
DISERTACIONES DE ECODISEÑO PARA LA VALORIZACIÓN SOSTENIBLE DE RESIDUOS: DISEÑO DE ECO-ESTRUCTURAS DE HOJARASCA

ECODESIGN DISSERTATIONS FOR THE SUSTAINABLE RECOVERY OF WASTE: DESIGN OF LEAF LITTER ECO-STRUCTURES

 **Gerardo Hernández Neria, Ph.D.**

Instituto Tecnológico de Tlalnepantla
gerardo.hn@tlalnepantla.tecnm.mx
Tlalnepantla, México

Teresita de Jesús Cruz Victoria, Mgtr.

Instituto Tecnológico de Tlalnepantla
teresita.cv@tlalnepantla.tecnm.mx
Tlalnepantla, México

Ing. Acacia Vargas Romero

Instituto Tecnológico de Tlalnepantla
acacia.vr@tlalnepantla.tecnm.mx
Tlalnepantla, México

ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN

Recibido: 02/02/2024

Aceptado: 20/03/2024

Publicado: 30/06/2024

RESUMEN

La valorización de los residuos se conceptualiza desde el aprovechamiento de las características y propiedades que han adquirido los materiales a partir de procesos de transformación anteriormente aplicados para ser considerados en un nuevo uso que potencialice su ciclo de vida y reducción de efectos contaminantes de futuros procesos. El enfoque del ecodiseño define los alcances que desde su concepción objetiva se direcciona hacia la concreción de parámetros operativos para la valorización de residuos y su organización ante los principios que establece la sostenibilidad. En el presente trabajo se establecen consideraciones para gestionar el ciclo de vida de un producto a partir de la rueda de LIDS, proponiendo indicadores que ayudan a categorizar el nivel de ecodiseño que un producto posee. Finalmente, la propuesta metodológica basada en principios del ecodiseño se dirige a la valorización sostenible a través de la recuperación y aprovechamiento de los residuos de la hojarasca generada en el Instituto Tecnológica de Tlalnepantla para el diseño y fabricación de eco-estructuras.

Palabras clave: valorización de residuos, ecodiseño, sostenibilidad, desarrollo de productos

ABSTRACT

The valorization of waste is conceptualized from the efficient use of the characteristics and properties that the materials have acquired from previously applied transformation processes to be considered in a new use that enhances their life cycle and reduces the polluting effects of future processes. The ecodesign approach defines the scope that, from its objective conception, is directed towards the specification of operational parameters for the recovery of waste and its organization in accordance with the principles established by sustainability. In this paper, considerations are established to manage the life cycle of a product based on the LIDS wheel, proposing indicators that help categorize the level of ecodesign that a product has. Finally, the methodological proposal based on ecodesign principles is aimed at sustainable valorization through the recovery and use of leaf litter waste generated at the Tlalnepantla Technological Institute for the design and manufacture of eco-structures.

Keywords: valorization of waste, ecodesign, sustainability, product development

INTRIDUCCIÓN

Actualmente, los pensamientos que convergen ante el desarrollo sostenible definen estrategias específicas para establecer referentes en las áreas de diseño y fabricación de nuevos productos que se enfocan en mejorar las condiciones de vida de la sociedad, así como del aprovechamiento de los recursos naturales y materiales a través de procesos de producción eficientes que potencialicen el desarrollo económico de un sector específico.

En este proyecto, se propone la implementación de un enfoque metodológico de ecodiseño y sostenible que fundamenta objetivamente las funciones del diseño y que es necesario aterrizar en el proceso de desarrollo de productos como un sistema de optimización y preservación de los recursos en todo el ciclo de vida (Fernandez A., 2007), así como la consideración de estrategias para una reintegración amigable a partir del uso de técnicas de reciclaje (Peñaloza L., 2022). El caso de estudio se enfoca en definir las bases para una valorización de residuos a través de un análisis sostenible y relacional de factores de diseño hasta el desarrollo de una eco-estructura a partir de la caracterización de la hojarasca, mediante la aplicación de procesos de fabricación locales y un proceso de diseño realizado a conciencia para el cuidado del medio ambiente y que definen un sistema de economía circular que promueve beneficios con alcance social, económico y ambiental.

