



Impacto socioambiental de la **IO Y LOGÍSTICA INVERSA** *en la industria textil*

SOCIO-ENVIRONMENTAL IMPACT OF IO AND REVERSE
LOGISTICS IN THE TEXTILE INDUSTRY

SENNOVA

Sistema de Investigación,
Desarrollo Tecnológico e Innovación

Mg.Ing. Manuel Méndez Flórez

Tecnológico de Costa Rica
manmendez@itcr.ac.cr



Est. Sigifredo Chacón Balladares

Tecnológico de Costa Rica
sjchaconballadares@gmail.com



Est. JeAustin Obando Arias

Tecnológico de Costa Rica
obandojustin@gmail.com



Est. Mariano Oconitrillo Vega

Tecnológico de Costa Rica
mariano21803@gmail.com



Est. Brandon Rodríguez Vega

Tecnológico de Costa Rica
brandonerv438@gmail.com



1. Resumen

La industria textil es una de las más contaminantes a nivel global, debido a su alto consumo de recursos, emisiones de gases de efecto invernadero y la generación masiva de residuos textiles. Con la creciente preocupación por la sostenibilidad, la logística inversa emerge como una solución viable para mitigar estos impactos ambientales.

Este enfoque implica la recolección, clasificación y reciclaje de productos textiles desechados, provocando un modelo de economía circular que minimiza los desechos en vertederos, reduce la demanda de materias primas y disminuye las emisiones de carbono. Sin embargo, su implementación enfrenta desafíos significativos, como la falta de infraestructura adecuada y la inconsistencia en la calidad de los materiales reciclados. A través del uso de técnicas avanzadas de toma de decisiones, es posible identificar y seleccionar a los socios adecuados para implementar efectivamente la logística inversa. Este artículo examina cómo esta estrategia puede transformar la industria textil hacia un modelo más sostenible, resaltando los beneficios ambientales, económicos y sociales de su integración en las cadenas de suministro globales.

Palabras Clave: logística inversa, sostenibilidad, industria textil, investigación de operaciones, economía circular.

1.1. Abstract.

The textile industry is one of the most polluting sectors globally due to its high resource consumption, greenhouse gas emissions, and massive generation of textile waste. With growing concerns about sustainability, reverse logistics emerges as a viable solution to mitigate these environmental impacts.

This approach involves the collection, sorting, and recycling of discarded textile products, promoting a circular economy model that minimizes landfill waste, reduces the demand for virgin raw materials, and decreases carbon emissions. However, its implementation faces significant challenges, such as the lack of adequate infrastructure and inconsistencies in the quality of recycled materials. By using advanced multi-criteria decision-making techniques, such as Data Envelopment Analysis (DEA) and fuzzy methods, it is possible to identify and select suitable partners for effectively implementing reverse logistics. This article examines how this strategy can transform the textile industry towards a more sustainable model, highlighting the environmental, economic, and social benefits of integrating it into global supply chains.

Keywords: reverse logistics, sustainability, textile industry, operations research, circular economy.

2. Introducción

La industria textil es una de las más contaminantes a nivel global, afectando al medio ambiente en todas las etapas de su cadena de suministro, desde la producción de materias primas hasta el desecho de productos finales. Esta industria consume grandes cantidades de agua, emite gases de efecto invernadero, utiliza productos químicos tóxicos y genera una acumulación masiva de residuos textiles, en gran parte debido al “fast fashion” que impulsa la producción rápida y

barata de ropa a costa del medio ambiente (Janeiro et al., 2020).

Un desafío clave en sostenibilidad es la gestión de residuos, ya que gran parte de los textiles desechados termina en vertederos o es incinerada. Para mitigar estos impactos, la logística inversa ha surgido como una estrategia fundamental. Esta se refiere a la recolección de productos desechados, como textiles, para su reciclaje, recuperación o eliminación adecuada (OMAR et al., 2023).

