

MODELO DE ECONOMIA CIRCULAR: FABRICACIÓN DE PRODUCTOS A BASE DE TABLEROS DE SUSTRATO EN LA REGIÓN ORIENTE DE MICHOACÁN

CIRCULAR ECONOMY MODEL: MANUFACTURE OF PRODUCTS BASED ON SUBSTRATE BOARDS IN THE EASTERN REGION OF MICHOACAN

José Eduardo De La Cruz Salazar

Tecnológico Nacional de México / IT de Zitácuaro, México
L20650120@zitacuaro.tecnm.mx

Carlos Alberto Rojas Tavira

Tecnológico Nacional de México / IT de Zitácuaro, México
L19651260@zitacuaro.tecnm.mx

Elías Josué Mendoza Carbajal

Tecnológico Nacional de México / IT de Zitácuaro, México
L19651238@zitacuaro.tecnm.mx

Braulio Jesús Aguilar Morales

Tecnológico Nacional de México / IT de Zitácuaro, México
L21650032@zitacuaro.tecnm.mx

Ricardo Villafaña Alcantar

Tecnológico Nacional de México / IT de Zitácuaro, México
L20650049@zitacuaro.tecnm.mx

Recepción: 17/noviembre/2023

Aceptación: 22/diciembre/2023

Resumen

En la presente publicación se da a conocer la problemática que surge del desperdicio que se genera en los procesos de fabricación de productos a base de sustratos y la mala ubicación de la maquinaria en la línea de producción, con ello se busca diseñar y elaborar nuevos productos, en estos procesos no se ha adoptado una cultura de aprovechamiento y generación económica para esto se propone aplicar un modelo de economía circular para lograr el reciclaje, el reúso, la reducción y reutilización de los residuos en el diseño de nuevos productos a través de la recolección, diseño y elaboración, para añadir valor agregado a un producto terminado, con esto se logra disminuir la huella ambiental, se disminuye la tala

inmoderada en la industria maderera, para la investigación de nuevos productos se conseguirá un proceso sustentable en la región oriente de Michoacán, generando un impacto positivo en el medio ambiente.

Palabras clave: *Economía circular, reciclaje, sustrato, huella ambiental.*

Abstract

This publication presents the problem that arises from the waste that is generated in the manufacturing processes of products based on substrates and with this it seeks to design and produce products with waste from the products generated, in these processes it is not has adopted a culture of use and economic generation, for this purpose it is proposed to apply a circular economy model to achieve recycling, reuse, reduction and reuse of waste in the design of new products through collection, design and production, to add added value to a finished product, this will reduce the environmental footprint, reduce excessive logging in the timber industry, for the research of new products a sustainable process will be achieved in the eastern region of Michoacán, generating a positive impact in the economy and the environment.

Keywords: *Circular economy, recycling, substratum, environmental footprint.*

1. Introducción

En un mundo en constante evolución, la búsqueda de soluciones sostenibles y respetuosas con el medio ambiente se ha vuelto imperativa. La economía circular, un modelo que se aleja de la tradicional mentalidad de "usar y desechar", se ha alzado como un faro de esperanza para abordar los desafíos ambientales y económicos que enfrentamos en la actualidad. Sus tres pilares fundamentales de las "Tres R" (Reducir, Reutilizar, Reciclar) son el foco de un análisis minucioso del desperdicio maderable en los aserraderos de la pintoresca región oriente de Michoacán.

Este modelo se ha propuesto como una solución a los problemas de seguridad y escasez de los recursos naturales a través de la adopción de métodos que incluyen el rediseño de desechos, la innovación disruptiva y el uso de materiales renovables.

