



Estrategias empresariales de lean manufacturing y logística inversa como herramientas para la economía circular y la producción sostenible, en el sector de moda y confección en Medellín.

Miguel Ángel Álvarez Castrillón

Trabajo de grado presentado para optar al título de Administrador de Empresas

Docente

Liliana Lotero Álvarez, Magíster (MSc) en Desarrollo

Universidad Pontificia Bolivariana
Escuela de Economía, Administración y Negocios
Administración de Empresas
Medellín, Antioquia, Colombia

2026

El contenido de este documento no ha sido presentado con anterioridad para optar a un título, ya sea en igual forma o con variaciones, en esta o en cualquiera otra universidad.

Dedicatoria

A mis padres, que, con su respaldo incondicional, su constante apoyo y sus sacrificios diarios han sido quienes me han impulsado y han estado detrás de cada paso que he dado en mi formación como profesional. Gracias por enseñarme el valor de la perseverancia y la resiliencia, por creer en mí incluso en los momentos más complicados y por ser ejemplos de superación que me inspiran a ser mejor persona cada día.

A mis amigos, con los que la vida me ha premiado y que representan un pilar muy importante en mi vida. Gracias por recordarme quién soy fuera de las responsabilidades académicas, y, al mismo tiempo por compartir la presión de las entregas, los debates y las largas jornadas de estudio. Gracias a todos por el apoyo mutuo, por los consejos, por motivarme y por retarme constantemente a ser una mejor versión de mí mismo, tanto en el plano personal como en el profesional.

Y, de manera especial, a mi hijo, la razón por la cual el esfuerzo toma sentido y mi motivación más grande. El motor que desde hace ya casi 6 años me ha impulsado y llenado de fuerza para superar cualquier obstáculo con la convicción de que rendirse no es una opción y guiando cada una de mis decisiones. Tu presencia le da un significado trascendental a cada esfuerzo y meta alcanzada, es por eso que todo lo que soy y todo lo que aspiro a ser, es por y para ti.

Agradecimientos

Toda mi gratitud hacia la Universidad Pontificia Bolivariana, institución que me ha cobijado y ha sido mi centro de formación desde mis años escolares en el colegio de la UPB. Gracias por ser el escenario de mi crecimiento integral, por inculcarme valores humanos y por brindarme las herramientas académicas, metodológicas y profesionales que han hecho posible el desarrollo de este trabajo de grado y de todo mi proceso de formación como profesional y como ser humano.

A la docente Liliana Lotero Álvarez, coordinadora de investigaciones de la escuela. Agradezco su guía, su paciencia y su invaluable acompañamiento que orientó cada etapa de la construcción de este proyecto de investigación. Gracias por su exigencia, por creer en mis capacidades y por compartir su conocimiento conmigo.

A los demás docentes de la facultad, quienes a lo largo de estos años de carrera compartieron su experiencia y conocimiento con dedicación y entrega. Es gracias a su orientación, a cada clase, debate y corrección que me he desarrollado como un profesional analítico, crítico y con visión estratégica.

A la comunidad académica y a los autores previos, cuyas investigaciones, teorías y publicaciones sirvieron de materia prima fundamental para este proyecto. Sus valiosas contribuciones constituyeron la base conceptual y el soporte científico necesario para dar solidez y validez a los hallazgos aquí presentados.

Finalmente, a mi familia y amigos, por ser el soporte emocional indispensable durante todo este proceso. Gracias por su compañía constante y por brindarme el apoyo necesario para llegar con firmeza a la meta, haciendo este camino mucho más llevadero.

Tabla de contenido

Resumen	9
Abstract	10
Introducción	11
1 Marco teórico	12
1.1 Economía circular	12
1.2 Producción sostenible.....	13
1.3 Estrategias gerenciales	14
1.3.1 Lean manufacturing	14
1.3.2 Logística inversa	16
2 Metodología	18
2.1 Enfoque	18
2.2 Diseño.....	18
2.3 Alcance.....	18
2.4 Fuentes	19
2.5 Técnicas e instrumentos	19
3 Resultados	20
3.1 Estrategias empresariales de economía circular en el sector moda y confección en Medellín	20
3.2 Estrategias empresariales actuales asociadas a economía circular en las empresas del sector	20
3.3 Análisis de la presencia o ausencia de estrategias empresariales de logística inversa implementadas de forma formal o informal dentro de las organizaciones del sector	23
3.4 Análisis de la presencia o ausencia de estrategias empresariales de lean manufacturing implementadas de forma formal o informal dentro de las organizaciones del sector	25
3.5 Relación entre las estrategias empresariales identificadas y el grado en que las empresas las integran en sus procesos productivos, la gestión organizacional y la toma de decisiones.....	26