Dentro de los objetivos del diseño de nuevos productos se ha buscado mejorar las condiciones para el desarrollo sostenible a partir de la mejora y aprovechamiento de los recursos durante todo el ciclo de vida (Stivale, 2020). Ya que a través de la integración de consideraciones de diseño, fabricación y normativas ecológicas es posible fomentar el crecimiento macroeconómico de muchos países a partir de la valorización de los residuos (Hodson, 2018). Por ello, se deben considerar metodologías como el ecodiseño para generar estrategias que enfrenten adecuadamente los retos que impone la globalización en los sectores medioambientales, sociales y económicos (Ferruzca, 2011).

En este sentido, el desarrollo de una eco-estructura a partir del aprovechamiento de la hojarasca, la cual se obtiene como parte de una estrategia de ecodiseño para aportar al desarrollo sostenible a partir del manejo integral de residuos orgánico-forestales del Instituto Tecnológico de Tlalnepantla, estableciendo un sistema de economía circular que aporta beneficios con carácter de responsabilidad social, preservación ambiental, y oportunidades económicas para la institución.

REVISIÓN DE LITERATURA

Disertaciones de sostenibilidad hacia el ecodiseño

Es importante considerar el significado del término desarrollo sostenible como un eje rector de la concreción de esta investigación. Por lo que, se retoma que la primera definición se dio a conocer a partir del Relatorio Brundtland (WCED, 1987), donde el tema central se propuso como “nuestro futuro común”, definiendo las consideraciones para definir que el concepto de sostenibilidad refiere a la equidad entre los sectores ecológico, económico y social, tanto para las presentes como para las futuras generaciones de la humanidad. Haciendo un análisis, existen dos elementos centrales en esta definición: a) la garantía para las futuras generaciones de un mundo físico-material y de seres vivos igual o mejor al que existe actualmente; y b) un desarrollo con equidad para las presentes generaciones.

En la actualidad, el Desarrollo sostenible es considerado como el eje principal que direcciona los objetivos de diversos sectores que requieren priorizar las actividades de la sociedad, industrias y gobiernos para fortalecer las condiciones en que el ser humano se encuentra y de esta manera generar herramientas que ayuden al aprovechamiento y optimización de los recursos que aún existen en el planeta.

Por otra parte, algunos autores concuerdan en que el desarrollo sustentable no puede considerarse como un desarrollo que puede ser prolongado en el tiempo, sino el tipo de desarrollo que se requiere para tratar de alcanzar mediante este proceso, un estado óptimo de sostenibilidad. Para López (2008), la sostenibilidad se trata de un proceso activo orientado a mantener un balance dinámico entre la demanda de equidad, prosperidad y una mejor calidad de vida y lo que es ecológicamente posible. Otros estudios se enfocan en el desarrollo sostenible como efecto de un mejoramiento social y la implementación de acciones para la reducción de la pobreza, impactos del crecimiento poblacional y consumo desmedido de recursos (G. Foladori, & H. Tommasino, 2000).

El desarrollo del término se ha ido estructurado a lo largo del tiempo bajo principios de sostenibilidad vital del ser humano en el planeta, el cual se enfoca en mantener una equidad social (Braun, M., & Vélez, C., 2004), en fomentar una justicia ambiental (Alier, 2021), y en garantizar la prosperidad económica para toda la sociedad de cada generación (Álvarez, L. & Vargas, J., 2012).

En México el consejo coordinador Empresarial hace suya la definición de desarrollo sostenible de la WCED, y declara, a través del Centro de Estudios del Sector Privado para el Desarrollo Sustentable (CESPEDES), que el termino refiere al “aprovechamiento y transformación racional de los recursos naturales y una protección generalizada del medio ambiente, que propicie garantías para las generaciones futuras hacia un nivel de vida adecuado en lo económico y en lo social, que satisfaga las necesidades básicas y les permita en forma progresiva acceder a niveles crecientes de salud, educación, bienestar y calidad de vida” (López D. V., 2008).

Por otro lado, los sectores industriales han definido estrategias que se encaminan a una postura de justificar los beneficios sustentables de sus productos a partir de términos como el de la “*ecoeficiencia*”, la cual se enfoca en proponer una filosofía de “hacer más con la utilización de menos recursos, proponiendo mejores resultados y reducir el impacto ambiental a partir de su desarrollo” (Morales R., 2019). Así, la ecoeficiencia de un producto se puede entender como el beneficio o satisfacción que se genera al reducir algún tipo de impacto ambiental, pero sobre todo a la resolución de problemas funcionales que solucione o aporte (M. García, 2010).