Lejos de ser un tema de moda, existen algunos datos a los que debemos prestar atención. Según el World Wildlife Fund, en la actualidad, se utilizan los recursos de alrededor de 1.6 planetas Tierra, lo que implica un consumo excesivo de recursos que el planeta no puede renovar anualmente [1]. Además, se estima que el 45% de la reducción de emisiones de carbono provendrá de la construcción sostenible y de modelos circulares en la producción de automóviles, ropa, alimentos y productos de uso diario. En 2021, México aprobó la Ley General de Economía Circular, instando a las empresas mexicanas a redirigir sus sistemas de producción, distribución y consumo hacia un aprovechamiento máximo de la vida útil de los materiales con el objetivo de minimizar la generación de residuos [2]. Sin embargo, es crucial señalar que el concepto de reciclaje se aplica de manera efectiva solo a ciertas cadenas de materiales, como plásticos, papel, metal, entre otros, lo que resulta en un nivel de aprovechamiento bastante bajo. Según el Diagnóstico Básico para la Gestión Integral de Residuos de México [3], la cantidad de residuos recibidos en los centros de acopio es de 38.4 (t/día), y los materiales reciclables recuperados en plantas de separación son 277.8 t/día, representando solo el 0.8% del potencial reutilizable, excluyendo la pepena informal [4].

Conforme a este panorama, se ideó una medida de acuerdo con el modelo de la economía circular, presentado en la figura 1, para aprovechar esos desperdicios y transformarlos de manera sustentable, reduciendo los costos de almacenaje de las empresas madereras en Michoacán. La recolección de los desperdicios de madera y el proceso de elaboración de productos fabricados con aglomerado se han diseñado para abordar la problemática del exceso de residuos en las empresas madereras. Este modelo, centrado en la minimización de desperdicios y la optimización de recursos, se alinea con la creciente conciencia global sobre la importancia de un enfoque sostenible en la producción y consumo de bienes. La Región Oriente de Michoacán, conocida por su rica diversidad natural y cultural, se beneficia de esta iniciativa.

El modelo de la economía circular destaca la importancia de las 7R, y su aplicación contribuirá a la reducción y reuso de los desperdicios y scraps generados en un proceso anterior de producción de madera, llevando a cabo el objetivo propuesto.



Fuente: ECOLEC FUNDACION www.ecolec.es.

Figura 1 Modelo de economía circular.

2. Metodología

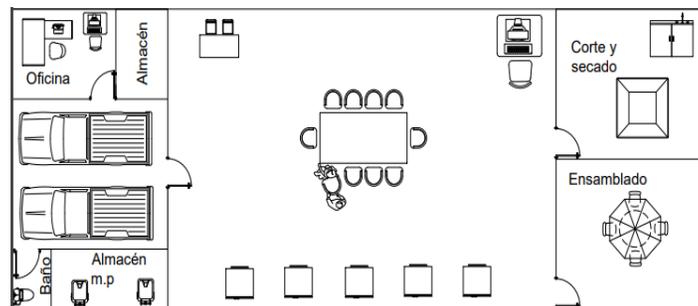
El instrumento empleado para esta investigación fue una encuesta para conocer el concepto que tienen los clientes sobre los productos hechos a base de materiales reciclados, determinar el nivel de interés y si es que están dispuestos a adquirir alguno. Asimismo se realizó la implementación de las herramientas de mejora para su posterior evaluación del proceso. Para el diseño de la investigación se definió que es de campo, cuantitativa, experimental y descriptiva; debido a que se recolectaron datos sobre el conocimiento de los clientes acerca de la economía circular, el nivel de interés hacia los productos y el nivel de satisfacción de acuerdo al precio. La evaluación inicial tuvo como objetivo el identificar el estado actual de la organización, con base en esto se puede definir el plan de mejora.

Las herramientas utilizadas para el diagnóstico inicial son el Layout de planta y la clasificación de residuos recolectados, que son herramientas enfocadas en la identificación de desperdicios de transporte, movimientos y sobreprocesamientos. Además de utilizar como referencia la obtención de datos históricos para la determinación de la demanda, que servirá como base para la determinación del modelo de inventarios ajustable a la empresa.

