cualitativo de impacto ambiental, 2. Análisis de ciclo de vida, 3. Rediseño del producto, y 4. Evaluación del impacto ambiental del producto propuesto. Como principales resultados del análisis se obtuvo un empaque monomaterial disminuyendo el uso de 3 de los materiales del producto: aluminio, polietileno y cartón. Además se rediseña el empaque para que pueda ser recargado al terminarse la crema dental. La aplicación en el rediseño tanto de la monomaterialidad como de la recarga del envase disminuye el impacto ambiental del producto en un 58%, a pesar de usar como materia prima del producto el polipropileno.

Palabras Clave: Análisis de ciclo de vida de producto, Estrategias de ecodiseño, Ciclo cerrado

Abstract

The present article is the result of a research work of scientific initiation of Industrial Engineering students from El Bosque University, in which was analyzed a toothpaste packaging through Life Cycle Assessment methodology –LCA-. The study goal is to minimize the product environmental impact making use of ecodesign strategies. The study case presented is a toothpaste packaging compound by a cardboard package and the direct toothpaste container. The methodology applied to develop the research process of the study case was of four phases: 1. Environmental impact qualitative analysis, 2. Life Cycle Assessment, 3. Product redesign, and 4. Environmental impact assessment of the proposed product. As mainly results of the analysis was obtained a monomaterial package, reducing the use of 3 materials: aluminum, cardboard, and polyethylene. Moreover, the package is redesign in order to be refilled when the toothpaste finished. The application in the redesign not only of the monomateriality but also the package refilling, reduce the environmental impact in a 58%, in spite of using polypropylene as raw material of the product.

Keywords: Product Life Cycle Assessment, Ecodesign strategies, Close cycle.

Recibido / Received: Septiembre 30 de 2014 Aprobado / Approved: Octubre 30 de 2014

Tipo de artículo / Type of paper: Investigación científica y tecnológica terminada

Afiliación Institucional de los autores / Institutional Affiliation of authors: Docentes y estudiantes del programa de Ingeniería Industrial de la Universidad El Bosque, Bogotá, D.C., Colombia

Autor para comunicaciones / Author communications: Carolina Montoya, montoyacarolina@unbosque.edu.co

Los autores declaran que no tienen conflicto de interés

Introducción

La Universidad El Bosque ha establecido el aprendizaje significativo, propuesto por el Dr. Fink, como modelo pedagógico a seguir en la Institución, en el cual se propone que las actividades de clase sean una experiencia significativa de aprendizaje para el estudiante [1]. Por tal razón se ha planteado, en la asignatura de ecodiseño, el análisis de casos de productos que se encuentran en el mercado local, con la finalidad de que los estudiantes entiendan la problemática ambiental que afecta al planeta debido a la falta de responsabilidad en la producción y consumo de productos, y propongan alternativas de diseño que mitiguen su impacto. Para el desarrollo de este estudio, se emplearon las herramientas del Análisis del Ciclo de Vida y el Eco-indicador 99, para posteriormente aplicar estrategias de ecodiseño.

El Ecodiseño es considerado como un conjunto de acciones orientadas a reducir el impacto ambiental de un artículo a lo largo de su ciclo de vida (extracción de materias primas, fabricación, distribución del producto, uso, y disposición final) [2-4]. El Análisis del Ciclo de Vida (ACV), es una técnica que permite evaluar las cargas ambientales asociadas a un producto durante su ciclo de vida [4], con el objetivo de proponer mejoras ambientales que van desde la selección de materiales de bajo impacto, no tóxicos, hasta proponer mejores sistemas de gestión de materiales al finalizar la vida útil del producto [5, 6,7]. Para evaluar las cargas ambientales en el Análisis del Ciclo de Vida se usan los indicadores denominados "Ecoindicador 99", los cuales son números que expresan el impacto ambiental total de un proceso o producto teniendo en cuenta el daño a la salud humana, a la calidad del medio ambiente y a los recursos [8].

El ACV consta de 4 etapas: Definición de objetivos y alcance, Análisis de inventario, Evaluación de impacto e Interpretación de resultados [9]. Al realizar las 4 etapas de ACV e interpretar los resultados se analizan las estrategias de ecodiseño que logran minimizar el impacto ambiental generado por el producto en su ciclo de vida. Para ello se tienen en cuenta estrategias de ecodiseño generales enfocadas en la conservación de energía, de materiales, minimización de los residuos, estrategias constructivas, conceptuales y de prestaciones. Estas estrategias contienen estrategias específicas como la

desmaterialización; el diseño para la reciclabilidad; la biodegradabilidad; la posibilidad de re manufactura; el diseño para el desensamblaje; la posibilidad de recambio; recarga y relleno de productos; el diseño de productos autosuficientes; la durabilidad y perdurabilidad; la reutilización y usos alternativos; la multifuncionalidad; la adaptabilidad y usos compartidos [7, 10].