La situación anteriormente mencionada, ha orientado a muchas áreas de investigación a generar estrategias de aprovechamiento de recursos de manera concientizada durante todas las etapas del ciclo de vida de los productos, haciendo énfasis en la utilización de materiales que sean amigables con el medio ambiente, que se adapten y promuevan el uso de procesos de producción eficientes, así como un consumo de energía generada de manera alternativa y con menor magnitud, además de promover y evitar aplicaciones en productos de un solo uso, para concluir en la pertinencia de una reintegración amigable y no invasiva a la naturaleza sin perder de enfoque la integración social y los aportes económicos que garanticen el crecimiento a nivel local con una visión global (Hernández, 2019).

Desde la praxis del Ecodiseño

La prevención ambiental es la estrategia más efectiva para reducir la presión que los humanos realizan al medio ambiente como resultado de sus actividades económicas y sociales. Loyasa (2013), considera que una manera correcta de interceder para garantizar la prevención ambiental es ir incorporando aspectos ambientales al proceso de diseño y desarrollo de los productos. Cuanto antes sean tomados en cuenta, mayores serán los beneficios sostenibles.

Estos principios son establecidos por el Ecodiseño, ya que este determina la aplicación sistemática de consideraciones ambientales en cada etapa que comprende el ciclo de vida del diseño del producto. La ayuda del Ecodiseño consiste en evitar o minimizar los impactos ambientales de todas las etapas del ciclo de vida del producto, desde la fuente de vida de las materias primas y la compra de los componentes, diseño y manufactura, distribución, uso y disposición final (Charter, 2000).

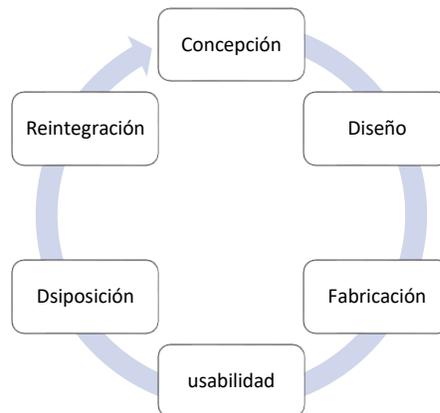
Así mismo, el Ecodiseño es manifestado como un vínculo hacia la realización de una producción más sostenible y el consumo más razonado de recursos, como lo vislumbra la Universidad Tecnológica de Delft (Cuervo, 2013), que desarrollo un grupo de trabajo con diversas empresas para establecer metodologías de Ecodiseño que pudieran implementarse dentro de la industria. El resultado fue la obtención de diversas metodologías, técnicas y diagramas que permiten analizar de una manera sistemática el desempeño de los productos en términos de impacto ambiental, ejemplo de lo anterior es la metodología Análisis del Ciclo de Vida (García, 2008).

Se considera que el ciclo de vida de un producto comienza cuando se extrae la materia prima de su entorno, el proceso de manufactura, el transporte y el uso, y termina con el manejo de los residuos mediante el reciclaje y disposición final. En este conjunto de etapas por las que atraviesa un producto o servicio de inicio a fin, consiste en una serie de fases por las que atraviesa un producto y donde se gestionen todas las actividades de principio a fin (García, 2008). Asimismo, 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 (Reynol, 2009).

En la figura 1, se proponen etapas que desde el Ecodiseño y la sostenibilidad se deben considerar para garantizar una valorización de residuos a desde un enfoque de diseño de producto que garantice la conservación y aprovechamiento de los recursos.

Figura 1.

Fases del ciclo de vida para la valorización de residuos. elaboración propia (2023)



La valorización de los residuos como prospectiva de ecodiseño

El crecimiento de la población y el consumo irracional de recursos ha sido un objeto de estudio prioritario para los investigadores y diversas industrias, ya que han confirmado que este crecimiento provoca la generación de residuos a una escala acelerada que prácticamente es imposible establecer un control y equilibrio entre su generación y su tratamiento.

En un estudio realizado por el INEGI (2019), define al tratamiento de residuos sólidos como el “Conjunto de acciones orientadas a la separación de los residuos para su valorización, reducción del volumen, así como la modificación física o química de las propiedades de los materiales para facilitar su disposición final y reducir los impactos a la salud humana y de los ecosistemas. De acuerdo con la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos, éstos se dividen en orgánicos e inorgánicos. También, en este estudio es importante retomar que la definición de los residuos orgánicos se establece en los “residuos verdes provenientes de podas en parques y jardines; residuos de actividades agropecuarias como rastrojo, estiércol y residuos de beneficios; y residuos domésticos como restos de comida y jardín” (Cámara de Diputados, 2021).