La elaboración del plan de mejora se sustenta por las herramientas empleadas en la fase de evaluación inicial. Mismas que permitirán la mejora continua de los productos y hacer más ligero el proceso de producción. Cabe resaltar que el rediseño del Layout y la clasificación de residuos que se han propuesto, permiten la optimización del proceso en cuanto a la reducción de movimientos innecesarios, el retrabajo en todas las áreas y elementos que contribuyen al flujo óptimo de la

parte operativa en la línea de producción. La implementación del plan de mejora dependerá en gran medida del compromiso y disponibilidad que la empresa este dispuesta a ofrecer para la implementación de las herramientas. Dicha implementación tiene como objetivo el someter a prueba las herramientas propuestas dentro del plan, mediante la definición de indicadores que permitan el monitoreo de avance de la mejora. Al elaborar el Layout de planta (Figura 2) del área de producción se detectaron movimientos innecesarios dentro de la producción, se pretende realizar un rediseño de las áreas para reducir estos problemas significativamente y así lograr el objetivo.

Se procedió a la ejecución del plan de acción piloto para la elaboración de los productos más solicitados por los clientes, se documentó la selección, recolección y clasificación de los residuos (Tabla 1), así como también los requerimientos que deben cumplir los residuos a recolectar y las características de los tableros, esto facilito la obtención de resultados favorables como la reducción de errores a la hora de recolectar, la reducción de sobre procesamientos y movimientos innecesarios en la clasificación de los productos.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 2 Layout de las instalaciones de producción.

Tabla 1 Clasificación de los residuos.

| MDF | MDP | Aglomerado | Requerimientos |
|--|--|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> Está hecho de fibras de madera y resina. Es homogéneo y denso Tiene una superficie suave y uniforme. | <ul style="list-style-type: none"> Está hecho de partículas de madera, resina y otros materiales. Es generalmente más económico que el MDF. La superficie suele ser más rugosa. | <ul style="list-style-type: none"> Está compuesto por virutas de madera, aserrín y otros materiales. Tiene una densidad más baja en comparación con los anteriores. Es menos resistente a la humedad y a los golpes. | <ul style="list-style-type: none"> El material debe estar en buenas condiciones. Sin perforaciones. Sin pintura Sin humedad o moho. Sin polillas. |

Fuente: Elaboración propia.

3. Resultados

Selección, recolección y clasificación

Para el proceso de recolección de los residuos de tablero aglomerado se envía un camión a las empresas que se tomaron en cuenta para la recolección de sus desperdicios, también se tiene un contenedor destinado para esos residuos como se muestra en la tabla 2. Cabe aclarar que el vehículo y contenedor dependen del volumen de la materia a recolectar y las distancias a recorrer.

Tabla 2 Etapa de recolección.

| Dimensión de camión | Dimensión de contenedor | Documentos de gestión |
|-----------------------|-------------------------|---|
| Altura interior 2.5 m | Alto 1.20 m | Nombre de la empresa o comunidad proveedora |
| Ancho interior 2 m | Ancho 80 cm | Cantidad de residuos recolectados |

Fuente: Elaboración propia.

Cómo recuperar los sustratos

Para la construcción se seleccionaron tres tipos de materiales ya mencionados anteriormente, estos cumplen con las siguientes características: basados en recursos naturales, fácil disponibilidad en el mercado, biodegradable, compostable, buena resistencia, se puede obtener de recursos locales y regionales y su proceso de producción será reproducible.

Se identifican y seleccionan las piezas que son potencialmente aptos para su remanufactura y posteriormente se recolectan en un contenedor con tres divisiones, en este se encuentra cada tipo de sustrato, ya sea MDF, MDP o aglomerado. Con esta clasificación se facilita la fabricación de los productos y se reduce el sobre-procesamiento y los movimientos innecesarios, ya que se tienen los residuos organizados y listos para fabricar alguno de los muebles, adornos y juguetes que se encuentran en el catálogo, La recuperación de sustratos se refiere a la recolección y reutilización de los materiales utilizados como sustrato en la producción de árboles, con el objetivo de minimizar los residuos y promover la sostenibilidad. Dicho sea de paso, esto es debido a que no todos los tipos de productos cuentan con las mismas características, tabla 3.

