

Producción sostenible desde la mirada de la economía sostenible, la producción limpia y la logística inversa

Sustainable production from the perspective of sustainable economy, clean production and reverse logistics

Duarte Gómez Sandra Milena¹
sandra.duarte@unipaz.edu.co

Instituto Universitario de la Paz, Escuela de Ingeniería de Producción, Grupo de Investigación en Reingeniería, Innovación y Productividad, GREIP (1)

Recibido: mayo 05 de 2023 – Aceptado: junio 14 de 2023

Resumen

La producción sostenible es un modelo de producción de bienes y servicios que minimiza el uso de los recursos naturales, la generación de materiales tóxicos, residuos y emisiones contaminantes. Este modelo se orienta a reducir los riesgos para la salud, los impactos al ambiente, disminuir el uso de los recursos y aumentar la competitividad empresarial.

En este contexto la producción sostenible se vale del uso de herramientas, tales como economía circular y producción limpia, para minimizar las posibles problemáticas que se puedan presentar en diferentes circunstancias que afecten el medio ambiente, el progreso económico y social; de tal forma que se conviertan en posibles soluciones.

El objetivo es Proporcionar información sobre la producción sostenible desde la mirada de la economía circular y la producción limpia, mediante la revisión crítica de bibliografía y resultados de datos de investigaciones realizadas.

Este artículo es de tipo revisión del tema y de reflexión con diseño de investigación cualitativo descriptivo, el método empleado en la investigación fue la búsqueda bibliográfica, criterios de selección: artículos científicos de revistas confiables y estudios e investigaciones de entidades y organizaciones reconocidas, recuperación de la información (fuentes documentales), evaluación de la calidad de los artículos y demás documentos seleccionados y la selección definitiva. Se puede concluir que la producción sostenible como modelo aplicable al interior de cualquier organización conlleva a beneficios tanto ambientales, como sociales y de desarrollo económico.

Palabras clave: Producción sostenible, desarrollo sostenible, economía circular, producción limpia y logística inversa.

Abstract

Sustainable production is a model of production of goods and services that minimizes the use of natural resources, the generation of toxic materials, waste and polluting emissions. This model is aimed at reducing health risks, environmental impacts, reducing the use of resources and increasing business competitiveness.

In this context, sustainable production makes use of tools, such as circular economy and clean production, to minimize possible problems that may arise in different circumstances that affect the environment, economic and social progress; in such a way that they become possible solutions.

The objective is to provide information on sustainable production from the point of view of the circular economy and clean production, through a critical review of the bibliography and results of research data.

This article is of a review of the subject and reflection type with a descriptive qualitative research design, the method used in the research was the bibliographic search, selection criteria: scientific articles from reliable journals and studies and research from recognized entities and organizations, recovery of the information (documentary sources), evaluation of the quality of the articles and other selected documents and the final selection. It can be concluded that sustainable production as a model applicable within any organization leads to environmental, social and economic development benefits.

Keywords: Sustainable production, sustainable development, circular economy, clean production and reverse logistics.

1. INTRODUCCIÓN

La producción sostenible es un modelo de producción de bienes y servicios que minimiza el uso de los recursos naturales, la generación de materiales tóxicos, residuos y emisiones contaminantes. Este modelo se orienta a reducir los riesgos para la salud, los impactos al ambiente, disminuir el uso de los recursos y aumentar la competitividad empresarial.

En este contexto la producción sostenible se vale del uso de herramientas, tales como economía circular y producción limpia, para minimizar las posibles problemáticas que se puedan presentar en diferentes circunstancias que afecten el medio ambiente, el progreso económico y social.