La logística inversa no solo reduce los desechos en vertederos y disminuye el uso de recursos naturales, sino que también promueve un modelo de economía circular al regresar materiales recuperados en la producción (Dwicahtyani et al., 2023).

Sin embargo, su implementación enfrenta desafíos como la falta de tecnología e infraestructura adecuada y estándares variables de calidad de materiales reciclados (Kebenei et al., 2016). A pesar de estos obstáculos, la integración de técnicas avanzadas de toma de decisiones basadas en múltiples criterios puede ayudar a evaluar y seleccionar a los fabricantes más sostenibles y eficientes. Estas herramientas permiten a las empresas tomar decisiones informadas que mejoran tanto la sostenibilidad como la eficiencia de la cadena de suministro, facilitando así una transición hacia una industria textil más responsable. (Wang et al., 2021).

3. Metodología

3.1. Búsqueda bibliográfica.

La estrategia principal utilizada en la elaboración de este artículo se basó en una búsqueda de palabras clave específicas que permitieran abordar los temas relevantes. Entre las palabras clave más destacadas se incluyen: “Logística inversa”, “Sostenibilidad”, “Industria textil”, “Investigación de operaciones” y “Economía circular”. La selección de estas palabras clave permitió estructurar el contenido de manera correcta y alineada con los objetivos de la investigación.

3.2. Criterios de selección.

Los criterios de selección utilizados en la creación de este artículo fueron:

- **Fecha de publicación:** Se eligieron artículos publicados entre 2013 y la actualidad, con el fin de garantizar que el contenido ofreciera un amplio contexto sobre el tema en la última década.

- **Idioma:** Se consideraron únicamente artículos en inglés o español para evitar posibles confusiones de traducciones.

- **Acceso:** Se seleccionaron artículos de libre acceso para facilitar el acceso a la información.

- **Relevancia:** Se incluyeron solo artículos directamente relacionados y centrados en el tema seleccionado, asegurando así que el contenido del artículo sea de alta calidad.

3.3. Recuperación de la información.

La búsqueda de las palabras clave se realizó exclusivamente en bases de datos de alta calidad, como “Web of Science”, “Mendeley” y “Google Scholar”. Esta selección se hizo con el objetivo de garantizar la fiabilidad de los artículos revisados, asegurando que las fuentes consultadas provengan de investigaciones reconocidas.

3.4. Método para la evaluación de la calidad de los artículos seleccionados.

La evaluación de la calidad de los artículos seleccionados se realizó mediante la lectura detallada de los resúmenes e introducciones de los mismos. Este proceso permitió verificar que los artículos seleccionados mencionan temas provechosos que pudieran contribuir en la investigación. La revisión del resumen proporcionó una visión general del enfoque de cada estudio, mientras que la introducción permitió comprender el contexto y la relevancia de la investigación.

3.5. Análisis de variabilidad, fiabilidad y validez de los artículos.

Para evaluar la variabilidad de los artículos, se utilizaron diferentes bases de datos que garantizaron una amplia perspectiva del tema, al incluir estudios con distintos enfoques, metodologías y contextos de aplicación. Por otro lado, la fiabilidad y validez de los artículos se aseguraron mediante una exhaustiva lectura de los textos seleccionados, lo que permitió garantizar la consistencia, precisión y relevancia de los hallazgos para la investigación.

4. Desarrollo

Los documentos utilizados para este artículo destacan el impacto negativo de la industria textil en el medio ambiente, ya que esta puede contaminar el suelo, el agua y el aire. Para abordar este problema, se propone la implementación de la logística inversa, que no solo puede beneficiar al medio ambiente, sino también a la sociedad en general.

La logística inversa permite reducir el desecho de productos textiles, evitando así métodos perjudiciales como la incineración, el procesamiento químico o el simple desecho en vertederos (Valls Valls, 2013). Es importante considerar que la contaminación no solo proviene del desecho de textiles, sino también de su fabricación. Por ejemplo, solo en España se generan 185,1 toneladas de residuos como resultado de la producción textil, y solo se recicla entre el 8% y el 10% de lo que se produce (González-Castillo et al., 2023). En este contexto, la moda rápida o 'fast fashion' ha agravado estos problemas debido a la rápida rotación de prendas, que contribuye a la acumulación de textiles desechados (López Barrios, n.d.). Esto evidencia la importancia del problema, y que no puede ser ignorado.