Tabla 3 Clasificación de los residuos.

| Materia prima de los trozos | Densidad (mm) | Variación de tamaños | Porcentaje de residuo generado | Cantidad (kg) |
|-----------------------------|---------------|------------------------|--------------------------------|---------------|
| MDF | 6 - 25 mm | 6 x 15 a 30 x 50 cm | 8% | 23 |
| MDP | 8 - 25 mm | 8 x 15 a 30 x 45 cm | 10% | 33 |
| Aglomerado | 3.6 - 23 mm | 6 x 15 a 30 x 50 cm | 7% | 21 |

Fuente: Elaboración propia.

Diseño

Para llevar a cabo este proceso, se ha dado prioridad a un análisis conocido como "voz del cliente", cuyo propósito principal radica en comprender a fondo los deseos, expectativas y necesidades de este. Una vez recopilada esta información integral, se procede a la meticulosa elaboración de una variedad de productos, como se detalla en el exhaustivo catálogo presentado en la tabla 4. Estos productos son diseñados de acuerdo con los requisitos específicos delineados por los clientes, abordando aspectos fundamentales como precio, color, durabilidad y funcionalidad, entre otros.

Este enfoque estratégico no solo busca satisfacer las demandas individuales de los clientes, sino que también se erige como una herramienta preventiva contra la sobreproducción, la generación de desperdicios de material y el almacenamiento excesivo en inventario. La producción de artículos que responden directamente a las preferencias del cliente se traduce en una mejora palpable en la eficiencia productiva, al mismo tiempo que contribuye a la eliminación de los excesos y la minimización de los residuos.

Un beneficio clave que emana de este proceso es la capacidad para anticipar y prevenir la sobreproducción, evitando así posibles excesos en el inventario y mitigando el uso innecesario de recursos. Más allá de la mera creación estética de productos, este enfoque desempeña un papel crucial en la optimización de la cadena de suministro y la gestión de inventarios. La consideración detallada de los requisitos del cliente se erige como un eficaz mecanismo de prevención contra la sobreproducción y los desperdicios de material, logrando una alineación más ajustada entre la oferta y la demanda. En última instancia, este enfoque estratégico

reduce de manera significativa la posibilidad de generar inventarios innecesarios y fortalece la eficacia operativa de todo el proceso productivo.

Tabla 4 Clasificación y descripción de los diferentes tipos de productos.

| Segmento | Producto | Medidas del producto | Tipo de sustrato |
|--------------------------|-------------------|--|--------------------------|
| Muebles | Butaca rústica | 40 largo x 38 ancho x 50 cm alto | MDP Aglomerado |
| | Mesa de noche | 150 largo x 100 alto x 62 cm profundidad | MDP MDF |
| | Mesa de desayuno | 50 largo x 28 ancho x 23 alto cm | MDP MDF Aglomerado |
| | Repisas | 60 largo x: 30 ancho x 6 grosor cm | Aglomerado MDP |
| | Servilleteros | 15 largo x 13 alto x 5 cm Ancho | MDF |
| Juegos didácticos | Cubo didáctico | Medidas de la caja: 8 (ancho) x 8 (alto) x 8 cm (fondo) Medidas del cubo: 3 (alto) x 3 cm(ancho) | MDF |
| | Tangram | 12 x 15 cm | MDF |
| | Números en madera | 2.20 grosor x 13.20 largo x 8.80 ancho cm | MDF |

Fuente: Elaboración propia.