Este artículo aborda la economía circular como apoyo en los para el cambio al paradigma “reducir, reutilizar y reciclar” por una transformación más profunda y duradera, que permita disminuir el impacto causado por las actividades humanas; de igual manera se aborda logística inversa para gestión del flujo de productos destinados al reprocesamiento, reciclado, reutilización o destrucción, incluyendo actividades de recogida, acondicionamiento y desensamblado y también la producción limpia como la aplicación continua de una estrategia ambiental preventiva integrada a los procesos, productos y servicios para aumentar la eficiencia global y reducir los riesgos para los seres humanos y el medio ambiente.

2. METODOLOGÍA

Este artículo es de tipo revisión del tema y de reflexión con diseño de investigación cualitativo descriptivo, el cual proporciona al lector una puesta al día sobre el tema que se aborda y es útil en la enseñanza, y de interés para personas de campos conexos.

El método empleado en la investigación fue:

1. Búsqueda bibliográfica

2. Criterios de selección: artículos científicos de revistas confiables y estudios e investigaciones de entidades y organizaciones reconocidas.

3. Recuperación de la información (fuentes documentales)

4. Evaluación de la calidad de los artículos y demás documentos seleccionados

5. Selección definitiva

La metodología aplicada fue:

1. Definir los objetivos de la revisión.

2. Búsqueda bibliográfica: se seleccionó como base de datos para la búsqueda Google académico, seguido se eligió los descriptores o palabras clave, se utilizó frases además de las palabras únicas y se comenzó la búsqueda. Cuando se identificó los estudios relevantes, se realizó la revisión para encontrar otros términos a usar como palabras claves.

3. Selección y evaluación de la información: la información revisada se encuentra determinada por los objetivos, y también los aspectos en donde se contempló los criterios de calidad científica buscada tales como: el título y las palabras claves. Así como también que los artículos científicos revisados consultados fueran confiables y estudios e investigaciones de entidades y organizaciones reconocidas.

Los artículos científicos fueron evaluados en tres aspectos: ¿Podemos confiar en los resultados? Dicho de otra forma: ¿Son válidos? ¿Cuáles son los resultados? ¿Son pertinentes o aplicables estos resultados en nuestro medio?

4. Organización de la información y redacción del artículo: la organización de la información se realizó basada en la plantilla de la Revista Riding y su redacción se realizó buscando claridad, concisión, precisión: tratando de usar palabras que comunicaran exactamente lo que se quería expresar y con sencillez y naturalidad para las respectivas reflexiones abordadas.

Este modelo se orienta a reducir los riesgos para la salud, los impactos al ambiente, disminuir el uso de los recursos y aumentar la competitividad empresarial. La ONU define el consumo y la producción sostenibles como “hacer más y mejor con menos”. [1]. Teniendo en cuenta el concepto de producción sostenible, se puede decir que forma parte de una corriente más amplia que es el desarrollo sostenible, concepto que aparece por primera vez en 1987 con la publicación del Informe Brundtland, que alertaba de las consecuencias medioambientales negativas del desarrollo económico y la globalización y trataba de buscar posibles soluciones a los problemas derivados de la industrialización y el crecimiento de la población. Se define «el desarrollo sostenible como la satisfacción de «las necesidades de la generación presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades». (Informe titulado «Nuestro futuro común» de 1987, Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo), el desarrollo sostenible ha emergido como el principio rector para el desarrollo mundial a largo plazo. Consta de tres pilares, el desarrollo sostenible trata de lograr, de manera equilibrada, el desarrollo económico, el desarrollo social y la protección del medio ambiente. [2]

Algunos ejemplos muy comunes dentro de nuestra sociedad que proporcionan soluciones para crecer más con menos, teniendo en cuenta el concepto dado por la ONU a producción sostenible y que intentan cubrir algunas necesidades que garanticen la supervivencia de los productores, los consumidores y el medio ambiente se nutre de la innovación, el trabajo, la inteligencia y la experiencia puestos al servicio de encontrar el camino hacia un mundo mejor son:

* Generación y utilización de energías renovables, como la solar o la eólica.

* Producción de basura biodegradable, que puede ser reciclada y utilizada como abono para las plantas.