3.6	Análisis de barreras organizacionales, culturales, económicas y operativas que limitan la adopción de estrategias empresariales circulares	28
3.7	Lean manufacturing y logística inversa como estrategias para la optimización de procesos y la reducción del impacto ambiental.....	30
3.8	Influencia de estrategias de lean manufacturing en la optimización de recursos, la reducción de desperdicios y la eficiencia productiva.....	31
3.9	Influencia de estrategias de logística inversa en la reincorporación de residuos a la cadena productiva y la disminución del impacto ambiental.....	33
3.10	Identificar oportunidades de mejora en los procesos de las organizaciones en términos de lean manufacturing y logística inversa.....	34
3.11	Efectos económicos, ambientales y sociales de las estrategias empresariales sostenibles.	36
3.12	Análisis de los efectos económicos	37
3.13	Análisis de los efectos ambientales	37
3.14	Análisis de los efectos sociales	38
3.15	Retos y riesgos.	40
3.15.1	Retos estructurales para la consolidación de estrategias empresariales de lean manufacturing y logística inversa.	40
3.15.2	Riesgos asociados a la no implementación de estrategias empresariales sostenibles..	41
4	Discusión	43
4.1	Aspectos relevantes	43
4.2	Revisión de la literatura.....	44
5	Conclusiones	46
6	Recomendaciones.....	47
7	Referencias	48

Lista de tablas

Tabla 1 Diseño metodológico.	18
Tabla 2 Estrategias empresariales actuales asociadas a economía circular en las empresas del sector	22
Tabla 3 estrategias empresariales de logística inversa implementadas de manera formal o informal dentro de las organizaciones del sector	24
Tabla 4 estrategias empresariales de lean manufacturing implementadas de manera formal o informal dentro de las organizaciones del sector	26
Tabla 5 Estrategias de lean manufacturing en la optimización de recursos, la reducción de desperdicios y la eficiencia productiva	32
Tabla 6 Efectos de las estrategias empresariales sostenibles	39

Lista de figuras

Figura 1 Principales barreras que limitan la adopción de estrategias empresariales circulares30

Figura 2 Oportunidades de mejora en términos de lean manufacturing y logística inversa36

Resumen

El presente proyecto de investigación tuvo como objetivo general analizar cómo las estrategias empresariales lean manufacturing y logística inversa pueden mejorar la optimización de procesos y la reducción del impacto ambiental en las empresas del sector de la moda y confección de la ciudad de Medellín en el año 2026. La metodología se desarrolló bajo un enfoque cualitativo con un diseño de investigación-acción y un alcance descriptivo-explicativo.

Los resultados principales revelaron que, aunque la industria posee una capacidad técnica para aprovechar el 100% de los residuos de corte, existe una brecha crítica de formalización; las prácticas de circularidad son mayoritariamente reactivas e informales, centrándose en el aprovechamiento de retales (infra-reciclaje) y dejando vacíos estructurales en la recuperación post-consumo. Se identificó que el Lean Manufacturing puede ser un soporte indispensable para la sostenibilidad, logrando reducciones significativas en el impacto ambiental por vertimientos y optimizando el consumo energético, siempre que se alcance la normalización operativa. Como conclusión, se estableció que la competitividad del sector de la moda y confección de la ciudad de Medellín en 2026 depende de la superación de barreras culturales y tecnológicas mediante la digitalización de la cadena de suministro y el ecodiseño.

Palabras clave: logística inversa, lean manufacturing, producción sostenible, sector moda y confección en Medellín.

Abstract

The general objective of this research project was to analyze how lean manufacturing and reverse logistics business strategies can improve process optimization and environmental impact reduction in companies within the fashion and clothing sector in the city of Medellín in the year 2026. The methodology was developed under a qualitative approach with an action-research design and a descriptive-explanatory scope.

The main results revealed that, although the industry possesses the technical capacity to utilize 100% of cutting waste, a critical formalization gap exists; circularity practices are mostly reactive and informal, focusing on the utilization of fabric scraps (downcycling) and leaving structural gaps in post-consumer recovery. It was identified that Lean Manufacturing can be an indispensable support for sustainability, achieving significant reductions in the environmental impact caused by wastewater discharges and optimizing energy consumption, provided that operational standardization is achieved.

In conclusion, it was established that the competitiveness of the fashion and clothing sector in the city of Medellín in 2026 depends on overcoming cultural and technological barriers through the digitalization of the supply chain and eco-design.