Ensamble

Para conseguir un ensamblado correcto de los diferentes productos, es necesario contar con las herramientas, adhesivos y sujetadores adecuados, es vital conocer el tipo de material con el que se está trabajando, con esto se asegura una correcta selección de herramientas para cortar y detallar, además; se seleccionan las grapas del calibre adecuado para ensamblar cada sustrato. Con ayuda de un Poka-Yoke, se trazan las líneas de ensamble y se enumeran las piezas, esto beneficia al operador al momento de ensamblar, ya que la certidumbre al unir las piezas es muy alta. El producto más solicitado por las personas es la mesa de noche, para su proceso de ensamble, el producto debe contar con ciertas características, tabla 5.

Tabla 5 Especificaciones del producto en etapa de ensamble (Mesa de noche).

| Medidas | Peso | Grosor |
|--|------|------------|
| 150 ancho x 100 alto x 62 cm profundidad | 7 kg | 24 - 25 mm |

Fuente: Elaboración propia.

Verificación

Una vez que la mesa de noche está terminada, se verifican sus acabados, como pintura, barnizado, superficies limpias, sin sujetadores mal colocados, sin alteraciones en el diseño, altura, dimensiones, estabilidad, capacidad de carga, bordes sin filo, libre de malos olores y sin contaminantes externos, tabla 6. En algunas ocasiones no es posible lograr una efectividad del 100% en la producción, esto debido a que algunos materiales no terminan de absorber el color o los barnices, por consecuencia, se obtiene un acabado no deseado, esos productos son enviados a la etapa de reciclaje como alternativa para este tipo de situaciones que son incontrolables dentro del proceso de elaboración de los productos.

Tabla 6 Especificaciones para la verificación final.

| Autenticidad | Superficie | Pruebas de verificación |
|---|--|---|
| Cumple con toda especificación y requerimientos, sin grapas mal colocadas, libre de malos olores y sin alteraciones en el diseño. | Debe encontrarse limpia, con un acabado uniforme en la pintura, sin burbujas en el barnizado y sin contaminantes externos. | <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de carga. • Estabilidad. • Bordes rebajados y sin filo. • Resistencia por impactos. • Altura. |

Fuente: Elaboración propia.

Reciclaje

Las piezas que no lograron ser reusadas o manufacturadas, terminan en esta etapa, posteriormente pasan por un proceso de trituración, se transforma de nuevo en aserrín para posteriormente crear alternativas de uso, por mencionar algunas están: los tableros de sustrato, aislante para construcción, abono para tierra, generación de biomasa, artesanías y fabricación de papel reciclado, tabla 7.

Tabla 7 Alternativas para las piezas irreparables.

| Trituración | Abono | Aislante para construcción | Biomasa | Otros usos |
|--|--|--|---|--|
| Pieza no manufacturada es triturada y transforma en aserrín. | <ul style="list-style-type: none"> • Por su riqueza en carbono, es ideal para compostas. • Herbicida. • Lecho para establo de animales. | Perfecto para casas y edificios, se mezcla con otros materiales y se crea un aislante térmico natural. | Utilizado como principal materia prima, el aserrín se incinera para generar energía térmica o eléctrica de manera sostenible. | <ul style="list-style-type: none"> • Artesanía/decoración • Fabricación de papel reciclado. • Tablero de sustrato (aglomerado, MDF, MDP). |

Fuente: Elaboración propia.

Reducción de la huella ambiental

Al comenzar con la implementación del modelo propuesto, los primeros quince días, se logró reunir 0.5 m³ de residuos, equivalente a 240 kg al término del mes de recolección se repitió la cifra, completando así 1 m³ lo que equivale a 480 kg, de los cuales hasta el momento de manufacturaron 240 kg, tabla 8.

Tabla 8 Factor de recuperación mediante proceso de manufactura.

| Día | Residuos recolectados | Día | Manufacturados | Día | Pronóstico de manufactura |
|-----|-----------------------|-----|----------------|-----|---------------------------|
| 15 | 240 kg | 22 | 120 kg | 46 | 360 kg |
| 31 | 480 kg | 31 | 240 kg | 62 | 480 kg |

Fuente: Elaboración propia.