* Reciclaje de basura inorgánica, como el plástico o el metal.

* Agricultura ecológica, que respeta el equilibrio natural y evita el uso de pesticidas y fertilizantes químicos.

* Reutilización del agua de lluvia, que puede ser aprovechada para riego o consumo humano.

* Empleo de vehículos eléctricos, que reducen las emisiones de gases de efecto invernadero.

* Ecoturismo, que promueve el respeto y la conservación de la biodiversidad y las culturas locales.

3. PROBLEMÁTICA EN TORNO A LA PRODUCCIÓN SOSTENIBLE

El consumo y la producción mundiales (fuerzas impulsoras de la economía mundial) dependen del uso del medio ambiente natural y de los recursos de una manera que continúa teniendo efectos destructivos sobre el planeta.

El progreso económico y social conseguido durante el último siglo ha estado acompañado de una degradación medioambiental que está poniendo en peligro los mismos sistemas de los que depende nuestro desarrollo futuro (y ciertamente, nuestra supervivencia).

Estos son algunos hechos y cifras:

Cada año, se estima que un tercio de toda la comida producida (el equivalente a 1300 millones de toneladas con un valor cercano al billón de dólares) acaba pudriéndose en los cubos de basura de los consumidores y minoristas, o estropeándose debido a un transporte y unas prácticas de recolección deficientes.

En caso de que la población mundial alcance los 9600 millones de personas en 2050, se podría necesitar el equivalente a casi tres planetas para proporcionar los recursos naturales necesarios para mantener los estilos de vida actuales. [3]

En 2015, la ONU aprobó la Agenda 2030 sobre el Desarrollo Sostenible, una oportunidad para que los países y sus sociedades emprendan un nuevo camino con el que mejorar la vida de todos, sin dejar a nadie atrás.

La Agenda cuenta con 17 Objetivos (Ver Figura 1) de Desarrollo Sostenible, que incluyen desde la eliminación de la pobreza hasta el combate al cambio climático, la educación, la igualdad de la mujer, la defensa del medio ambiente o el diseño de nuestras ciudades. [3]



Fig. 1. Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) [3].

Dentro de estos objetivos, hay un objetivo que apunta a la producción sostenible y es el 12: Garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles.

Sus metas suponen:

12.1 Aplicar el Marco Decenal de Programas sobre Modalidades de Consumo y Producción Sostenibles, con la participación de todos los países y bajo el liderazgo de los países desarrollados, teniendo en cuenta el grado de desarrollo y las capacidades de los países en desarrollo

12.2 De aquí a 2030, lograr la gestión sostenible y el uso eficiente de los recursos naturales

12.3 De aquí a 2030, reducir a la mitad el desperdicio de alimentos per cápita mundial en la venta al por menor y a nivel de los consumidores y reducir las pérdidas de alimentos en las cadenas de producción y suministro, incluidas las pérdidas posteriores a la cosecha

12.4 De aquí a 2020, lograr la gestión ecológicamente racional de los productos químicos y de todos los desechos a lo largo de su ciclo de vida, de conformidad con los marcos internacionales convenidos, y reducir significativamente su liberación a la atmósfera, el agua y el suelo a fin de minimizar sus efectos adversos en la salud humana y el medio ambiente

12.5 De aquí a 2030, reducir considerablemente la generación de desechos mediante actividades de prevención, reducción, reciclado y reutilización

12.6 Alentar a las empresas, en especial las grandes empresas y las empresas transnacionales, a que adopten prácticas sostenibles e incorporen información sobre la sostenibilidad en su ciclo de presentación de informes

12.7 Promover prácticas de adquisición pública que sean sostenibles, de conformidad con las políticas y prioridades nacionales

12.8 De aquí a 2030, asegurar que las personas de todo el mundo tengan la información y los conocimientos pertinentes para el desarrollo sostenible y los estilos de vida en armonía con la naturaleza

