

Aprovechamiento concientizado de los residuos como materia prima para el diseño de nuevos productos

Gerardo Hernández Neria¹, Arturo Santamaría Ortega², Miguel Angel Rubio Toledo³
Maestro en Diseño¹, Profesor Investigador de Tiempo Completo de la FAD en la UAEMex.², Profesor Investigador de
Tiempo Completo de la FAD en la UAEMex.³
Universidad Autónoma del Estado de México
Toluca, Méx.; México
dis_ger27@hotmail.com¹, arturo_santamaria@hotmail.com², miguelblond72@yahoo.com.mx³

Abstract— Nowadays, the consumption of materials for the production of everyday objects is becoming excessive, impairing the existence and production of natural resources for those manufactured. Therefore, the use of residues from the manufacture of products in order to avoid further waste becomes necessary. In this sense, the conscience design determines the creation of strategies for the rational use and consumption of resources throughout the product life cycle as a key factor in the optimization and control of environmental, social and economic impacts. As a Case study, it can be seen that residues in the production process of t-shirts is vast, so its reuse in different applications as strategic process is necessary to avoid waste production.

Keyword— *Design, Conscientized, Waste, Product, New Materials*

Resumen— Hoy en día, el consumo de materiales para la producción de objetos de uso cotidiano es cada vez más excesivo, deteriorando la existencia y obtención de recursos naturales con los que fueron fabricados. Por tal motivo, se vuelve necesario el uso de residuos derivados de la fabricación de productos con el objeto de evitar un mayor desperdicio. En este sentido, el diseño concientizado establece la creación de estrategias de aprovechamiento y consumo racional de recursos en todo el ciclo de vida del producto como factor clave en la optimización y control de impactos ambientales, sociales y económicos. Como Caso de estudio, se muestra que los residuos en el proceso de producción de playeras es vasto, por lo que su reúso en diferentes aplicaciones estratégicas al mismo proceso es indispensable para evitar la generación de basura.

Palabras claves— *Diseño, concientizado, Residuos, Productos, Nuevos Materiales.*

I. INTRODUCCIÓN

El uso racional de los recursos es un factor importante que orienta al diseño a sumar esfuerzos para crear estrategias de consumo y reducción de impactos generados a lo largo del ciclo de vida de los productos; de esta forma, en los procesos de desarrollo y fabricación de productos debe considerarse el aprovechamiento concientizado de los residuos que se generan, así como la utilización de la materia prima residual para la creación de nuevos productos, ayudando además, a la búsqueda del equilibrio sostenible del planeta.

A. *Del diseño concientizado al desarrollo sostenible*

El diseño concientizado establece que el pensamiento renovado y ético sobre el consumo de recursos naturales debe estar combinado con la aplicación de procesos próximos a las exigencias de la sostenibilidad, encaminadas al cuidado del medio ambiente, al ejercicio responsable del uso y cuidado de los recursos del planeta, aclarando que lo importante es el bienestar sostenido de la vida, más que objetos sostenibles [1].

Actualmente, el desarrollo sostenible es comprendido como la búsqueda del equilibrio satisfactorio de las necesidades presentes sin que se comprometan las de futuras generaciones [2]. Este enfoque, está pasando por la etapa exploratoria de descubrir soluciones para apoyar esta realidad, un punto principal de esta perspectiva es la prevención del deterioro ambiental, y como estrategia para obtener beneficios en actividades económicas y sociales, al incorporar los aspectos ambientales y la optimización de recursos en los procesos de diseño y desarrollo de productos.

Asimismo, “*la racionalidad ambiental construye nuevos mundos de vida en la rearticulación entre la cultura y la naturaleza que, más allá de una voluntad de forzar la identidad entre lo real y lo simbólico en un monismo ontológico, reconoce su dualidad y diferencia en la constitución de lo humano. Del desquiciamiento de la naturaleza y de la razón que se expresa en la crisis ambiental, emerge una nueva racionalidad para reconstruir el mundo, más allá de la ontología y la epistemología, desde la otredad y la diferencia*” [3].