Keywords: reverse logistics, lean manufacturing, sustainable production, fashion and clothing sector in Medellín.

Introducción

La industria de la moda y confección en Medellín atraviesa un momento de transformación en el que la eficiencia operativa y la responsabilidad ecológica han dejado de ser opciones para convertirse en imperativos de supervivencia competitiva. En el contexto actual, el sector enfrenta una crisis global de sostenibilidad, representada por la generación anual de aproximadamente 92 millones de toneladas de residuos textiles que, en su mayoría, no son reincorporados a la cadena productiva (Pacto Global Red Colombia, 2025). Esto evidencia una gestión lineal y reactiva que limita las posibilidades de circularidad (Vélez Castañeda et al., 2019). Esta problemática se ve agravada por una reciente caída en las exportaciones del sector, lo que refleja una pérdida de terreno en mercados internacionales que exigen, cada vez más, prácticas responsables y sostenibles para mantener la relevancia competitiva (Semana, 2025).

Ante este panorama de productividad lineal estancada, altos desperdicios y falta de implementación de estrategias empresariales sostenibles, el presente proyecto se centra en analizar cómo las estrategias de Lean Manufacturing y Logística Inversa pueden actuar como variables críticas para la optimización de procesos y la reducción del impacto ambiental con una perspectiva al año 2026. La importancia de este estudio radica en examinar cómo las metodologías de Lean Manufacturing permiten identificar y eliminar desperdicios desde el origen, optimizar procesos productivos y brindar viabilidad económica para la aplicación de prácticas sostenibles. De igual manera, se analiza cómo la Logística Inversa facilita la recuperación de materiales para su re inserción en el ciclo productivo, reaprovechando materias primas y gestionando el final de la vida útil de los productos de forma responsable.

Al abordar esta investigación, se justifica la necesidad de identificar las barreras técnicas, la resistencia al cambio y la falta de incentivos económicos que frenan la transición hacia una producción sostenible, considerando que el desconocimiento sobre las ventajas de estas prácticas mantiene a las empresas atrapadas en estructuras tradicionales e ineficientes. Por lo tanto, este trabajo se desarrolla con el propósito de cumplir el objetivo general de analizar cómo las estrategias empresariales de Lean Manufacturing y Logística Inversa pueden mejorar la optimización de procesos y la reducción del impacto ambiental en las empresas del sector de la moda y confección de la ciudad de Medellín para el año 2026. Se profundiza en el análisis de los diferentes efectos de estas estrategias, así como en los retos, barreras y riesgos a los que se enfrentan las compañías del

sector, exponiendo conclusiones y recomendaciones que permitan dimensionar el valor del Lean Manufacturing y la Logística Inversa como actores de transformación y competitividad ante las exigencias del mercado y el medio ambiente. Finalmente, se articulan los hallazgos técnicos con una visión integral que permite comprender cómo la eficiencia operativa y la circularidad de los materiales se convierten en la única vía para mitigar riesgos ambientales y garantizar la sostenibilidad a largo plazo.

1 Marco teórico

1.1 Economía circular

La economía circular se define como un modelo de producción y consumo que busca romper con el paradigma lineal tradicional de extraer, fabricar, usar y tirar, proponiendo en su lugar un sistema regenerativo que mantiene el valor de los productos, materiales y recursos en la economía durante el mayor tiempo posible. Según Segura Osuna y Rodríguez Miranda (2025), este modelo permite reducir drásticamente la cantidad de desechos que terminan en rellenos sanitarios, transformando lo que anteriormente se consideraba residuo en agentes productivos o materias primas secundarias. Para el sector de la moda en Medellín, este concepto es fundamental, ya que implica una reestructuración de la cadena de valor para mitigar los efectos contaminantes de los procesos industriales.

En el contexto de la industria textil y de confección, la implementación de la economía circular enfrenta retos y oportunidades significativas. De acuerdo con la investigación de *Implementing Circular Economy in the Textile and Clothing Industry (2025)*, las acciones de la economía circular se dividen en cinco campos principales: tomar, fabricar, distribuir, usar y recuperar. El estudio revela que existe una correlación directa entre estas acciones y el desempeño de la sostenibilidad en sus dimensiones económica, ambiental y social. No obstante, la transición hacia este modelo se ve obstaculizada por la falta de recursos financieros y tecnológicos, así como por la reticencia de la gerencia y la indiferencia del usuario final frente a la sostenibilidad. Para que las empresas de confección logren una circularidad efectiva, se requiere un enfoque holístico que

combine esfuerzos colectivos de la industria, incentivos gubernamentales y una mayor conciencia del consumidor.