12.a Ayudar a los países en desarrollo a fortalecer su capacidad científica y tecnológica para avanzar hacia modalidades de consumo y producción más sostenibles

12.b Elaborar y aplicar instrumentos para vigilar los efectos en el desarrollo sostenible, a fin de lograr un turismo sostenible que cree puestos de trabajo y promueva la cultura y los productos locales

12.c Racionalizar los subsidios ineficientes a los combustibles fósiles que fomentan el consumo antieconómico eliminando las distorsiones del mercado, de acuerdo con las circunstancias nacionales, incluso mediante la reestructuración de los sistemas tributarios y la eliminación gradual de los subsidios perjudiciales, cuando existan, para reflejar su impacto ambiental, teniendo plenamente en cuenta las necesidades y condiciones específicas de los países en desarrollo y minimizando los posibles efectos adversos en su desarrollo, de manera que se proteja a los pobres y a las comunidades afectadas. [4]

Ahora, teniendo en cuenta que la problemática en torno a la producción sostenible es el consumo y la producción mundial, que afecta el medio ambiente, la sociedad y el sector económico y que precisamente la producción sostenible busca es equilibrar estos aspectos mediante una producción de bienes y servicios, se deben encontrar nuevas soluciones que modalidades de consumo desde las empresa y el consumidor, es aquí, donde se puede mirar la economía circular, la producción limpia y la logística inversa como una herramienta para la producción sostenible.

Desde la empresa:

Es preciso comprender mejor los efectos ambientales y sociales de los productos y servicios, tanto de los ciclos de vida de los productos como de la forma en que estos se ven afectados por su utilización en los estilos de vida.

La identificación en la cadena de valor de los “puntos críticos” donde las intervenciones tienen mayor potencial para mejorar los efectos ambientales y sociales del sistema en su conjunto es un primer paso fundamental.

Las empresas pueden también utilizar su poder innovador para diseñar soluciones que puedan inspirar y motivar a las personas a llevar estilos de vida más sostenibles, reduciendo los efectos y aumentando el bienestar.

Desde el consumidor:

Existen dos formas principales de ayudar:

1. Reducir los desechos; y
2. Actuar de forma reflexiva a la hora de comprar y optar por una opción sostenible siempre que sea posible.

4. MECANISMOS PARA LOGRAR UNA PRODUCCIÓN SOSTENIBLE

Prácticas agrícolas sostenibles:

Esto incluye la agricultura orgánica, la agricultura de conservación y la agricultura de precisión.

La agricultura orgánica se basa en el uso de abonos y pesticidas naturales, en lugar de productos químicos dañinos para el entorno.

Otra tipología de agricultura es la conservación, esta se enfoca en la preservación de los recursos naturales mediante la reducción de la erosión del suelo y la conservación de la biodiversidad.

Por último, la agricultura de precisión utiliza tecnologías avanzadas, como el análisis de datos y el monitoreo remoto, para optimizar la utilización de recursos y reducir el impacto ambiental. [5]

Producción de energía renovable:

La producción de energía a partir de fuentes como el sol, el viento y el agua es más sostenible que la producción de energía tradicional como la generada a partir de combustibles fósiles, ya que no genera emisiones de gases de efecto invernadero y tiene un impacto ambiental menor.

Además, la producción de energía renovable puede contribuir a la reducción de la dependencia de los combustibles fósiles y a la creación de empleos en el sector de las energías limpias. [5]

Adopción de prácticas de fabricación más eficientes y respetuosas con el medioambiente:

Esto incluye la implementación de procesos de fabricación más limpios y la utilización de materiales y componentes más sostenibles.