Un ejemplo destacado en los documentos es Finlandia, el país que más ha implementado la logística inversa, no sólo para contrarrestar la contaminación, sino también para apoyar a las organizaciones sin fines de lucro (OSFL) (Zhuravleva, 2024).

Estas organizaciones dependen del apoyo gubernamental y de actividades benéficas para subsistir. En Finlandia, se ha encontrado una forma de que las OSFL aprovechen el mercado de segunda mano en la industria textil, cuyo valor global actual se estima en aproximadamente 119.000 millones de dólares estadounidenses (Zhuravleva, 2024), un sector predominantemente utilizado por organizaciones con fines de lucro. Además, se ha observado que la implementación de la logística inversa en países en desarrollo, como El Salvador, puede ofrecer beneficios significativos, pero también requiere un compromiso de adaptación de procesos para maximizar el valor recuperado (Alexander et al., n.d.).

Las OSFL aplican la logística inversa principalmente a través de donaciones de empresas textiles y, en mayor medida, de personas que desean contribuir a la mejora ambiental y a la ayuda social. Estas organizaciones recolectan textiles y los someten a un proceso de selección para escoger las prendas en mejores condiciones, aplicando criterios específicos de reutilización y reciclaje, ya que no pueden manejar grandes volúmenes de prendas debido a la falta de infraestructura (Pazmiño Unda et al., 2023). Este proceso de selección se centra en adaptarse a las tendencias actuales de la moda (lo cual es complicado debido al "Fast Fashion") y en analizar los patrones de compra de varios años en tiendas de segunda mano. Esta cuidadosa selección asegura ingresos beneficiosos para las OSFL, lo que les permite continuar con su labor social y, al mismo tiempo, contribuir a la sostenibilidad ambiental.

¿Qué sucede con la ropa que no se vende o no pasa el proceso de selección?

Surge entonces la pregunta de qué ocurre con las prendas que no logran venderse o que no superan el proceso de selección. Es importante entender que las OSFL no sólo almacenan la ropa en sus instalaciones, sino que también deben gestionar su transporte y almacenamiento. Este proceso, financiado por ingresos generados de otras actividades o por fondos gubernamentales, a menudo no cubre todos los costos.

Por lo tanto, se realiza una segunda selección de las prendas que no fueron aceptadas, decidiendo cuáles serán incineradas o enviadas a vertederos (la incineración puede utilizarse para generar energía y se delega a empresas especializadas en este proceso) y cuáles pueden ser donadas a personas en países necesitados. Los fondos para esta redistribución de textiles son gestionados por las propias OSFL, que suelen contar con áreas específicas para recibir donaciones monetarias que ayuden a financiar este proceso. Gracias a este enfoque, el porcentaje de ropa desechada es considerablemente menor en comparación con el volumen inicial.

Las OSFL pueden verse tanto beneficiadas como afectadas por las regulaciones de la Unión Europea (UE) que buscan regular el mercado de segunda mano de la industria textil (Zhuravleva & Aminoff, 2021). Estas regulaciones obligan a una adaptación forzosa en los procesos de recolección de textiles, lo que puede tener efectos tanto positivos como negativos. Por un lado, pueden fomentar mejores prácticas y transparencia, por otro, aumentan la cantidad de procedimientos necesarios y, por lo tanto, los costos de operar en el mercado de segunda mano.

Una manera de colaborar con la solución de este problema puede ser mediante la utilización de la logística inversa, la cual involucra la recolección, clasificación, reutilización, reciclaje o disposición final de productos textiles (Paras et al., 2018), por lo que la Investigación de Operaciones puede ayudar a diseñar una cadena de suministro inversa más eficiente y que se adapte a los nuevos reglamentos de la UE mediante modelos de programación lineal que minimicen los costos de transporte, almacenamiento y procesamiento.