Materiales y métodos

Para llevar a cabo el estudio se desarrollaron las siguientes fases:

En la primera fase se selecciona un producto del mercado para analizar la problemática ambiental generada por sus componentes en su ciclo de vida de manera cualitativa.

En la segunda fase se implementa la metodología de análisis del ciclo de vida del producto, con base en sus 4 etapas de análisis. 1. *Definición de objetivos y alcance del análisis:* Se define el componente del producto o productos que se analizan, si se está llevando a cabo un análisis simplificado de producto o una comparación entre varios, el nivel de precisión requerida y el límite del sistema a estudiar. 2. *Análisis de inventario:* Se hace la recolección de datos para cumplir con el objetivo del estudio identificando las entradas y salidas del sistema, se determina una unidad funcional (provee punto de referencia para relacionar las entradas y salidas del sistema), y se cuantifican los materiales y procesos. 3. *Evaluación de impacto:* Se asocian los datos del inventario con categorías específicas de impacto ambiental e indicadores (Eco-indicador 99). 4. *Interpretación de resultados:* Se entregan resultados coherentes con el objetivo y alcance del estudio, se determinan conclusiones, limitaciones y recomendaciones del estudio para la toma de decisiones en la mejora del producto [9].

En la tercera fase se definen las estrategias de ecodiseño a aplicar en el rediseño del producto con base en la interpretación de datos obtenidos del ACV.

Por último, **en la cuarta fase** se evalúa el impacto ambiental del producto rediseñado, realizando el análisis del ciclo de vida del producto y comparando sus resultados con el producto inicialmente analizado.

Resultados

Problemática ambiental asociada a cada uno de los componentes del producto seleccionado

El artículo seleccionado para analizar es la crema dental, debido a su alto índice de demanda diaria: 91.480 unidades en Colombia y específicamente en Bogotá las ventas son de 12.970 unidades a diario [11].

El producto seleccionado consta de 2 componentes: 1. El empaque a la venta que es una caja de cartón; 2. el envase donde se empaca la crema el cual está compuesto por: A. La tapa del envase la cual tiene como función proteger la pasta del ambiente y a su vez permitir que esta no se desperdicie (material polipropileno); B. La base en la cual se enrosca la tapa y los ítems C, D y E (material polipropileno); C. una capa de resina poliolefina (polipropileno) que está en contacto directo con la crema; D. una capa de aluminio la cual mantiene algunas propiedades físicas y químicas de la pasta dental (color, olor, temperatura, sabor); E. una capa de estratificado de resina poliolefina que permite la consistencia del empaque (poliestireno), como se ilustra en la Figura 1. El envase de crema dental tiene un contenido neto de 63 ml \rightarrow \rightarrow /cm³, es decir 83,16 gr sus dimensiones son: 41,5 ml de ancho, 155 ml de largo y 26 ml de profundidad [12, 13].



Figura 1. Envase de la crema de dientes desensamblado.

Teniendo en cuenta que la crema de dientes consta de 2 componentes principales: la caja de cartón y el envase como tal que contiene la crema de dientes a continuación se describe el impacto asociado a los materiales que son utilizados en este producto.

- **Cartón (empaque).** Proviene del proceso de la madera, en la cual se obtiene una multicapa que consta de la combinación en estado húmedo de varias bandas de papel de composiciones homogéneas o heterogéneas, las cuales son adheridas por compresión y sin utilizar adhesivo alguno. En cuanto a su disposición final, este puede ser transformado en compostaje, de forma alternativa, puede ser susceptible a incineraciones ya que es altamente combustible con una capacidad calórica promedio de 7000 BTU/Kg liberando gases residuales como CO₂ y CO. Además el cartón es biodegradable en rellenos sanitarios, demorándose de 1 a 3 meses, dependiendo de su fraccionamiento [14].

- **Resina poliolefínica (envase):** Son polímeros derivados de hidrocarburos no saturados olefínicos. Se aplica al polietileno y al polipropileno. En su fase de extracción, al ser un material de origen fósil, tiene componentes iniciales tales como el benceno (obtenido del petróleo y alquitrán de hulla), o del etileno (por la ruptura de evaporización de etano, propano, nafta y gasóleo). En su fabricación, se aplica un método discontinuo que utiliza una combinación de procedimientos de alta presión, polimerización en masas y en suspensión. Este tipo de resina se utiliza como adhesivo entre materiales. En su disposición final, no puede ser transformada en compostaje, pero puede ser incinerado, ya que este es altamente combustible, con una capacidad calórica de 18700 BTU/Kg liberando gases residuales, como CO₂, CO, Acetaldehído, Benzoato de vinilo y Ácido bencénico. En el entierro, el plástico presenta alta resistencia a la degradación en rellenos sanitarios. Tarda aproximadamente entre 500-1000 años en biodegradarse [15].