Específicamente la generación de residuos en México, se ha convertido en un problema lacerante para los ecosistemas y los individuos, ya que se ha registrado que diariamente se generan alrededor de 102,895 toneladas de residuos, de los cuales se recolectan el 83.93% y se traslada el 78.54% a sitios de disposición final. Sin embargo, únicamente se recicla el 9.63% de la cantidad mencionada (SEMARNAT, 2017).

Existe una preocupación permanente en el país por mejorar las condiciones y las cifras relacionadas con el tratamiento de los residuos sólidos, por lo que, se han promulgado leyes y decretos específicos que invitan a generar estrategias en el manejo y control de los residuos. Una de ellas es la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR), propuesta por Cámara de Diputados (2021), la cual está enfocada a garantizar el derecho a de toda persona a disfrutar de un medio ambiente adecuado y propiciar el desarrollo sustentable por medio de la prevención, la generación, la valorización y la gestión integral de todos los residuos en sus distintas clasificaciones y bajo criterios de eficiencia ambiental, de tecnológica económica y social a fin de diseñar instrumentos, programas y estrategias de política ambiental para la gestión de dichos residuos. Asimismo, en el artículo 10 define que todos los municipios tienen a su cargo las funciones para el manejo de los residuos que van desde su recolección, traslado, tratamiento y su disposición final.

Sin embargo, aunque se han creado leyes y reglamentos para regular el tratamiento y valoración de los residuos, la realidad es que en las localidades existe mucha austeridad, carencias técnicas y financieras para dar solución y continuidad a las estrategias y proyectos que se enfocan a garantizar la gestión integral de los residuos. Por ello, es que se promueve que de manera local, institucional y personal se realicen proyectos y planes de gestión integral para que el manejo de los residuos se desarrolle bajo un esquema de prevención y reducción de su generación, pero sobre todo que se busque su valorización económica y deben garantizar que todos los residuos que no puedan ser aprovechados tengan una disposición final adecuada, mediante el uso de tecnologías que reduzcan el volumen o que optimicen el potencial energético de los residuos (SEMARNAT, 2003).

El interés por definir estrategias para el aprovechamiento y valorización de los residuos ha sido un acumulo de esfuerzos para cada localidad del territorio nacional, por ejemplo: la CDMX se ha esforzado para desarrollar e implementar nuevas tecnologías para el tratamiento, aprovechamiento y valorización de los residuos sólidos por medio de la participación de diversos sectores e incentivando la investigación. En el 2016 comenzaron con equipamiento y operación de instalaciones para el procesamiento de residuos biodegradables. En el 2017 crearon una planta de composta a partir de residuos biodegradables seleccionados y desde el 2020 establecieron el programa de “Basura Cero “ (SEDEMA, 2020).

MATERIALES Y MÉTODOS

Metodología para la Valorización de residuos

El interés por incorporar especificaciones medioambientales a los productos desde las primeras fases de su concepción es un enfoque relativamente reciente. Sin embargo, ya se ha llevado a cabo un número significativo de experiencias para el desarrollo y aplicación de dichas metodologías en la industria (Gonzales S. E., 2005).

La adopción de principios del ecodiseño, fundamentan las decisiones de valorizar los residuos debido a que las acciones y procesos asignados para su fabricación se redireccionan a la mejora ambiental del producto durante su ciclo de vida. Como lo establece Rieradevall (2000), cuando menciona que las principales estrategias del ecodiseño son la mejora de la función del producto, la selección de materiales de menor impacto, la aplicación de procesos de producción alternativos, la mejora en el transporte y en el uso y la minimización de los impactos en la etapa final de tratamiento, actividades que han sido consideradas para el diseño y desarrollo de eco-estructuras.

En este sentido, el desarrollo y fabricación de la eco-estructura de hojarasca se ha sustentado a partir de las consideraciones del ecodiseño propuestas por Brezet (1997), definidas de manera explícita en la metodología PILOT (Product Investigation, Learning and Optimization Tool for Sustainable Product Development), dicha metodología es un instrumento que aborda el Ecodiseño desde tres puntos de referencia:

- La vida del producto, en la que se aprende todo sobre el Ecodiseño,
- El desarrollo, basado en la aplicación del Ecodiseño a los nuevos productos
- La mejora, que consiste en el rediseño de los productos existentes.

El proceso metodológico para la valorización de residuos se ejemplifica en la fabricación de eco-estructuras, como se define en la siguiente tabla 1:

Tabla 1.