Por ejemplo, la fabricación con materiales reciclados o la utilización de materiales biodegradables, puede contribuir a reducir la contaminación y la huella de carbono de la producción. Además, la implementación de tecnologías de eficiencia energética en los procesos de fabricación puede ayudar a reducir el consumo de energía y los costos operativos. [5]

Adopción de políticas para mejorar las condiciones laborales y el bienestar de los trabajadores:

No todas las medidas de producción sostenible van relacionadas con el sistema de producción, ya que la producción sostenible también se enfoca en mejorar las condiciones laborales y el bienestar de los trabajadores.

Esto incluye la adopción de políticas de igualdad de género y diversidad, así como la implementación de prácticas de salud y seguridad laboral adecuadas.

Además, la promoción de un salario justo y la protección de los derechos laborales contribuye a mejorar las condiciones de vida de los trabajadores y a reducir la desigualdad económica.

Fomento de la educación ambiental y la responsabilidad social empresarial:

La educación ambiental es un proceso que busca crear conciencia en las personas sobre la importancia de cuidar el ambiente y los recursos naturales.

Por otro lado, la responsabilidad social empresarial es un enfoque que busca que las empresas sean socialmente responsables y que tomen en cuenta el impacto ambiental y social de sus actividades.

5. LA ECONOMÍA CIRCULAR HERRAMIENTA PARA UNA PRODUCCIÓN SOSTENIBLE

La economía circular establece un modelo de producción y consumo más sostenible, en el que las materias primas se mantienen más tiempo en los ciclos productivos y pueden aprovecharse de forma recurrente, procurando con ello generar muchos menos residuos.

La Economía Circular (EC) permite responder a los desafíos del crecimiento económico y productivo actual porque promueve un flujo cíclico para la extracción, transformación, distribución, uso y recuperación de los materiales y la energía de productos y servicios disponibles en el mercado [6], [7].

La EC es un paradigma que tiene como objetivo generar prosperidad económica, proteger el medio ambiente y prevenir la contaminación, facilitando así el desarrollo sostenible.

Es por eso que este modelo se apoya en el principio de las 3 Rs (Reducir, Reusar, Reciclar), aplicable a todo el ciclo de vida de los productos [8] y en estrategias de diseño sostenible.

Las estrategias de diseño sostenible como la de Cradle to cradle propuesta por McDonough y Braungart [9] son importantes porque facilitan que los productos y servicios puedan ser reintroducidos al sistema como recursos biológicos o técnicos, es decir que actúan como catalizadoras del funcionamiento de la EC [10].

A nivel macro, pueden darse iniciativas desarrolladas en ámbitos regionales o nacionales como son las eco-ciudades, los eco-municipios o las provincias ecológicas [8]. Entendiendo que la economía circular la EC consiste en un flujo cíclico, que implica extraer, transformar, distribuir, usar y recuperar los materiales y la energía de productos y servicios [6], [7], como se muestra en la Figura 2.

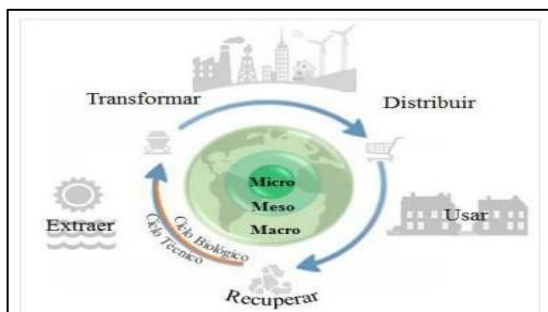


Fig. 2. Ciclo de economía circular [11].

6. LA PRODUCCIÓN LIMPIA HERRAMIENTA PARA UNA PRODUCCIÓN SOSTENIBLE

La Producción Más Limpia se puede definir como la aplicación continua de una estrategia ambiental preventiva integrada a los procesos, productos y servicios para aumentar la eficiencia global y reducir los riesgos para los seres humanos y el medio ambiente.