Bajo esta perspectiva, el desarrollo sostenible no debe simplemente ser prolongado en el tiempo, sino el tipo de desarrollo que se requiere para tratar de alcanzar, a través de éste, el estado de sostenibilidad. No se trata de una meta propiamente, sino de un proceso para mantener un balance dinámico entre la demanda de equidad, prosperidad y una mejor calidad de vida y lo que es posible ecológicamente [4].

B. El consumo racional de recursos naturales

La prevención ambiental, es la estrategia más efectiva para reducir la presión que el hombre realiza por su actividad económica. Una buena actuación para la prevención es ir incorporando aspectos ambientales en el proceso de diseño y desarrollo de los productos [5]. Es motivo por el cual en esta investigación se le da mayor importancia a la filosofía del ecodiseño, en virtud de que se considera que los recursos naturales son el principal eslabón en la cadena que engloba el ciclo de vida, y es a partir de este punto donde empieza y termina la vida de un material o producto, por lo que al darle el valor adecuado a los recursos naturales y aprovechar todos sus potenciales, mayor serán los beneficios a nivel económico y social.

En consecuencia, se han desarrollado distintas propuestas que promueven el uso y consumo racional de los recursos [6], además de promover que los productos estén fabricados con materiales de fácil degradación y que al hacerlo aporte nutrientes a la naturaleza, como es el caso del enfoque “de la cuna a la cuna”, exponiendo una nueva manera de pensar y crear productos que no generen residuos dañinos.

Actualmente los encargados de materializar los productos están enfocados en realizar búsquedas constantes de nuevos materiales y procesos de manufactura, con las cuales las empresas obtienen ventajas ante sus competidores e incrementar beneficios para ellos y para la sociedad. En lo que respecta a la selección de materiales, es necesario determinar las especificaciones que se requieren en el producto completo, así como analizar específicamente las que necesita cada elemento que lo conforma, y de la relación que existe entre ellos.

En este tiempo, existe la necesidad de crear estrategias que definan y transformen las ideas de los nuevos productos en información específica y detallada que pueda ser aplicada en la fabricación, con las cuales se puedan cambiar los requerimientos y especificaciones por alternativas para definir los procesos de fabricación de materiales, como también precisar los adecuados modelos de optimización o innovación para el desarrollo de productos [7]. Es incuestionable que la producción de productos es cada día más y más acelerada debido a las situaciones actuales de consumo, también es evidente que dichos productos están fabricados de materiales que pueden tardar siglos en degradarse, y aunque la tendencia tecnológica es desarrollar materiales que su degradación sea más acelerada, están compuestos de materiales que son tóxicos o alteran al entorno natural donde se degradan.

C. *El diseño concientizado en el ciclo de vida del producto*

Ha existido una gran evolución en lo que respecta al diseño y manufactura de productos, y este movimiento concientizado sugiere la integración de cuestiones enfocadas a un mejor aprovechamiento de recursos naturales, así como, la continuidad de las etapas que integran el ciclo de vida. Dichas etapas comprenden desde la extracción de materia prima hasta encontrar la mejor opción para la reintegración de los residuos a la naturaleza, por ello, es indispensable que todos los procesos requeridos se desarrollen bajo la perspectiva que propone esta perspectiva de diseño.

Por otra parte, las características del ciclo de vida del producto se establecen en los propios objetivos y búsqueda de beneficios para los sectores ambientales, económicos y sociales. Para Jawahir [8], los objetivos que se plantean para el ciclo de vida son:

- La reducción de costos de manufactura
- La reducción en tiempo del desarrollo de productos
- La reducción del uso de material
- La reducción del consumo de energía
- El aumento de la seguridad operacional
- Mejorar beneficios sociales
- La reducción de residuos industriales
- Reparar, Reusar, Recuperar y el reciclaje de productos/materiales usados
- Considerar las preocupaciones ambientales
- La educación y capacitación de la fuerza laboral
- El incremento de la innovación en productos y procesos

En el desarrollo de los productos, se han propuesto distintas etapas que integran el ciclo de vida, pero las que tienen mayor concordancia entre uno y otro autor, especifican que el ciclo de vida de un producto comienza cuando se extraen las materias primas de la naturaleza, le sigue el proceso de manufactura, el transporte y el uso, y termina con el manejo de los residuos mediante el reciclaje y disposición final. En cada etapa del ciclo de vida se generan emisiones y consumen recursos. Los impactos ambientales del ciclo de vida completo de los productos y servicios son los que requieren dedicarle especial atención [9].