Metodología de proceso metodológico para la valorización de residuos

Fases	Actividad / Proceso	Descripción
Concepción	Identificación de problemática y alcances de la necesidad	Se identifica la cantidad de residuos y los recursos que se asignan a su disposición. Así como las necesidades para generar nuevos productos o innovación.
Diseño	Definir requerimientos y propuestas objetuales	Se requiere definir las características de diseño que cubrirán las necesidades detectadas a partir de la estructura del producto.
Fabricación	Selección de procesos productivos y una fabricación eficiente	Se definen los procesos de transformación y fabricación que optimice las propiedades del material y eficiente las funciones del producto.
Usabilidad	Establecer parámetros de uso y funcionabilidad	Se generaron los parámetros y condicionamientos de uso para la funcionabilidad del producto en relación con especificaciones técnicas.
Disposición	Determinar los medios o canales de recuperación.	Se definen acciones y estrategias para su recuperación concluya su vida útil o.
Reintegración	Proponer acciones de aprovechamiento a partir de la 6R's.	Se desarrollan propuestas que garanticen el aprovechamiento de los residuos para la reintegración a un sistema cíclico objetual a través del reciclaje y el rediseño, o bien la reintegración al medio ambiente.

Nota: Propuesta de estructura metodológica para el aprovechamiento de los residuos.¹ Fuente: Elaboración propia (2023)

ANÁLISIS DE RESULTADOS

Fabricación de eco-estructuras como estrategia de ecodiseño

Los productos que se enfocan en cubrir los objetivos del desarrollo sustentable son considerados a partir de los impactos positivos que generan en los sectores sociales, ambientales y económicos a lo largo de su ciclo de vida, es decir desde que es conceptualizado, diseñado, fabricado, utilizado, desechado y reintegrado.

¹ Las fases de la metodología proponen la consideración de una selección de procesos y actividades que propicien un sistema eficiente donde se prolongue la vida útil y permita la ciclicidad de los residuos, de tal forma que se potencialicen sus propiedades físicas, así como la optimización de las características para su aprovechamiento a partir del ecodiseño.

En el Instituto Tecnológico de Tlalnepantla (ITTLA), se realizan diversos proyectos basados en un enfoque de mejora continua en los sistemas de calidad y eficiencia de los procesos operativos para optimizar los recursos del propio instituto. Es bajo este enfoque que se implementa el proyecto “eco-estructura”, el cual lleva por objetivo generar beneficios directos al instituto y a la comunidad universitaria a través de los tres pilares establecidos por la sostenibilidad.

Desde el pilar de la conservación del medio ambiente, la construcción de “eco-estructura”, se enfoca en recuperar la hojarasca que se genera durante todo el año en el ITTLA como parte de la producción de residuos forestales, actividad que fomenta el aprovechamiento y reducción de los residuos al generar productos ecológicos que sea amigables con el medio ambiente, por medio de una fabricación que se basa en la adopción de procesos manuales o que consumen mínimo de energía, además su degradación y reintegración aporta nutrientes a la naturaleza.

En la siguiente Figura, se observa las condiciones de la generada en el ITTLA.

Figura 2.

Acumulación de hojarasca en el Instituto Tecnológico de Tlalnepantla



Nota: Pasillos y jardineras del ITTLA con acumulación de hojarasca

En el estrato social este proyecto propone la eliminación de focos de infección generados por la putrefacción de los residuos en áreas donde se acumulan los residuos en temporadas donde las actividades de recolección no son suficientes para el tratamiento de dichos residuos. También se propone la recuperación de espacios para el mejoramiento institucional mediante la recuperación de áreas recreativas para los alumnos y el desarrollo arquitectónico con la implementación de “eco-estructuras”.

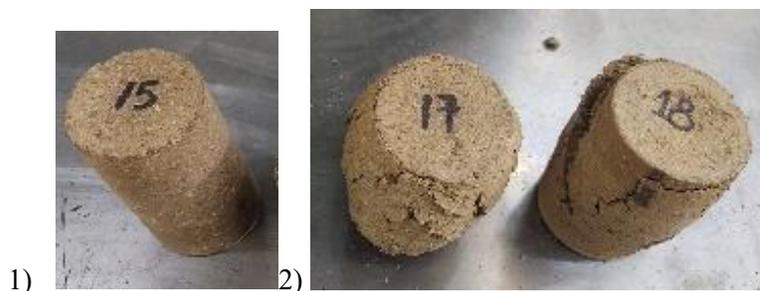
El desarrollo económico es fomentado a partir de la reducción de actividades de recolección, gestión de los residuos y logística que semanalmente generan una inversión de capital por parte del instituto. Por otro lado, la producción del “eco-estructura” se basa en un modelo económico que podría permitir la generación de empleos de manera directa en el proceso de fabricación y la captación de recursos económicos mediante la venta del “eco-poste” a otras instituciones y de la concreción de convenios con el sector industrial.