Esto puede incluir la creación de rutas óptimas para la recolección de textiles usados o la asignación de recursos para maximizar la reutilización de materiales reciclados.

También se debe tener en cuenta que uno de los principales problemas radica en que la industria textil, una de las más contaminantes a nivel global, es impulsada por empresas de

renombre. Este consumo desmedido genera un gran volumen de productos no vendidos que se acumulan en almacenes, lo que plantea desafíos significativos para su gestión eficiente y sostenible.

Según estudios, aunque se proponen soluciones como la logística inversa y la expansión del mercado de segunda mano para reutilizar y reciclar estos productos, la adopción de estas estrategias ha sido mínima debido a barreras como la falta de infraestructura, las regulaciones inconsistentes y las limitaciones del mercado (Dissanayake & Pal, 2023). Como consecuencia, gran cantidad de prendas permanece sin utilizar, en gran medida debido a hábitos generados por las grandes empresas, que llevan a un uso muy escaso de ciertos productos y, por lo tanto, a la continua acumulación de residuos textiles.

¿Esto conlleva a un sobreconsumo de materiales?

La respuesta es sí. La industria textil implica un uso masivo de recursos para el cultivo de algodón y otros textiles. Este proceso de monocultivo excesivo daña los minerales del suelo y deteriora los territorios donde se cultivan estos recursos. Además, el consumo de agua se ve gravemente afectado debido a los tratamientos de color aplicados a los textiles, cuyos tintes a menudo terminan contaminando el agua, haciéndola no apta para el consumo humano.

Este impacto se amplifica por la baja tasa de reciclaje de residuos textiles, que no supera el 5% en muchas regiones, lo que incrementa la demanda de materiales vírgenes y exacerba el deterioro ambiental (Aguirre González, n.d.).

Es por esto por lo que la implementación de la logística inversa junto con técnicas de investigación de operaciones se vuelve vital en la industria textil. La combinación de estas estrategias no solo tiene la capacidad de optimizar la economía de las empresas, reduciendo costos mediante el reciclaje y la reutilización de materiales, sino que también presenta un impacto positivo en

la sostenibilidad ambiental. Al incorporar modelos de programación lineal, es posible diseñar cadenas de suministro más eficientes, minimizando el uso de recursos y la generación de residuos. Esto contribuye no solo a mitigar los efectos negativos de la producción y el consumo excesivo, sino también a promover prácticas más responsables y sostenibles a lo largo de todo el ciclo de vida del producto.

5. Conclusión

La revisión de la literatura sobre la logística inversa en la industria textil destaca que esta industria es una de las más contaminantes debido al consumo intensivo de recursos, emisiones de gases de efecto invernadero y generación de residuos. La logística inversa se presenta como una solución para mitigar estos impactos, promoviendo una economía circular que reduce los desechos y la demanda de materias primas. Sin embargo, su implementación enfrenta desafíos como la falta de infraestructura adecuada y el desconocimiento de la calidad de los materiales que serán reciclados.

A pesar de estos retos, la combinación de logística inversa con técnicas avanzadas de investigación de operaciones puede optimizar las cadenas de suministro y promover prácticas sostenibles que benefician tanto al medio ambiente como a la economía. Además, las organizaciones sin fines de lucro juegan un papel crucial en la gestión de textiles de segunda mano, lo que no solo contribuye a la sostenibilidad, sino que también apoya causas sociales y fomenta la reutilización responsable de los recursos.

6. Referencias bibliográficas

AguirreGonzález, Á. M. (n.d.). AguirreAngela_2024_LogisticalInversaDrivers.

Alexander, W., Melara, J., Julissa, K., & Palacios, M. (n.d.). "INCURSIÓN DE LOGÍSTICA INVERSA COMO ESTRATEGIA ECOLÓGICA-COMERCIAL EN LA INDUSTRIA TEXTIL DE EL SALVADOR" PRESENTADO POR.