Para facilitar el análisis del ciclo de vida del producto, muchos autores intentan simplificar las etapas, a partir de las cuales, se intenta controlar todos los procesos que se requieren para la producción de un producto, así como los impactos que se generan en cada uno de ellos. Por lo que, cualquier impacto de tipo ambiental, económico o social que ocurre durante las diferentes etapas del ciclo de vida de un producto resulta fundamental, algunos de los principales factores que determinan dichos impactos, son:

- Suministro de energía
- Extracción y adquisición de materia prima
- Fabricación de producto
- Transporte y distribución
- Uso del producto

- Consumo de recursos en cada fase del ciclo
- Producción y eliminación de desechos y emisiones
- Final de vida del producto (disposición, desechos, reciclado, etc.)

Actualmente, los productos ofrecen una vida útil muy corta, ya sea por estrategias comerciales (como en el caso de los productos desechables, efecto de la obsolescencia programada) o debido a otros factores, como los avances de tecnología, adopción de nuevos estilos y modas, entre otros [10].

Como resultado de la búsqueda de la continuidad en las etapas del ciclo de vida, se identifica que el punto primordial para lograrla es mediante la perpetuidad de la materia, es decir, que cuando el producto ha llegado al final de su vida, los materiales o residuos deben integrarse nuevamente a un nuevo ciclo y crear nuevos productos de manera concientizada.

D. Aprovechamiento concientizado de los residuos

Comúnmente el término “residuo” es relacionado con el término “desecho”, y se debe esclarecer que existe una diferencia conceptual entre estos dos elementos. La palabra “residuo” se debe aplicar al resultante de una materia prima o proceso que puede tener o no un valor comercial, y aunque sean poco comunes o en bajas cantidades, alguno de sus componentes puede proporcionar cierto interés para su posible utilización. Por otra parte el término “desecho” debe ser relacionado para aquellos excedentes de materiales y procesos que son considerados como basura, por no aportar valor alguno en su reutilización y se le debe dar una disposición final. [11]

Específicamente para México el desarrollo sostenible depende del aprovechamiento concientizado de los recursos naturales y de la protección de sus ecosistemas, sin embargo, para conseguirlo es necesario cambiar los modelos de consumo y producción, así como, establecer estrategias para la prevención y gestión de los residuos sólidos, los de manejo especial y los peligrosos, que sean ambientalmente adecuados, técnicamente factibles, económicamente viables y socialmente aceptables [12].

Una de las estrategias que se proponen para lograr el aprovechamiento de la materia procedente de la gestión de los residuos sólidos, es principalmente, la de desarrollar instrumentos económicos para apoyar la creación de instalaciones y cadenas de valorización para el reciclaje; además, el tratamiento de aquellos residuos cuya recuperación y aprovechamiento presente beneficios ambientales significativos, o incluso que no se realice porque los mecanismos de mercado no presenten condiciones adecuadas y atractivas para las empresas.

El Congreso de la Unión de los Estados Unidos Mexicanos, decretó la Ley General para la Prevención y Gestión de los Residuos a partir del año 2003, la norma que es reglamentaria de las disposiciones que se refieren a la protección al medio ambiente en materia de prevención y gestión integral de residuos, en territorio nacional, expuesta en el artículo 1° de dicha Ley. Específicamente, en el punto VII de este artículo enfatiza el fomento a la valorización de residuos, así como el desarrollo de mercados de subproductos, bajo criterios de eficiencia ambiental, tecnológicos, económicos, y esquemas de financiamiento adecuados.