El estratificado de poliolefina (envase), posee el mismo proceso que la resina poliolefínica en la etapa de fabricación, en cuanto a la capa de base de polipropileno, son materiales fundidos correspondientes a las capas individuales de la lámina que coextruyen a través de una boquilla plana; la lámina coextruida se retira mediante un rodillo de arrastre cuya temperatura está entre 40-100°C, la lámina se estira biaxialmente y se termofija [16]. *Multicapa de poliolefina,* las láminas son estiradas bajo condiciones especiales de temperatura, brillo elevado y baja opacidad. Este material se usa como lámina de envasado, como lámina de soporte para una capa adhesiva, para la fabricación de láminas de polipropileno impresas

y para la fabricación de láminas de materiales sintéticos. Su disposición final tiene los mismos comportamientos que la resina de poliolefina [17].

Efectos de los plásticos en la salud humana y el medio ambiente:

- Se produce en gran cantidad, se estima que a nivel global cada año se manufactura más de trecientos millones de toneladas de plástico.
- No son biodegradables a corto ni a mediano plazo.
- En ciertas partes del océano, hay seis veces más plástico que plancton (microorganismo esencial en la cadena alimenticia marina).
- Agota las fuentes de energía no renovables.
- Contamina los ecosistemas marino, terrestre y aéreo, debido a los residuos sólidos urbanos generados en grandes cantidades.
- En la sangre y orina humana, se puede encontrar decenas de compuestos derivados del plástico en cantidades diminutas, las cuales ocasionan efectos perjudiciales en el sistema endocrino y en el desarrollo del cerebro, y de igual manera es cancerígeno [14,18, 19].

Lámina de aluminio (envase). El aluminio, es extraído de una roca sedimentaria, a partir de dos fases, la primera es la extracción de bauxita y la segunda de aluminio a partir de electrólisis (problema ambiental por la utilización masiva de energía). En su proceso de fabricación, se lamina en frío en donde se reduce el espesor y se realiza el proceso de estirado. Éste es empleado en el embalaje de alimentos, bebidas, envases de cosméticos y productos para el hogar. La hoja de aluminio, actúa como barrera contra la luz, los olores y bacterias, evitando que se gane o pierda humedad.

Para la disposición final del aluminio, este material puede someterse a un proceso de incineración en donde se funde a 660°C generando residuos de compuestos volátiles provenientes de tintas y materiales orgánicos. El aluminio se degrada parcialmente a la capa superficial de óxido presente, demorándose entre 300-400 años en biodegradarse [20,21].

Efectos del aluminio a la salud humana y el medio ambiente:

- Los trabajadores que respiran cantidades altas de polvo de aluminio, pueden desarrollar problemas respiratorios como tos o alteraciones que se detectan en radiografías de tórax.
- La exposición a cantidades altas de aluminio, pueden causar enfermedades tales como Alzheimer y enfermedades renales.
- Daño del sistema nervioso central, demencia, apatía y temblores severos.
- El aluminio representa más del 8% en peso de la corteza terrestre, la extracción del aluminio es intensiva en el uso de energía.
- La región donde se extrae la bauxita, termina convirtiéndose en una zona árida, con la desaparición casi total de las especies animales y vegetales.
- El aluminio no es biodegradable a corto ni a mediano plazo [20].

Análisis de ciclo de vida del producto

Definición de objetivos y alcance del estudio

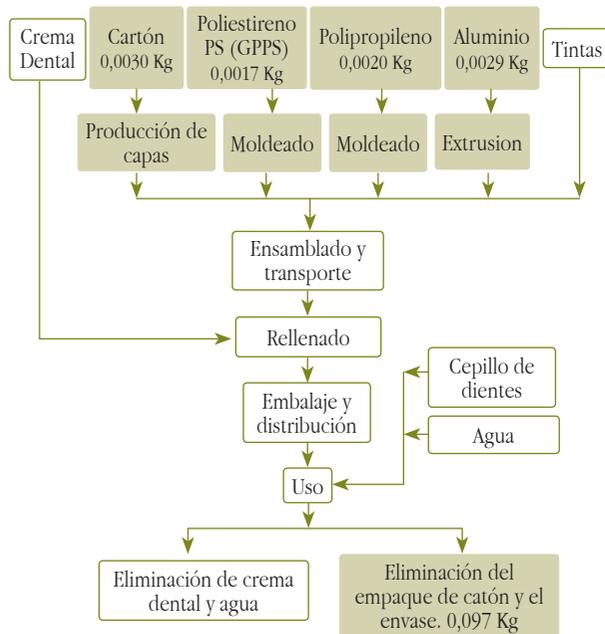
Se plantea un análisis simplificado del impacto ambiental generado por el empaque de crema dental en tres momentos de su ciclo de vida: extracción de materias primas, proceso productivo y disposición final.