La producción más limpia P + L, conduce al ahorro de materias primas, agua y energía; a la eliminación de materias primas tóxicas y peligrosas; y a la reducción, en la fuente, de la cantidad de toxicidad de todas las emisiones y desechos, durante el proceso de producción. Esto le permite producir la misma cantidad de productos con una menor cantidad de insumos [12]. El efecto es la disminución del costo unitario de producción y al mismo tiempo, la reducción de la cantidad de residuos generada. En los productos, la P + L busca reducir los impactos negativos de los productos, de la salud y la seguridad, durante todo su ciclo de vida, desde la extracción de las materias primas, pasando por la transformación y uso, hasta la disposición final del producto. En los servicios, la P +L implica incorporar el quehacer ambiental en el diseño y la prestación de servicios. [13]

En la Fig. 3, se muestran las diferentes estrategias de producción más limpia, teniendo en cuenta una secuencia de implementación desde buenas prácticas, hasta cambios en procesos.

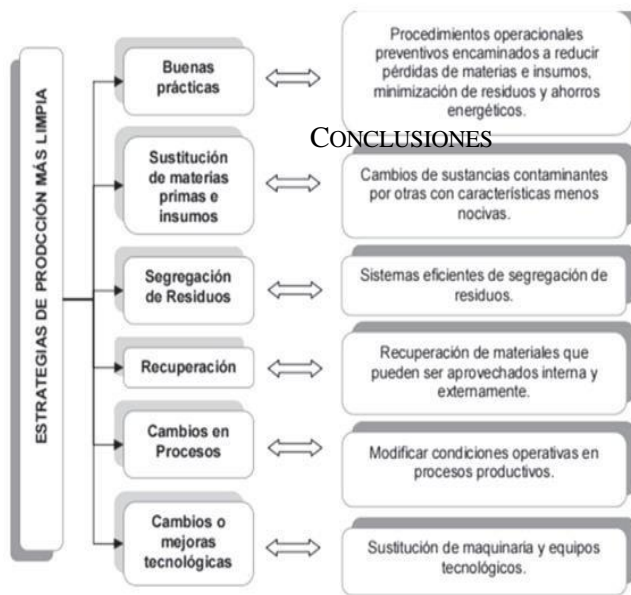


Fig. 3. Estrategias de Producción Más Limpia [12].

7. LA LOGÍSTICA INVERSA HERRAMIENTA PARA UNA PRODUCCIÓN SOSTENIBLE

El gran consumo de bienes precisa de los productores la decisión de considerar la viabilidad de los proyectos de recuperación de productos y materiales ya usados mediante algún tipo de relación cliente-productor. Esto se puede lograr mediante la implementación de una novedosa herramienta conocida como: Logística Inversa.

La logística inversa (citado por Fernández et al., 2006, p.118) es “la gestión del flujo de productos destinados al reprocesamiento, reciclado, reutilización o destrucción, incluyendo para ello las correspondientes actividades de recogida, acondicionamiento y desensamblado”. [13]

La importancia de la logística inversa ha aumentado debido principalmente a las preocupaciones ambientales, el servicio al cliente y la reducción del costo. [14]. El trabajo de Byrne y Deeb puntualiza que la actitud de los consumidores por el impacto medioambiental derivado de los desechos generados por algunos bienes, se evidencia en el consumo de los mismos, por tanto, las organizaciones están adoptando programas de logística inversa, dando lugar al llamado “marketing verde o ecológico”. [15].

Entre los procesos principales de la logística inversa tenemos la remanufactura, el reciclado y la reutilización. También existen otros procesos como son la restauración, la reparación y la canibalización. [16].

La remanufactura se basa en la recolección de un producto usado o algún componente del mismo, evaluando su condición y sustituyendo las partes rotas u obsoletas con partes nuevas o restauradas. [17].

El reciclado se fundamenta en la separación, recuperación, procesamiento y reutilización de productos y materiales obsoletos o de subproductos industriales. [18].