En el artículo 2° de la misma Ley, se enfatiza la formulación y conducción de la política en materia de prevención, valorización y gestión integral de los residuos, la cual se explicita en el punto VI con la valorización de los residuos para su aprovechamiento como insumos en actividades productivas. Y en el punto XII enfatiza la valorización, la responsabilidad compartida y el manejo integral de los residuos, aplicados bajo condiciones de eficiencia ambiental, tecnológica, económica y social, en el diseño de instrumentos para gestión de residuos [13].

Por lo anterior, se entiende la motivación a otorgarle un valor agregado a los residuos sólidos que se generan en México. La valorización de los residuos se enfatiza en el aprovechamiento concientizado, el cual se entiende como la aplicación consecuente de procesos cuando el residuo es considerado como materia prima y se tiene el objetivo de obtener un producto o subproducto. Por esta razón es necesario establecer una estrategia que identifique aquellos residuos que son aprovechables, y que pueden ser reutilizados o transformados para obtener un nuevo producto que se reincorpore al ciclo económico y obtenga un valor comercial.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

La propuesta que enmarca esta investigación, se refiere al desarrollo de una metodología que promueva el aprovechamiento de los residuos o partes de un producto que han concluido su vida útil, para posteriormente ser transformados o utilizados a través del diseño concientizado como materia prima para crear nuevos productos que sean amigables con el medio ambiente, así como presentar beneficios sociales y económicos para los sectores relacionados con el manejo de dichos residuos orgánicos.

A. Propuesta metodológica para el aprovechamiento concientizado de los residuos

A continuación, se presenta el método para el aprovechamiento concientizado de los residuos (Fig. 1), el cual consta de 6 fases de análisis y desarrollo dirigidas hacia el diseño para producción de nuevos materiales y productos, dando continuidad al ciclo de vida y perpetuidad de los materiales. De esta manera, se pretende apoyar al desarrollo sostenible mediante el uso y conservación de los recursos ambientales, económicos y sociales.

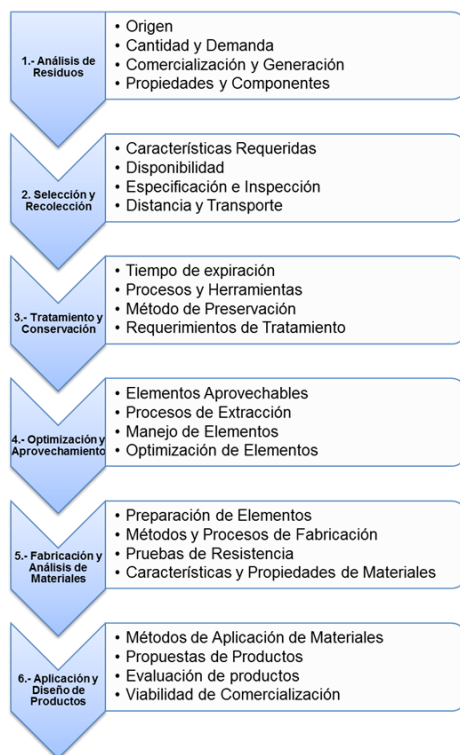


Fig. 1. Método para el aprovechamiento concientizado de residuos.

En la siguiente tabla (Tabla1), se describen las actividades que se desarrollan en cada proceso de la metodología propuesta. Cabe mencionar que esta metodología se basa en establecer la continuidad de ciclo de vida de los elementos de los productos y sus propiedades al concluir su vida útil, así como el aprovechamiento concientizado de sus residuos.

Tabla I. Descripción y desarrollo de propuesta metodológica.