El estudio es limitado, debido a los escasos recursos e información requerida que no es suministrada por la empresa que elabora el producto. La precisión dada es media, ya que no se tienen datos exactos con respecto al peso en gramos de cada uno de los componentes que forman la crema dental.

Análisis de inventario

Para este análisis la unidad funcional es un producto de crema dental, el cual está compuesto por: 1. el empaque de crema dental de cartón y 2. el envase que contiene directamente la crema, el cual está compuesto por poliolefinas (polietileno y poliestireno) y aluminio. El peso total de estos 2 componentes es de 97gr. La vida útil estimada para el producto es de cuarenta (40) días, en donde se emplean tres cepilladas diarias.

Figura 2. Análisis de inventario del Ciclo de vida del envase de la crema dental.



En la figura 2 se aprecia de forma jerárquica cada una de las fases del ciclo de vida del producto iniciando con la extracción de materias primas, donde se cuantifica en Kg cada uno de los componentes del producto, ya que es necesario para la evaluación del impacto debido a que se tienen en cuenta el peso del aluminio, poliolefinas y cartón, asimismo, cada uno de sus procesos productivos, la distribución, el uso y la disposición final del producto. Las casillas que se encuentran sombreadas muestran los elementos que se tuvieron en cuenta dentro de este análisis.

Evaluación de impacto

La tabla 1 permite apreciar el impacto generado por cada uno de los componentes que conforman el producto. Para llevar a cabo este análisis es necesario clasificar las fases del ciclo de vida como lo son la extracción de materiales, procesos productivos y disposición final (el uso siendo una fase del ciclo de vida no se tuvo en cuenta en el análisis debido a que el producto no presenta gasto energético).

Seguido a esto las cantidades se cuantifican en una misma unidad funcional que en este caso son los kilogramos, para así ser multiplicado por su respectivo ecoindicador (están dados en milipuntos, donde un punto representa una centésima parte de la carga ambiental anual de un ciudadano europeo medio) [8].

Tabla 1. Evaluación del impacto ambiental del empaque y envase de la crema de dientes.

Extracción de materias primas y procesos productivos			
Material o Proceso	Cantidad (KG)	Indicador	Resultado
Cartón de embalaje	0,00306	69	0,21114
Extrusión de aluminio	0,0029	72	0,2088
Aluminio 0% reciclado	0,0029	780	2,262
Poliestireno	0,0017	370	0,6732
Polipropileno	0,00204	330	0,6732
Modelado por inyección del polipropileno	0,00204	21	0,04284
Modelado por inyección del poliestireno	0,0017	21	0,0357
Total			4,06268
Disposición final			
Vertedero de aluminio	0,0029	1,4	0,00406
Vertedero de polipropileno	0,00204	3,5	0,00714
Vertedero de poliestireno	0,0017	4,1	0,00697
Vertedero de cartón	0,00306	4,2	0,012852
Total			0,031022
Total Final			4,093702

Según la tabla 1 lo que genera mayor impacto a la salud humana, calidad ambiental y los recursos naturales son la extracción de materiales y procesos productivos con 4.06 mPt mientras que en la disposición final presenta 0.031 mPt. Estas cifras no son realmente significativas debido a que nuestra unidad funcional es un único envase de crema dental. Por tal motivo es apropiado dimensionar el consumo en masa de este producto con unas ventas

diarias de 12.970 unidades solo en la ciudad de Bogotá, logrando evidenciar la magnitud del impacto generado por éste [11, 22].

Interpretación de resultados

Por medio de la evaluación de impacto presentada en la tabla 1 se logra sacar el porcentaje total de impacto que se genera en las fases: extracción de materias primas (92,2%), procesos productivos (7%) y su disposición final (0,8%) como muestra la figura 3. A partir de este grafico se muestra en la figura 4 cada uno de los porcentajes que conforman la fase de mayor impacto (extracción de materias primas) de forma separada.

Figura 3. Porcentajes totales de las fases del ciclo de vida escogidas.

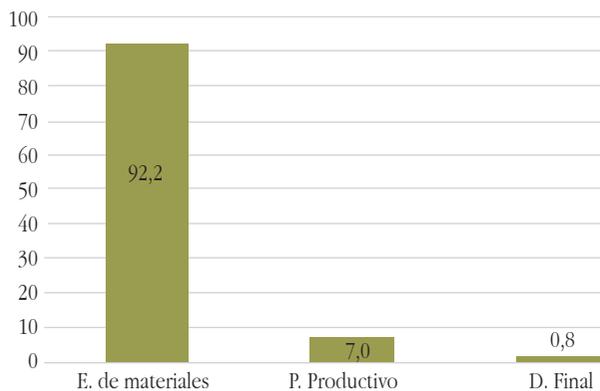
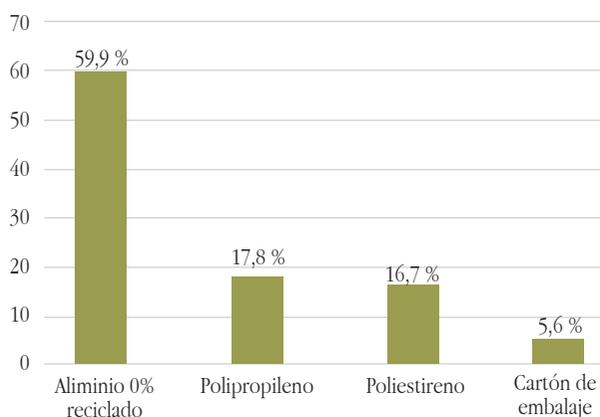