Dissanayake, K., & Pal, R. (2023). Sustainability dichotomies of used clothes supply chains: a critical review of key concerns and strategic resources. *INTERNATIONAL JOURNAL OF LOGISTICS MANAGEMENT*, 34(7), 75–97. <https://doi.org/10.1108/IJLM-10-2022-0410>

Dwicahyani, A. R., Pujawan, I. N., & Widodo, E. (2023). Managing the Material Flow in Textile and Clothing Closed-loop Supply Chain with Product, Material, and Energy Recoveries: A Conceptual Framework. *E3S Web of Conferences*, 465. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202346502064>

González-Castillo, N. S., Núñez-Rodríguez, J., & Ramírez-Rojas, M. S. (2023). Implicación de la logística inversa en la sostenibilidad del sector textil: una revisión sistemática. *I+D Revista de Investigaciones*, 18(1). <https://doi.org/10.33304/revinv.v18n1-2023002>

Janeiro, R., Pereira, M. T., Ferreira, L. P., Sá, J. C., & Silva, F. J. G. (2020). New conceptual model of reverse logistics of a worldwide fashion company. *Procedia Manufacturing*, 51. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.10.232>

Kebenei, P., Ayuma, C., & Kimutai, G. (2016). Effects of Green Supply Chain Management on Organizational Productivity: A Survey of Textile Industries in Eldoret. *International Journal of Advanced Engineering Research and Science*, 3(9). <https://doi.org/10.22161/ijaers/3.9.18>

López Barrios, M. C. (n.d.). l impacto ambiental del * fash fashion pronta moda The environmental impact of rapid fashion fash.

OMAR, M. O., KITUKU, G., & KITHINJI, M. (2023). INFLUENCE OF REVERSE LOGISTICS ON ORGANIZATIONAL PERFORMANCE OF TEXTILE AND APPAREL FIRMS IN NAIROBI COUNTY. *Strategic Journal of Business & Change Management*, 10(3). <https://doi.org/10.61426/sjbcm.v10i3.2696>

Paras, M. K., Ekwall, D., Pal, R., Curteza, A., Chen, Y., & Wang, L. (2018). An Exploratory Study of Swedish Charities to Develop a Model for the Reuse-Based Clothing Value Chain. SUSTAINABILITY, 10(4). <https://doi.org/10.3390/su10041176>

Pazmiño Unda, A. M., Rosado Cedeño, M. A., Echeverría Padilla, M. I., & Benítez Hidalgo, E. S. (2023). Propuesta de logística inversa de los remanentes textiles de la empresa Hilvanando Sueños, Santo Domingo, 2023. Boletín Científico Ideas y Voces. <https://doi.org/10.60100/bciv.v3ie1.69>

Valls Valls, À. (2013). El papel de la logística inversa en el sector Fast Fashion (Master's thesis). Universitat de Barcelona. <http://hdl.handle.net/2445/117433>

Wang, C.-N., Pham, T.-D. T., & Nhieu, N.-L. (2021). Multi-Layer Fuzzy Sustainable Decision Approach for Outsourcing Manufacturer Selection in Apparel and Textile Supply Chain. AXIOMS, 10(4). <https://doi.org/10.3390/axioms10040262>

Zhuravleva, A. (2024). Reverse supply chains of non-profit organizations for textile reuse. JOURNAL OF HUMANITARIAN LOGISTICS AND SUPPLY CHAIN MANAGEMENT. <https://doi.org/10.1108/JHLSCM-03-2023-0018>

Zhuravleva, A., & Aminoff, A. (2021). Emerging partnerships between non-profit organizations and companies in reverse supply chains: enabling valorization of post-use textile. INTERNATIONAL JOURNAL OF PHYSICAL DISTRIBUTION & LOGISTICS MANAGEMENT, 51(9, SI), 978–998. <https://doi.org/10.1108/IJPDLM-12-2020-0410>

Fecha de recepción: 28/11/2024
Fecha de aceptación: 13/02/2025