Etapa	Proceso	Descripción
1 Análisis de Residuos	Origen	Identificar origen y procedencia de los productos y sus residuos.
	Cantidad y Demanda	Análisis de la cantidad de producción del producto a nivel global y local, además viabilidad del aprovechamiento.
	Comercialización y Generación	Investigar el canal de comercialización del producto e identificar el punto de generación del residuo.
	Propiedades y Componentes	Identificar las propiedades y características aprovechables del residuo.
2 Selección y Recolección	Características Requeridas	Definir las características y condiciones necesarias que deben poseer los residuos al obtenerse.
	Disponibilidad	Analizar la disponibilidad de los residuos de manera local, cantidad referente a la producción establecida y definir estrategia.
	Especificación e Inspección	Definir las condiciones físicas requeridas y los factores de entrega para eficientar las características del residuo.
	Distancia y Transporte	Determinar los puntos estratégicos para realizar la recolección y acaparamiento de los residuos
3 Tratamiento y Conservación	Tiempo de Expiración	Determinar el tiempo en el cual sus propiedades se mantendrán en óptimas condiciones para su aprovechamiento.
	Procesos y Herramientas	Establecer los procesos y herramientas requeridas para la optimización de los residuos.
	Preservación	Definir los procesos para la conservación y preservación de los residuos.
	Requerimientos de Tratamiento	Determinar los requerimientos necesarios para que su tratamiento y conservación sean viables.
4 Optimización y Aprovechamiento	Elementos Aprovechables	Analizar si el residuo está integrado por uno o varios elementos aprovechables.
	Procesos de Extracción	Definir el proceso de extracción o de separación de los elementos pertenecientes a cada residuo.
	Manejo de Elementos	Determinar la estrategia con la cual se manipulara cada elemento del residuo para su optimización.
	Optimización de Elementos	Determinar las condiciones necesarias para mejorar las propiedades de cada elemento del residuo.
5 Fabricación y Análisis de Materiales	Preparación de Elementos	Definir el tipo de material que se desea fabricar para la transformación los elementos extraídos de los residuos.
	Procesos de Fabricación	Establecer de manera concientizada los procesos de fabricación necesarios para crear los materiales.
	Pruebas de Resistencia	Realizar las pruebas físicas y mecánicas necesarias para conocer las propiedades alcanzadas.
	Características y Propiedades de Materiales	Identificar las características y propiedades alcanzadas por cada material.
6 Aplicación y Diseño de Productos	Aplicación de Materiales	Definir los procesos de aplicación de los materiales obtenidos en relación a los productos requeridos.
	Propuestas de Productos	Analizar los productos viables de fabricación en relación a las características y propiedades del material.
	Evaluación de productos	Desarrollar pruebas y métodos de evaluación para identificar los beneficios de los productos creados.
	Viabilidad de Comercialización	Definir las estrategias y puntos de comercialización de los productos y materiales diseñados.

Por consiguiente, al realizar el análisis de los productos e identificar la viabilidad que tienen sus residuos o partes para ser utilizados en la fabricación de nuevos materiales y productos, se enfatiza la idea de que el método desarrollado en este artículo tiene el objetivo principal de dar al diseñador las herramientas para recuperar y renovar las partes de los productos que son considerados como desechos,

identificando las oportunidades que las propiedades de los residuos poseen para ser aprovechadas e integrarlas a nuevos ciclos de vida en productos.

III. CASO DE ESTUDIO: APROVECHAMIENTO CONCIENTIZADO DE LOS RESIDUOS RESULTANTES EN LA FABRICACIÓN DE PLAYERAS

Como una estrategia de verificación de la metodología propuesta, se desarrolla su aplicación en los residuos que se generan de la fabricación de playeras. La empresa HENE donde se realizó el análisis, tiene 25 años dedicados al corte, confección y serigrafía de playeras de algodón, tipo cuello redondo en diferentes tallas y colores.



Fig. 2. Tipo de playeras fabricadas.

En seguida se presenta detalladamente, la aplicación de la metodología para el aprovechamiento concientizado de los residuos, por medio del análisis y aplicación de cada fase propuesta.

A. *Análisis de residuos*

De los diversos de residuos que se generan en los procesos de fabricación de playeras, el análisis se enfoca principalmente en los que se producen en la etapa de corte. Específicamente, la tela que se ocupa es de forma tubular, sus características como el tamaño, color y cantidad son determinadas en relación a los requerimientos del cliente.