Se obtuvo como resultado que el impacto ambiental generado por desperdicios de los tableros de sustratos mal utilizado, arrojado a tiraderos o zonas prohibidas tanto urbanas como rurales, atacándolas de raíz con soluciones innovadoras generando un cambio positivo en beneficio de la sociedad. Como resultado de la aplicación del modelo, se puede concluir que 3.23 toneladas métricas de emisiones de CO². Lo que equivale a la disminución de emisión provocada por 6 automóviles pequeños todo esto se puede observar en la tabla 9. Con la finalidad de lograr nuestras mejoras en el proceso de producción decidimos mejorar el diseño de nuestras áreas afectadas y por lo cual se logró reducir tiempos de producción y costos para mejor beneficio.

Si el modelo se sigue poniendo en marcha durante el próximo bimestre se podrán salvar 6.47 toneladas métricas de CO₂. Lo que equivaldría a la disminución de emisiones provocadas por al menos 12 automóviles funcionales en los años próximos.

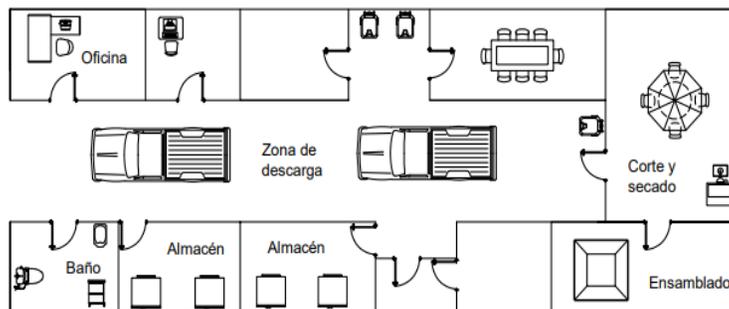
Tabla 9 Emisiones de CO₂ reducidas mediante la manufactura de los sustratos.

| Cantidad manufacturada | | Toneladas métricas de CO ₂ minimizadas | Equivalente a emisiones de automóviles |
|------------------------|--------|---|--|
| Primer mes | 240 kg | 3.23 | 3 |
| Segundo mes | 480 kg | 6.47 | 12 |

Fuente: Elaboración propia.

Rediseño de instalaciones

Al realizar el rediseño de las instalaciones de producción se eliminaron y redujeron al mínimo los movimientos innecesarios, lo que resultó en una disminución significativa de los tiempos de producción y el trabajo repetitivo. Al tener un diseño que favorece a la secuencia lógica de procesos o tareas, se logra reducir la necesidad de desplazamientos excesivos, lo que a su vez disminuye el tiempo necesario para completar una tarea. La eficiencia en el diseño del layout como se muestra en la figura 3, puede tener un impacto directo en la productividad, al disminuir los tiempos de ciclo, optimizar la utilización del espacio y los recursos, y minimizar los errores. De 141 metros que se recorrían en la línea de producción ilustrada en el diseño del layout antiguo. Ahora sólo se recorren 43, gracias al rediseño de la línea y layout, logrando una reducción del 70% de metros recorridos.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 3 Layout del Rediseño de las instalaciones de producción.

Se consiguieron resultados positivos al realizar este rediseño como antes mencionado la disminución de tiempos de traslado, sino que también se mejora la coordinación en todos los procesos y actividades dentro de las líneas de producción y así lograr dar los servicios necesarios y acordados con el nivel de calidad necesario.

4. Discusión

- En el desarrollo de esta investigación, la aplicación del modelo de economía circular se revela como un enfoque altamente efectivo y beneficioso para la fabricación de productos a base de tableros de sustrato.