Figura 4. Porcentajes del impacto ambiental generado por la fase de extracción de materias primas.



Con base a estas graficas se identifica que los materiales del empaque y envase de la crema dental, que causan mayor impacto son: el aluminio con un 59.9 % y el polipropileno con un porcentaje del 17.8 %. Esto indica que es

importante cambiar materiales como el aluminio y el polipropileno para reducir en un 68% el impacto del producto.

La problemática actual, radica en ser un producto de usar y tirar, que mezcla materiales de larga duración para un producto que dura en promedio 40 días y que es posteriormente desechado, aumentando el impacto del producto, pues no es posible recuperarlo.

Por lo anterior, los requerimientos a tener en cuenta para mejorar el producto son: 1. minimizar la heterogeneidad de materiales, 2. implementar la técnica de fácil desensamblaje, fácil relleno o recarga; y 3. minimizar residuos y el uso de materiales debido a la implementación de la monomaterialidad. Los anteriores requerimientos hacen referencia a las estrategias de ecodiseño que posteriormente serán explicadas.

Estrategias de ecodiseño que se van a implementar para el rediseño del empaque de crema dental

Monomaterialidad: Debido a la multiplicidad de materiales usados en este producto, y los resultados del análisis de ciclo de vida, resulta primordial reducir la cantidad de materiales, en lo posible a uno solo. En este caso fue escogido el polipropileno, debido a que este material cumple las características apropiadas para ser usado como único material (más adelante se explican las características del material).

Reutilización: Con esta estrategia lo que se busca es prolongar la vida útil del producto, ofreciendo al cliente la posibilidad de reutilizar el empaque de la crema dental por medio de estrategias de venta. Algunos requerimientos que debe tener en cuenta el cliente son:

- El cliente deberá presentar el envase vacío, sin el cual no se realizará cambio o devolución.
- El cliente entregará el producto en los puntos autorizados, que principalmente hacen referencia a supermercados de cadena y tiendas en lugares estratégicos de la ciudad.
- Una vez entregado el producto el cliente recibirá un descuento del 15% sobre la compra de la nueva adquisición (Por unidad).El producto de que se trate deberá venir con el embalaje o empaque original,

con sus etiquetas en perfectas condiciones y con todos los accesorios correspondientes.

- El producto será llevado al punto de fábrica en donde se realizará su proceso de desinfectado y lavado para así volver a ser usado.
- En cada punto autorizado de venta se encontrará una publicidad indicada para que el cliente tenga conocimiento del mecanismo de devolución y a su vez del descuento específico.

Reciclabilidad: Con la utilización de un único material (polipropileno), lo que se busca es que los productos que en algún caso especial no lleguen a la fábrica de nuevo y terminen en un vertedero puedan ser reciclados en su totalidad [23, 24].

Figura 5. Prototipo de la propuesta de empaque para la crema dental



Diseño para la reducción de impacto ambiental del envase de crema dental

Para hacer la propuesta de rediseño del envase de crema dental (Ver figura 5) se tuvieron en cuenta los requerimientos ambientales mencionados anteriormente, y características de otros objetos de referencia como: el envase de papas fritas de tubo cilíndrico alargado con fondo circular plano, del cual se obtuvo su característica rígida, alargada y de base plana y el mecanismo interno de barrido de un desodorante, que permite arrastrar la crema dental en su totalidad aprovechando el dentífrico.

Características del empaque ecodiseñado

- La propuesta del empaque rediseñado se caracteriza por ser un producto rígido, cilíndrico recto que permite la fácil distribución de la crema sin la necesidad de utilizar un empaque secundario (el cual era una caja de cartón).
- Está compuesto por 3 componentes: A. El cilindro que contiene la crema de dientes; B. La tapa que cubre la crema de dientes y que hace las veces de dispensador y C. El mecanismo de barrido interno de la crema de dientes (Ver figura 6).
- Presenta colores blanco y azul, con la finalidad de que sea adaptable y agradable a la vista del consumidor, sin que genere un estrés visual. Todo esto debido a que el ambiente en el que se encuentra en su mayoría de veces es un baño, por lo que ellos siempre son neutros y por esto se decidió seleccionar estos dos colores.
- El material seleccionado para rediseñar el producto fue el polipropileno, aunque es un material de origen fósil y que no es renovable, el planteamiento del ecodiseño del empaque busca que se mantenga dentro de un ciclo cerrado para que la materia prima pueda ser reusada tanto en la recarga de crema dental por el usuario, como materia prima para ser usada por la empresa en otros procesos productivos. El polipropileno además es un material apropiado para el rediseño del empaque de crema dental ya que cuenta con las siguientes características:

1. Es un material inerte.
2. Totalmente reciclable.
3. No es tóxico.
4. Su tecnología de producción es la de menor impacto ambiental.
5. Posee baja densidad.
6. Alta dureza y resistencia a la abrasión.
7. Alta rigidez.
8. Buena resistencia al calor.
9. Excelente resistencia química.
10. Excelente versatilidad. [15, 25]

Todas estas características son necesarias para el envase de la crema dental debido a que este es un producto de

salud bucal y se deben evitar problemas de salubridad para que el producto sea viable a la hora de su consumo.

Este producto presenta las siguientes ventajas

1. Es de fácil desensamblaje, esta bondad permite la reutilización del empaque para ser relleno nuevamente de crema dental como se había mencionado antes.
2. Permite tanto la reciclabilidad como la reutilización debido al ciclo de vida cerrado que brinda a la empresa, ya que no es necesario realizar de nuevo la extracción de materias primas, sino únicamente su reutilización en cuanto a relleno y recarga (se considera ciclo cerrado a un producto que después de terminar su vida útil es utilizado nuevamente bien sea con la misma función o como materia prima para otros procesos [26]).
3. Al ser este producto rígido y denso, permite que su vida útil sea prolongada, ya que el material implementado necesita mucho tiempo para degradarse.
4. El mecanismo de barrido interno, permite el máximo aprovechamiento de la crema dental.

Figura 6. Empaque de crema de dientes desensamblado.



Con el fin de comparar el impacto generado por el producto analizado, con el producto rediseñado, fue pertinente el uso de la misma metodología de Análisis del Ciclo de Vida (ACV). Para dicho análisis se tuvo en cuenta el polipropileno como materia prima cuyo peso es de 0,01201 Kg por empaque. El proceso productivo a utilizar es el moldeado por inyección. Para el análisis se tuvo en cuenta la extracción de materia prima, el proceso de producción y para la disposición final se tuvo

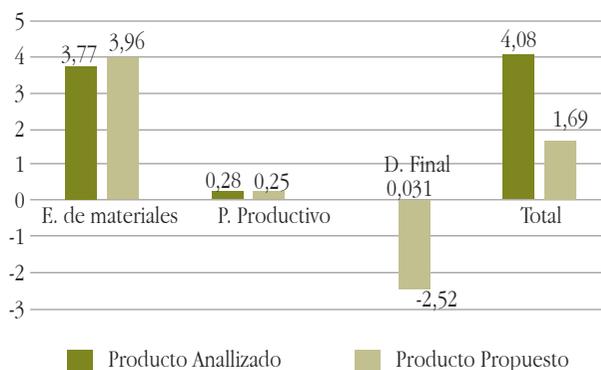
en cuenta el ecoindicador de reciclaje de polipropileno, dado que por ser un solo material se facilita el reciclaje, sin embargo, la propuesta de rediseño se enfoca a la recarga del empaque por lo cual su vida útil puede ser más extensa (Ver tabla 2).

Tabla 2. Evaluación del impacto del envase de dentífrico rediseñado.

Extracción de materias primas y procesos productivos			
Material o proceso	Cantidad	Indicador	Resultado
Polipropileno	0,01201	330	3,9633
Moldeado por inyección	0,01201	21	0,25221
Total			4,21551
Disposición final			
reciclaje de polipropileno	0,01201	-210	-2,5221
Total final			1,69

Según la tabla 2, el uso del polipropileno como materia prima para el rediseño tiene un impacto ambiental que es minimizado por la propuesta de recarga del producto (disposición final), alargando la vida útil del empaque y material. Esta propuesta permite minimizar en un 58% el impacto ambiental asociado al producto en su ciclo de vida (Ver figura 7).

Figura 7. Análisis comparativo de impacto ambiental entre el producto analizado y propuesto.