En la empresa donde se desarrolla la aplicación de la metodología, se identificó que la cantidad de producción de playeras es muy variada, debido a que se realiza en relación a los pedidos de los clientes. Sin embargo, se realizó un estudio de la cantidad producida en los últimos 3 meses, donde se estableció que su producción tiene un promedio de 400 kg de tela mensuales (Ver Tabla 2).

Tabla II. Kilogramos de tela producida en la fabricación de playeras.

Producción de tela		
	Mes / 2015	Kilogramos
1	Febrero	400
2	Marzo	500
3	Abril	300
	Promedio Kg	400

Además, se identificó que de cada kilogramo de tela los residuos que se generan son de 60 gramos en promedio, dependiendo el tamaño de la playera requerida. Por lo tanto, en promedio al mes se generan alrededor de 24 kilogramos de residuos.

En esta fábrica regularmente los residuos de la tela generada en el proceso de corte son utilizados para limpiar los marcos y manchas de pintura que se producen en el proceso de serigrafía, y los que no se utilizan son puestos a disposición de los camiones recolectores de basura. Sin embargo, en algunas empresas los residuos son vendidos a otras empresas para utilizarse como relleno de colchones, colchonetas y otros productos.



Fig. 3. Molde para corte de playeras.

B. Selección y Recolección

Los factores principales son: el tamaño, para que permita diseñar alguna figura; la forma, ésta permitirá la optimización; y la cantidad, la cual define el número de residuos obtenidos.

La disponibilidad de este residuo es tangible y se obtendrá cada vez que se produzca una playera ya que la propia forma de la playera genera residuos. Es indispensable que las formas obtenidas de los residuos se mantengan libres de polvo y humedad, de esta manera se mantendrán con mejor calidad sus propiedades.

C. Tratamiento y Conservación

Al analizar el residuo, se determinó que sus propiedades no tienen expiración, sin embargo, es importante tomar en cuenta que si se contamina de polvo, humedad o cualquier agente que degrade su calidad, no podrá cumplir con el objetivo que propone esta metodología, por lo que tendrá que desecharse.

Así que, para un adecuado tratamiento y conservación de las propiedades de las formas obtenidas de los residuos, se propone colocarlas en sitios que los protejan de agentes contaminantes y los mantenga en condiciones óptimas para su uso. Este sitio donde se colocarán debe mantenerlos aislados de cualquier contaminante externo, además, se debe cuidar que al utilizarlos se mantengan separados y ordenados, tanto las formas como los colores para conservarlos en condiciones óptimas.

D. Optimización y Aprovechamiento

El aprovechamiento de los residuos se realizará al obtener las formas diseñadas, así como los elementos participantes en la composición de un diseño mezclado con formas y figuras provenientes del proceso de serigrafía. En el proceso de Extracción, primeramente, se requiere que al colocar los moldes de la playera, se realice el diseño de alguna figura deseada, en relación al diseño de la imagen de la playera. Deberá contemplarse el tamaño y el espacio del residuo, después con el proceso de corte se obtendrán las formas sugeridas.



Fig. 4. Izq. Figuras Diseñadas; Der. Posición de los moldes en proceso de corte.

E. Fabricación y Análisis de Materiales

Para comenzar con la preparación de elementos, se requiere tener listo el diseño final de la playera para generar los moldes de las figuras que se requieran antes de comenzar la etapa de corte. Las formas y figuras obtenidas de los residuos serán utilizadas en el proceso de serigrafía. Posteriormente, cuando se ha terminado el proceso de acomodado de la tela y se marcan los moldes de la playera, se identifican los espacios considerados como residuos, y se colocan los moldes propuestos. Después, durante el proceso de corte se obtendrán las formas y quedarán listas para su uso en el proceso de serigrafía.



Fig. 5. Formas obtenidas de los residuos de tela.

F. Aplicación y Diseño de Productos

En este caso se realizaran diseños alusivos a la protección y cuidado del ambiente. Además las propuestas se desarrollan en relación con temas de moda y demanda de los clientes, los cuales deben superar las expectativas de productos o aplicaciones del residuo en el mercado.