Las Normativas que se consideran en la fabricación de la eco-estructura como estrategia para garantizar que las acciones y procesos que se definen se desarrollen bajo regulaciones enfocadas a mejorar las condiciones de vida de los seres humanos y de los principios que establece el desarrollo sustentable, a través de la valorización de los residuos que se generan en el Instituto Tecnológico de Tlalnepantla. En la siguiente tabla 2, se muestran las actividades consideradas en el proceso de fabricación.

Tabla 2.
Proceso metodológico para la fabricación eco-estructura²

FASES	Actividad Proceso	Descripción
Fase 1 Concepción	Recolección	La hojarasca se recolecta y acopia en un lugar seco para garantizar que el residuo se encuentre libre de humedad
Fase 2 Diseño	Selección	Se aplica un proceso de separación de Hojarasca contra elementos que perjudiquen el proceso como son plásticos, maderas y piedras.
Fase 3 Fabricación	Triturado	Con un equipo de desgrosado se reduce volumen de la hojarasca para obtener un tamaño menor a 1 cm.
	Pulverizado	Se reduce la hojarasca a partículas de 0.25 micras en un pulverizador industrial.
Fase 5 Usabilidad	Mezclado	El polvo de hojarasca en una Proporción 60% con 40% de Resina de poli acetato de vinilo se genera una mezcla uniforme.
Fase 6 Disposición	Preformado	Con el apoyo de un molde de acero en forma tubular se coloca la mezcla obtenida.
Fase 7 Reintegración	Compactado	Se utiliza una prensa hidráulica para aplicar una presión de 10 toneladas sobre el sistema de moldeo.
Fase 8	Secado	Con apoyo de una mufla la eco-estructura obtenida se seca por 10 min a una temperatura de 70 grados.
Fase 9	Verificado	Se realizan pruebas de compresión para identificar que la resistencia y deformación plástica ante una fuerza se presenta después de aplicar alrededor de 600 kg.

Figura 3.
Probetas de eco-estructura de hojarasca



Nota: en la imagen 1 se presenta el prototipo de una eco-estructura final. En la imagen 2, se presentan probetas resultantes de pruebas destructivas.

² los procesos se realizaron de manera manual para obtener distintas muestras y generar mediciones que propicien el control de los procesos

El desarrollo y ejecución de los procesos para fabricar la “eco-estructura” se fundamenta bajo las consideraciones que define la norma NOM – ISO 9001: 2015, la cual promueve la adopción de un enfoque de procesos al desarrollar implementar y mejorar la eficacia de los sistemas de gestión de calidad, como una estrategia para obtener un desempeño institucional con alcances internacionales, así como alcanzar las directrices del desarrollo sustentable (ISO, 2015).

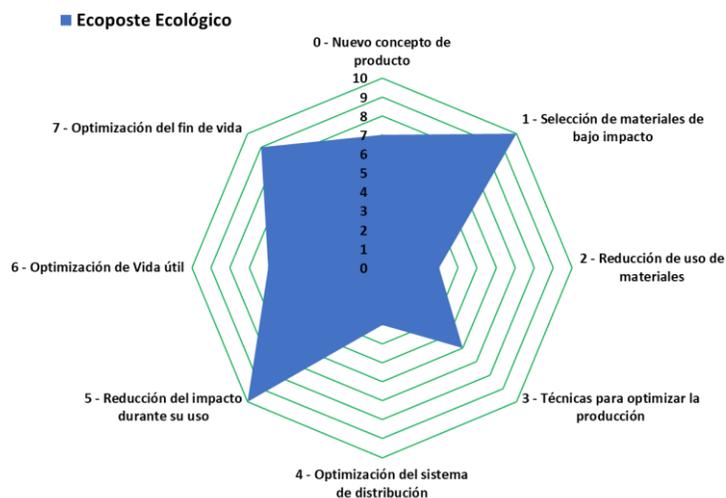
DISCUSIÓN

Análisis de ecodiseño aplicado a la fabricación de la eco-estructura

Finalmente, como una estrategia de validación de la eco-estructura, se realizó el análisis de ecodiseño basado en la Rueda de LIDS propuesta por Van Hemel (1995), con la finalidad de categorizar el nivel que el producto desarrollado posee con respecto a los beneficios aportados al ambiente y de esta manera definir si puede ser considerado como un producto ecológico, así mismo, identificar si los aportes se direccionan hacia las exigencias del desarrollo sustentable.