- La orientación hacia la economía circular permitió identificar factores clave de optimización alineados con los objetivos planteados, generando impactos positivos en diversos aspectos.
- La reducción de la huella ambiental emerge como uno de los logros más significativos. Al aprovechar los desperdicios y scraps en la fabricación de nuevos productos, se contribuyó directamente a la disminución de residuos y a la minimización del impacto ambiental asociado con la producción convencional.
- Mejor distribución dentro de la línea de producción, con la consiguiente reducción de movimientos innecesarios, no solo optimizó los recursos, sino que también aumentó la eficiencia operativa.
- La creación y diseño de nuevos productos no solo diversificaron la oferta, sino que también introdujeron innovación al proceso, generando oportunidades adicionales para el mercado.
- La implementación de un flujo continuo a través de todas las áreas mejoró la cohesión y la sincronización en el proceso productivo, contribuyendo a la eficacia general.
- Uno de los aspectos más notables es la reducción de errores en el proceso. Al estandarizar y optimizar las operaciones, se minimizaron las posibilidades de errores humanos y malentendidos en las etapas de producción, lo que repercute directamente en la calidad final de los productos manufacturados.
- En términos cuantitativos, el impacto ambiental se traduce en una notable disminución de las emisiones de dióxido de carbono. La capacidad de salvar 6.47 toneladas métricas de CO₂ es un logro relevante, equivalente a las emisiones generadas por al menos 12 automóviles funcionales en los últimos años próximos. Este resultado subraya el impacto positivo y tangible que puede tener la implementación de enfoques basados en la economía circular en la reducción de la huella de carbono y la mitigación del cambio climático.
- En resumen, la aplicación del modelo de economía circular no solo se alinea con los objetivos planteados, sino que también demuestra ser una estrategia

efectiva para lograr resultados tangibles, tanto en términos ambientales como operativos.

5. Conclusiones

En la conclusión de este análisis sobre el reciclado de sustratos en algunas empresas, se destaca la identificación de oportunidades significativas de mejora en términos de procesos y rediseño de instalaciones. La propuesta aplicada de economía circular, respaldada por el cálculo del dióxido de carbono asociado a los sustratos, se presenta como una herramienta valiosa para fomentar la reducción de emisiones y la gestión sostenible de los materiales.

La intención de que este modelo sugerido sirva como ejemplo para otras empresas es loable. La aplicación de estrategias que añaden circularidad, en contraposición a opciones finales como la incineración y trituración de desechos, refleja un compromiso genuino con la reutilización y la reprocesamiento de materiales. Esto no solo contribuye a la creación de nuevos productos, sino que también evita la generación de residuos que podrían terminar en vertederos o contribuir a emisiones adicionales de dióxido de carbono.

Es esencial destacar la importancia de llevar a cabo un seguimiento riguroso de la implementación del plan sustentable de economía circular. El registro de avances es crucial para obtener indicadores claros que permitan evaluar el impacto de las estrategias aplicadas en términos de reducción de residuos y emisiones de dióxido de carbono. Este enfoque basado en datos facilita la toma de decisiones informada y proporciona una base sólida para la mejora continua tanto en el ámbito económico como en el ambiental.

En última instancia, la conclusión resalta la necesidad de un compromiso continuo con la implementación de prácticas sustentables y la integración de la economía circular en las operaciones comerciales. Al hacerlo, las empresas no solo pueden contribuir significativamente a la reducción de su huella ambiental, sino que también establecen un precedente positivo para el sector, inspirando a otras organizaciones a seguir un camino similar hacia la sostenibilidad.

6. Bibliografía y Referencias

- [1] Domínguez, R. (2019). Recursos naturales, medio ambiente y sostenibilidad: 70 años de pensamiento de la CEPAL.
- [2] Cámara de Senadores.(2021). Ley general de economía circular.
- [3] Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2020). Diagnóstico Básico para la Gestión Integral de los Residuos.
- [4] Martínez Arroyo, A., Villasana, O., & Nieto Ruiz, C. A. (s/f). Evaluación de la situación actual de la economía circular para el desarrollo de una hoja de ruta para Brasil, Chile, México y Uruguay.