La reutilización o reuso es el proceso de recolectar los materiales usados, productos o componentes, distribuyéndolos o vendiéndolos como usados, después de limpiarlo o de una reparación menor, sin ser introducido nuevamente en el proceso productivo. [18].

La restauración tiene como propósito el desmontaje, la inspección y el reemplazo de componentes deteriorados de un producto usado hasta alcanzar una calidad específica. [17].

La reparación consiste en restituirle la funcionalidad al producto usado mediante el arreglo o la sustitución de las partes deterioradas. [19].

La canibalización se basa en la recuperación de sólo algunas partes de los productos usados, las cuales se utilizarán en otros productos o componentes [19].

CONCLUSIONES

Se puede concluir que la producción sostenible como modelo aplicable al interior de cualquier organización conlleva a beneficios tanto ambientales, como sociales y de desarrollo económico, puesto que, si se produce bajo el enfoque de “hacer más y mejor con menos” como lo dice la ONU, se puede lograr beneficios tales como:

La producción sostenible tiene muchos beneficios, tanto para el medio ambiente como para la sociedad y la economía. Algunos de estos beneficios son:

- * Reducción de los costes de la materia prima, servicios, tratamiento de residuos y operaciones de mantenimiento.

- * Mayor eficiencia en el uso de los recursos y la energía, lo que implica un menor impacto ambiental y una mayor competitividad.

- * Mejora del rendimiento de los procesos productivos, al optimizar la calidad y la cantidad de los productos y servicios.

- * Prevención de accidentes industriales y enfermedades, al mejorar las condiciones de seguridad y salud de los trabajadores y las comunidades.

- * Incremento de los ingresos debido al reaprovechamiento de los materiales, la innovación y el acceso a nuevos mercados.

- * Ahorro de dinero, al cumplir la legislación ambiental y evitar el pago de multas o sanciones.

- * Contribución a la mitigación de la pobreza y a la transición hacia economías verdes y con bajas emisiones de carbono, al generar empleos ecológicos, mejorar el acceso a los servicios básicos y promover estilos de vida sostenibles.

* Alineación con los Objetivos de Desarrollo Sostenible, que son el plan maestro para conseguir un futuro sostenible para todo.

En este contexto la producción sostenible se vale del uso de herramientas, tales como economía circular, producción limpia y la logística inversa, para minimizar las posibles problemáticas que se puedan presentar en diferentes circunstancias que afecten el medio ambiente, el progreso económico y social; de tal forma que se conviertan en posibles soluciones.

AGRADECIMIENTOS

El autor reconoce las contribuciones de: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Disponible en: <https://www.minambiente.gov.co/asuntos-ambientales-sectorial-y-urbana/pilas-y-acumuladores/> DANE. Economía circular.

<https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/economia-circular/economia-circular-1-reporte.pdf>

Braungart M, McDonough W. *Cradle to Cradle: Remaking the Way We Make Things*. Madrid: McGraw-Hill; 2005.

Los cuales aportaron claridad al abordar los concepto y desarrollo sostenible y economía circular.

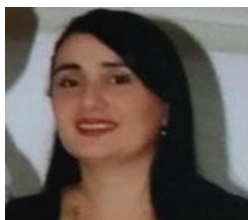
REFERENCIAS

- [1] Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible Argentina, Producción sostenible: [En línea]. Disponible en: <https://www.argentina.gob.ar/ambiente/desarrollo-sostenible/produccion-sostenible#:~:text=La%20producci%C3%B3n%20sostenible%20es%20un,a%20trav%C3%A9s%20de%20un%20enfoque>
- [2] Asamblea Nacional de los Estados Unidos. Antecedentes de Desarrollo sostenible [En línea]. Disponible en: <https://www.un.org/es/ga/president/65/issues/sustdev.shtml>
- [3] Naciones Unidas. [Página Web]. 17 objetivos para transformar nuestro mundo. Disponible en: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/>
- [4] Naciones Unidas. [Página Web]. Metas para garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles. Disponible en:

<https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/sustainable-consumption-production/>

- [5] ECOEMES. <https://ecoembesdudasreciclaje.es/produccion-sostenible/>
- [6] Stahel, W. R., “Circular Economy,” *Nature*, pp. 6–9, 2016.
- [7] Park, J. et al., “Creating integrated business and environmental value within the context of China’s circular economy and ecological modernization,” *J. Clean. Prod.*, vol. 18, no. 15, pp. 1492–1499, Oct. 2010.
- [8] Yuan, Z. et al., “Where Will China Go? A Viewpoint Based on an Analysis of the Challenges of Resource Supply and Pollution,” *Environ. Prog.*, vol. 27, no. 4, pp. 503–514, 2008.
- [9] McDonough, W. and M. Braungart, *Cradle to cradle: remaking the way we make things*. New York: North Point Press, 2002., 2002.
- [10] Prieto-Sandoval, V. et al., “Circular Economy: An economic and industrial model to achieve the sustainability of society,” in *Proceedings of the 22nd Annual International Sustainable Development Research Society Conference. Rethinking Sustainability Models and Practices: Challenges for the New and Old-World Contexts*, vol. 2, no. July, R. F. Joanaz de Melo, João; Disterheft, Antje; Caeiro, Sandra; Santos and T. B. Ramos, Eds. Lisbon: ISDRS, 2016, pp. 504–520.
- [11] Vanessa Prieto-Sandoval, Carmen Jaca. *Economía circular: Relación con la evolución del concepto de sostenibilidad y estrategias para su implementación*. [En línea]. Disponible en: https://dadun.unav.edu/bitstream/10171/53653/1/Economia_Circular.pdf
- [12] Henry. F. Fajardo. (2018). La Producción mas limpia como estrategia ambiental en el marco del desarrollo sostenible consejo nacional de la empresa privada. *Revista Ingeniería, matemáticas y ciencias de la comunicación*. [En línea]. Disponible en: <http://ojs.urepublicana.edu.co/index.php/ingenieria/article/view/395>

- [13] Bustos F., Carlos E. La logística inversa como fuente de producción sostenible. [En línea]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/257/25739666002.pdf>
- [14] Alshamrani, A., Mathur, K. y Ballou, R. (2007). Reverse logistics: simultaneous design of delivery routes and returns strategies. *Computers & Operations Research* 34, pp. 595–619.
- [15] González, J. y González, O. (2001). Logística inversa: un análisis conceptual de nuevos flujos físicos en los canales de distribución. *Revista Esic Market*
- [16] Jayaraman, V., Patterson, R. y Rolland, E. (2003). The design of reverse distribution networks: Models and solution procedures. *European Journal of Operational Research* 150, pp. 128–149
- [17] Kumar, S. y Malegeant, P. (2006). Strategic alliance in a close loop supply Chain, a case of manufacturer and eco-non-profit organization. *Tecnovation*, Volume 26, Issue 10, Pages 1127-1135.
- [18] Fernández, E., Avella, L. y Fernández, M. (2006). *Estrategia de producción*. Segunda edición. Madrid: McGraw Hill.
- [19] Beamon, B. y Fernández, C. (2004). Supply-chain network configuration for product recovery. *Production Planning & Control*, Vol. 15, No. 3, pp. 270–281.



Sandra Milena Duarte Gómez 1.

Ingeniera de producción, 2006, Instituto Universitario de la Paz. Barrancabermeja-Colombia.

Especialista en salud ocupacional, 2014, Universidad del Norte. Barrancabermeja-Colombia.

13 años de experiencia laboral como coordinadora de los sistemas de gestión: integral,

Seguridad y salud en el trabajo y calidad; coordinadora HSE.

3 años experiencia en docencia.

Las áreas de interés de investigación son la producción y la seguridad y salud en el trabajo.