Figura 4.

Análisis de ecodiseño en eco-estructura de hojarasca. elaboración propia adaptada de la propuesta de la rueda de LIDS Hemel (1995)



En la figura 4, se identifica que dentro de las aportaciones la valorización de residuos se enfatizan a mayor nivel la utilización de materiales de bajo impacto, por ser un producto realizado a partir de la hojarasca, además la reducción del impacto durante su uso, ya que a partir de la estructuración con el material aglutinante y fabricado bajo un proceso de compactación se aumenta la durabilidad y reduce actividades de mantenimiento al producto, por lo que en el fin de vida del producto su optimización y fácil reincorporación con el medio ambiente fortalece las aportaciones del producto.

En este sentido, la estrategia metodológica para la valorización de residuos basada en los principios estructurales del ecodiseño se considera como una herramienta para atender el de los residuos orgánicos forestales que se generan en el Instituto Tecnológico de Tlalnepantla, proponiendo la valorización de los residuos de la hojarasca para fabricar un nuevo material que permita el diseño y fabricación de una eco-estructura mediante procesos de bajo impacto y con aporte significativo en los principios sostenibles, además de garantizar una fácil degradación y una reintegración amigable con el medioambiente.

CONCLUSIONES

El ecodiseño es un enfoque que proporciona herramientas eficientes para el desarrollo de estrategias sustentadas en los principios de la sostenibilidad, de tal forma que, cuando se requiere implementar acciones que busquen la optimización de los recursos, este enfoque resulta fundamental. Así mismo, para el diseño y desarrollo de productos cuya finalidad se establece en los principios de una economía circular a beneficio de la sociedad y el medioambiente, es a través del ecodiseño que fundamenta las acciones y análisis realizado.

Finalmente, la fabricación de la eco-estructura aporta beneficios importantes al Instituto Tecnológico de Tlalnepantla, ya que a partir de su desarrollo se obtienen beneficios como el reciclaje de residuos a partir de la recolección de la hojarasca, se reducen focos de infección y contaminación visual en toda la institución. Por otro lado, la utilización de procesos manuales fomenta la reducción de consumo de energéticos y aprovechamiento de los materiales seleccionados para la fabricación. De la misma manera, se obtienen beneficios económicos que en un primer momento reduce los gastos de gestión que realiza la institución para el tratamiento de estos residuos, y por otro lado se identifica una oportunidad para implementar una actividad económica para comercializar el producto y generar ingresos extras para el ITTLA.

AGRADECIMIENTOS

Se reconoce el apoyo al Tecnológico Nacional de México por el apoyo en la financiación del proyecto y al Instituto Tecnológico de Tlalnepantla que facilito los medios para el desarrollo satisfactorio de la investigación eco-poste ecológico, así mismo a los integrantes del equipo que con su aporte favorecieron a la estructura del artículo y a la conclusión del proyecto

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alier, J. M. (2021). *El ecologismo de los pobres: conflictos ambientales y lenguajes de valoración*. Barcelona: Icaria.
- Álvarez, L. & Vargas, J. (2012). La sustentabilidad como modelo de desarrollo responsable y competitivo. *Ingeniería de Recursos Naturales y del Ambiente*(11), 97 - 107.
- Braun, M., & Vélez, C. (2004). Retos institucionales para la equidad y sustentabilidad del desarrollo social en América Latina. *Inter-American Development Bank (IDB)*.
- Brezet, H., & Van Hemel, C. (1997). *Ecodesign: a promising approach to sustainable production and consumption*. Paris, Francia: UNEP IE.
- Cámara, d. D. (2021). *Ley general para la prevención y gestión integral de los residuos*. México: Cámara de Diputados Del H. Congreso De La Unión.
- Charter, M. (2000). Design for Environment. *Greenleaf Publishing*.
- Cuervo, Ó. A. (2013). o:eco – Una herramienta para entender y aplicar estrategias de ecodiseño. *Revista CINTEX*, 18, 91 - 104. Obtenido de <https://revistas.pascualbravo.edu.co/index.php/cintex/article/view/51>