Conclusiones

- Por medio del análisis de ciclo de vida del tubo dentífrico, se pudo evidenciar que el aluminio genera un 59,9% en el proceso de extracción de este, además de la difícil separación de estos materiales en el producto analizado.
- A través de estrategias de ecodiseño se logró eliminar la utilización de varios materiales hasta llegar a un solo material, el cual es el polipropileno, permitiendo una vida útil más larga para el producto, que facilita la recarga de este por medio del diseño implementado, esto hace que el producto genere una reducción en el impacto ambiental del 58% en comparación con el envase de estudio, debido a que la producción a largo plazo sería menor por la posibilidad de recarga.
- Gracias a las características del nuevo empaque de crema dental, se facilita la distribución en masa de este producto, debido a su rigidez en el material, lo que genera la eliminación del empaque secundario hecho de cartón.
- La estimación de costos del nuevo tubo de crema dental es menor a largo plazo, ya que la producción de este es reducida en comparación a la del producto analizado, la facilidad de recarga genera una menor utilización de nuevos empaques por los consumidores lo que conlleva a menor extracción, y menos residuos al final de la vida útil del producto.
- La aplicación de estrategias de ecodiseño como la monomaterialidad, reciclaje, recambio y recarga, diseño para el desensamblaje, entre otras estrategias, en este caso permitieron una reducción del impacto ambiental a corto y largo plazo en comparación con el producto inicialmente analizado.
- Realizar productos monomateriales permite a las empresas reducir costos en materiales y procesos productivos, haciendo productos más simples que puedan finalizar adecuadamente su vida útil en procesos de reuso, reciclaje, entre otros, lo que conlleva a disminuir la extracción de nuevas materias primas y la generación de residuos sólidos al final de la vida útil del producto.
- La monomaterialidad como la recarga de productos debiera de ser implementada por las empresas cuyo

producto no es el empaque sino lo que contiene el envase, esto permitiría disminuir en los productos más del 50% de impacto ambiental.

Referencias

- [1] Dee Fink, L. (2003). *Una Guía Auto-Dirigida al Diseño de Cursos para el Aprendizaje Significativo*. San Francisco: Jossey-Bass.
- [2] Lidia Isaac, Cira; González Aldama, Indira; Pellicier, Yaisleny. (2008). *Propuesta Metodológica para la Integración de los Sistemas de Gestión Ambiental y los Sistemas de Gestión de la Calidad a través del Ecodiseño*. Ingeniería Industrial. Actualidad y Nuevas Tendencias, Julio-Diciembre, 66-78.
- [3] UNEP -United Nations Environmental Programme- (1997). *Ecodesign. A promising approach to sustainable production and consumption*, Paris.
- [4] El análisis del ciclo de vida como herramienta de la gestión empresarial. Alfonso Aranda, Ignacio Zabalza, Amaya Martínez, Alicia Valero, Sabina Scarpellini. Fundación Confemetal. Madrid. 2006. Pag. 36
- [5] Ecodiseño Y Análisis de Ciclo de Vida. By José Alfonso Aranda Usón, Ignacio Zabalza Bribián Pagina 29. Zaragoza: Pressas Universitarias de Zaragoza, 2010
- [6] Romero Rodríguez, Blanca Iris (2003). *El análisis de ciclo de vida y la gestión ambiental*. Recuperado el 13 de mayo de 2012. Boletín IIE.
- [7] Viñolas i Marlet, Joaquim (2005). *Diseño Ecológico: hacia un diseño y una producción en armonía con la naturaleza*. Capítulo Estrategias específicas del diseño ecológico, Pag. 261. Art Blume, Barcelona.
- [8] Ministry OF Housing, Spatial Planning and the environment (2000). *Eco-indicator 99, manual for designers*. Netherlands.
- [9] International Estándar, ISO 14040 (2006). *Environmental management — Life cycle assessment — Principles and framework*. ISO copyright office, Published in Switzerland.
- [10] J. M. Cádernas Rovira y G. Arriolja, «ECODISEÑO: Ingeniería del Ciclo de Vida,» 20 Junio 2012. [En