Finalmente, se especifica la viabilidad de Comercialización de los nuevos diseños de playeras, las cuales serán integradas a la cartera de productos de la empresa, incluyéndolas como una nueva línea de playeras con valor agregado y ecológico. Así, se realizarán diversos modelos para aumentar los diseños de la nueva línea de productos.



Fig. 6. Aplicación y Producto Terminado.

IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La propuesta del diseño concientizado es actuar más allá de la conciencia, y entender al diseño como un elemento más del mundo para un mejor vivir. De esta forma, este trabajo contempla todos los procesos y actividades participantes en el desarrollo de productos que se generan en la dirección a los principios de la sostenibilidad y el diseño concientizado.

Asimismo, se enfatiza la importancia que tiene el análisis y la gestión del ciclo de vida de un producto, donde se pudieron identificar las oportunidades que tiene la fabricación de nuevos productos con materia prima reutilizada, además de aquellos elementos de un producto o sus residuos que al concluir su vida útil son convertidos en desechos. Del mismo modo, es fundamental que en el diseño y fabricación de productos se integren los factores ambientales que propone la filosofía del ecodiseño, con la finalidad de garantizar el aprovechamiento y conservación de los recursos naturales. De tal forma, que los residuos se deban renovar a un nuevo ciclo en forma de materia prima.

Finalmente, el aprovechamiento concientizado de los residuos como materia prima para el diseño de nuevos productos representa una oportunidad para optimizar las propiedades que tienen los elementos de cada producto. Así también, se demuestra que con la aplicación de esta metodología que se obtienen beneficios en sectores ambientales, económicos y sociales.

REFERENCIAS

- [1] A. Santamaría, *Diseño Concientizado y su aplicación*, México: Publicia, 2015.
- [2] W. c. o. E. a. D. WCED, «Our common Future,» de *Relatorio Brundtland*, New York, 1987.
- [3] E. Leff, *Racionalidad Ambiental, La reapropiación social de la naturaleza*, Primera ed., S. XXI, Ed., México, 2004.
- [4] D. V. M. López, *Sustentabilidad y Desarrollo: origen precisiones conceptuales y metodología operativo.*, 2a edición ed., trillas, Ed., México, 2008.
- [5] Donnelly, K.; Beckett-Furnell, Z.; Traeger, S., Okrasinski, T.; Holman, S., «Eco-design implemented

- through a product-based environmental management system.,» *Journal of Cleaner Production*, 2006.
- [6] McDonald S, Oates C, Young CW, Hwang K., «Toward sustainable consumption: Researching voluntary simplifiers.,» *Psychology and Marketing*, 2006.
- [7] J. C. Albiñana; C. Vila, «A framework for concurrent material and process selection during conceptual product design stages,» *Materials and Design*, nº 41, pp. 433 - 446, 2012.
- [8] I.S. Jawahir; O.W. Dillon; Jr. K.E. Rouch Kunal; J. Joshi Anand Venkatachalam Israd H. Jaafar, «Total Life-Cycle Considerations in Product Design For Sustainability: A Framework for Comprehensive Evaluation,» Barcelona-Lloret de Mar, Spain, 2006.
- [9] R. D. Coutiño, Desarrollo Sustentable: una oportunidad para la vida, 2a Edición, 2011.
- [10] P. B. García, Ecodiseño, nueva herramienta para la sustentabilidad, Designio, Ed., Mexico D.F., 2008.
- [11] S. Saval, «Aprovechamiento de Residuos Agroindustriales: Pasado, Presente y Futuro,» *Sociedad Mexicana de Biotecnología y Bioingeniería*, vol. 16, nº 2, pp. 14 - 46, 2012.
- [12] SEMARNAT, Programa Nacional para la Prevención y Gestión integral de los residuos, Primera ed., SEMARNAT, Ed., México, 2008.
- [13] LGPGIR, Ley General para la Prevencion y Gestion Integral de los Residuos, última Reforma Publicada DOF 05-11-2013 ed., C. d. D. d. H. C. d. I. Unión, Ed., México, 20