- Fernandez A., J. (2007). Eco-design: factoring environmental criteria into the design of industrial products. *DYNA*, 82(7), 351-360. Obtenido de <https://www.revistadyna.com/busqueda/ecodiseno-integracion-de-criterios-ambientales-en-sistematica-del-diseno-de-productos-industriales>
- Ferruzca, N. M. (2011). Diseño sostenible: herramienta estratégica de innovación. *Revista Legislativa de Estudios Sociales y de Opinión Pública*, 4(8), 48 - 87. Obtenido de <http://hdl.handle.net/11191/113>
- G. Foladori, & H. Tommasino. (2000). *El concepto de desarrollo sustentable treinta años después*. (UFPR, Ed.) Desenvolvimiento y Medio Ambiente.
- García, P. B. (2008). *Ecodiseño, nueva herramienta para la sustentabilidad*. (Diseño, Ed.) Mexico D.F.
- Gonzales S. E., J. C. (2005). Estudio de diferentes metodologías del ecodiseño. analisis y aplicación de la rueda estrategica. En D. d. analítica. (Ed.), *Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas*. A Coruña: Universidad de A Coruña.
- Hernandez, G. (2019). Consideraciones sistémicas del proceso de diseño para una resignificación genésica de los materiales residuales. *Legado de Arquitectura y Diseño*(14), 96 - 105.
- Hodson, d. J. (2018). Bioeconomía: el futuro sostenible. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas*, 42(164), 188 - 201. doi:<https://doi.org/10.18257/raccefyn.650>.
- INEGI. (2019). *Censo nacional de gobiernos municipales y demarcaciones territoriales de la ciudad de México*. INEGI. México: MEX-INEGI.GMA3.04-CNGMD-RSU-2019.
- ISO. (2015). *Quality Management Systems – ISO 9001: 2015*. International Organization for Standardization.
- Loayza, P. J. (2013). Los procesos industriales sostenibles y su contribución en la prevención de problemas ambientales. *Industrial Data*, 16(1), 108 - 117. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81629469013>
- López, D. V. (2008). *Sustentabilidad y Desarrollo: origen precisiones conceptuales y metodologia operativo*. (2a edicion ed.). (trillas, Ed.) México.
- López, V. (2008). *Sustentabilidad y Desarrollo: origen precisiones conceptuales y metodologia operativo* (2a edición ed.). (trillas, Ed.) México.
- M. García, M. (2010). *Fundamentos del diseño en la ingeniería*. Valencia: UPV.
- Morales R., M. (2019). La ecoeficiencia en pequeñas y medianas empresas: retos y beneficios para un desarrollo sostenible. *Revista de Jóvenes Investigadores Ad Valorem*, 2(2), 83 - 97. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7513367>
- Peñaloza L., V. &. (2022). Análisis económico de productos a partir de reciclados. Caso: recicladora verde neumático. *RES NON VERBA REVISTA CIENTÍFICA*, 12(1), 158 - 176. doi:<https://doi.org/10.21855/resnonverba.v12i1.618>
- Reynol, D. C. (2009). *Desarrollo Sustentable: una oportunidad para la vida* (2a Edición ed.). (M. G. Hill, Ed.) México: McGraw-Hill.
- Rieradevall, J. (2000). *Ecodiseño de envases. el sector de la comida rapida*. (Elisava, Ed.)

- SEDEMA. (2020). *Programa de Gestión Integral de Residuos Sólidos*. México: Secretaria del Medio Ambiente. Obtenido de <https://www.sedema.cdmx.gob.mx/storage/app/media/programas/residuos-solidos/pgirs.pdf>
- SEMARNAT. (2003). *Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos*. México: Diario Oficial.
- SEMARNAT. (2017). *Residuos Sólidos Urbanos (RSU)*. México: Secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales. Obtenido de <https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/informe15/tema/cap7.html#tema1>
- Stivale, S. (2020). Los caminos del Diseño Sustentable y sus vinculaciones con la investigación en diseño. *Cuadernos del Centro de Estudios en Diseño y Comunicación*(80), 76 - 90. doi:<http://dx.doi.org/10.18682/cdc.vi80.3696>
- Van Hemel, C. (1995). *The LiDS Wheel*. Delft, Germany.: University Technology Delft.
- WCED, W. c. (1987). Our common Future. En O. U. Press (Ed.), *Relatorio Brundtland*. New York.