- línea]. Available: <http://www.slideshare.net/guillermoarriola/ecodiseo-ciclodevidaproductos>. [Último acceso: 29 Septiembre 2014].
- [11] Portafolio.co, «Las 10 marcas más poderosas de Colombia.» Portafolio, 15 Junio 2011. [En línea]. Available: <http://www.portafolio.co/negocios/las-10-marcas-mas-poderosas-colombia>. [Último acceso: 29 Septiembre 2014]
- [12] R. S.A., «PROCESO DE TERMOSELLADO.» 2008. [En línea]. Available: <http://www.recudir.com/es/termosellado>. [Último acceso: 24 Noviembre 2013]
- [13] Colgate, Palmolive, «PATENTE DE INVENCION: COLGATE-PALMOLIVE,» 18 Septiembre 2013. [En línea]. Available: http://www.espatentes.com/pdf/2008639_a6.pdf. [Último acceso: 3 Octubre 2013].
- [14] «ECOLOGIA: Noticias de Ecología, Reciclaje, Medio Ambiente,» 8 Abril 2013. [En línea]. Available: <http://www.ecologiahoy.com/carton>. [Último acceso: 23 Noviembre 2013].
- [15] F. Muñoz Pinto, «PROCESAMIENTO Y PROPIEDADES DE ALGUNAS POLIOLEFINAS,» [En línea]. Available: <http://www.ehu.es/reviberpol/pdf/publicados/fidel.pdf>. [Último acceso: 24 Noviembre 2013].
- [16] M. Marín. [En línea]. Available: <http://marinponsasociados.com/PDFINDUSTRIA/EXTRACCIONALUMINA.pdf>. [Último acceso: 22 Noviembre 2013].
- [17] T. D. P. E. C. PALMOLIVE, «TRADUCCION DE PATENTE EUROPEA COLGATE PALMOLIVE,» 1 Abril 2002. [En línea]. Available: http://www.espatentes.com/pdf/2165883_t3.pdf. [Último acceso: 23 Octubre 2013].
- [18] «Impacto Al Medio Ambiente y Efectos en La Salud Humana,» [En línea]. Available: <http://www.scribd.com/doc/39564349/Impacto-Al-Medio-Ambiente-y-Efectos-en-La-Salud-Humana>. [Último acceso: 9 Noviembre 2013].
- [19] «Efectos de los plásticos en la salud humana y el medioambiente,» 23 Marzo 2010. [En línea]. Available: <http://dialogodigital.upr.edu/index.php/Dialogo/Noticias/Aqui-y-Alla/Efectos-de-los-plasticos-en-la-salud-humana-y-el-medioambiente.html>. [Último acceso: 8 Noviembre 2013].
- [20] M. Marín. [En línea]. Available: <http://marinponsasociados.com/PDFINDUSTRIA/EXTRACCIONALUMINA.pdf>. [Último acceso: 22 Noviembre 2013].
- [21] V. i. M. Joaquim, «Capítulo Materiales y Salud,» de *Diseño Ecológico: hacia un diseño y una producción en armonía con la naturaleza*, 2005, Art Blume, 2005, pp. 23-30.
- [22] C. PALMOLIVE, 2013. [En línea]. Available: <http://investor.colgate.com/>. [Último acceso: 19 Noviembre 2013].
- [23] TextosCientificos.com, «Resinas de Polieter y Poliolefinicas,» 6 Febrero 2008. [En línea]. Available: <http://www.textoscientificos.com/polimeros/plasticos/sinteticos/resinas-polieter-poliolefinicas>. [Último acceso: 20 Octubre 2013].
- [24] C. PALMOLIVE, «Colgate: Respetando el mundo que nos rodea. Viviendo Nuestros Valores para la Sustentabilidad,» [En línea]. Available: <http://www.colgate.cl/Colgate/CL/Corp/Sustainability/Sustainability.pdf>. [Último acceso: 21 Octubre 2013].
- [25] TextosCientificos.com, «Polipropileno,» 14 Agosto 2005. [En línea]. Available: <http://www.textoscientificos.com/polimeros/polipropileno>. [Último acceso: 7 Noviembre 2013].
- [26] McDonough, W.; Braungart, M. (c2002). *Cradle to cradle: remaking the way we make things*. North Point Press, New York.

Los Autores



Carolina Montoya Rodríguez

Docente de Ecodiseño e investigadora de la Facultad de Ingeniería de la Universidad El Bosque, asociada al programa de Ingeniería Industrial. Diseñadora Industrial de la Universidad de Los Andes con un Master in Holistic Science de la Universidad de Plymouth, Inglaterra. E-mail: montoyacarolina@unbosque.edu.c



Paloma Martínez Sánchez

Docente e investigadora de la Facultad de Ingeniería de la Universidad El Bosque, asociada al programa de Ingeniería Industrial. Ingeniera de Producción Agroindustrial de la Universidad de La Sabana, Master en Ciencias con especialidad en Sistemas de Calidad y Productividad del Instituto Tecnológico de Monterrey. E-mail: martinezpalo@unbosque.edu.co



María Alejandra Berbesi Jaimes

Estudiante IV Semestre de Ingeniería industrial. Facultad de Ingeniería Industrial. Universidad El Bosque. Ecodiseño. E-mail: mberbesi@unbosque.edu.co



María Milagros Celedon Lubo

Estudiante IV Semestre de Ingeniería industrial. Facultad de Ingeniería Industrial. Universidad El Bosque. Ecodiseño. E-mail: mceledon@unbosque.edu.co



Rawad Farouk Khaddaj Nieto

Estudiante IV Semestre de Ingeniería industrial. Facultad de Ingeniería Industrial. Universidad El Bosque. Ecodiseño. E-mail: rkhadaj@unbosque.edu.co



Andrés Felipe Monroy Mateus

Estudiante IV Semestre de Ingeniería industrial. Facultad de Ingeniería Industrial. Universidad El Bosque. Ecodiseño. E-mail: amonroy@unbosque.edu.co



Catalina Aguirre Lara

Estudiante IV Semestre de Ingeniería industrial. Facultad de Ingeniería Industrial. Universidad El Bosque. Ecodiseño. E-mail: caguirrel@unbosque.edu.co