A nivel nacional, el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE, 2023) subraya que la economía circular en Colombia es un pilar estratégico para la competitividad del país. Los reportes estadísticos indican que la gestión de flujos de materiales, como la madera y los textiles, debe ser monitoreada bajo sistemas de contabilidad ambiental y económica que permitan identificar los puntos de mayor desperdicio. Para el sector de la moda en 2026, la circularidad no solo se limita al reciclaje, sino que abarca la ecoinnovación en el diseño de prendas que permitan una recuperación más sencilla de sus fibras al final de su vida útil.

Asimismo, en regiones tropicales y economías en desarrollo, la economía circular se presenta como una oportunidad para integrar actividades artesanales y turísticas con la gestión de residuos inorgánicos (Segura Osuna & Rodríguez Miranda, 2025). Esto sugiere que las empresas en Medellín pueden encontrar en la circularidad una vía para la diferenciación mediante el uso de insumos reciclados y la creación de modelos de negocio basados en servicios, como la reparación o el alquiler de prendas, en lugar de la venta masiva de productos de ciclo corto. En conclusión, la economía circular constituye el cimiento teórico necesario para entender cómo la reducción del impacto ambiental en el sector de la moda depende de una visión sistémica donde la eficiencia en el uso de recursos sea la prioridad absoluta.

1.2 Producción sostenible

La producción sostenible se define como la integración de sistemas productivos que optimizan el uso de recursos naturales y minimizan la generación de residuos y emisiones contaminantes, garantizando la viabilidad económica y el bienestar social (Cano & Zuluaga-Mazo, 2019). En el ámbito de la confección en Medellín, esta categoría cobra relevancia ante la realidad de que la industria de la moda es considerada la segunda más contaminante a nivel global (Arteaga Rojas et al., 2023). Por ello, las empresas del sector se enfrentan a grandes retos productivos y estratégicos, resultando necesario que integren un enfoque de transición hacia procesos de fabricación que reduzcan significativamente su huella ecológica.

La magnitud del desafío ambiental en el contexto local se evidencia en la cuantificación de los factores contaminantes. Según el estudio de Arteaga Rojas et al. (2023), los impactos declarados

por las empresas textiles de Medellín se distribuyen principalmente en tres áreas críticas: el consumo de agua y su acidificación representa el 31.41% del impacto total, las emisiones de CO₂ alcanzan un 28.14%; y el uso de sustancias químicas nocivas, como tintas y disolventes, constituye un 23.14% de la carga contaminante. Estas cifras subrayan que la producción sostenible debe centrarse en tecnologías de ahorro hídrico y en la sustitución de insumos químicos por alternativas biodegradables para mitigar daños a la salud y al ecosistema.

Otro componente esencial es la gestión técnica de los materiales desechados. Investigaciones sobre el sector textil-confección en la ciudad de Medellín señalan que existe una deficiencia en el manejo de residuos sólidos, donde una proporción considerable de sobrantes de tela con alto potencial de aprovechamiento es dispuesta incorrectamente (Vélez Castañeda et al., 2019). La producción sostenible propone la implementación de sistemas de diagnóstico y aprovechamiento que permitan reintegrar estos materiales al ciclo productivo, evitando que aumenten la presión sobre los rellenos sanitarios de la región (Vélez Castañeda et al., 2019).

En conclusión, la producción sostenible en Medellín no es solo una respuesta a la normativa ambiental, sino una estrategia de optimización operativa. Como indican Cano y Zuluaga-Mazo (2019), el rediseño de los procesos de producción es una herramienta indispensable para enfrentar la competencia internacional y el contrabando, permitiendo que las organizaciones alcancen una eficiencia superior. Así, la sostenibilidad se convierte en un pilar de la gestión de operaciones que asegura que la creación de valor no se realice a expensas de la degradación de los recursos naturales del territorio (Arteaga Rojas et al., 2023).

1.3 Estrategias gerenciales

1.3.1 Lean manufacturing

El Lean Manufacturing, o manufactura esbelta, se fundamenta en una filosofía de gestión que busca la optimización de los sistemas de producción mediante la identificación y eliminación sistemática de los "desperdicios" (muda) que no agregan valor al cliente final (López Bello & Ospina Jiménez, 2021). En el contexto de las empresas de moda y confección en Medellín, esta estrategia es determinante para mejorar la competitividad ante la apertura de mercados. Según Arrieta Posada et al. (2010), la implementación de técnicas esbeltas en la ciudad ha sido más

dinámica en empresas con trayectoria exportadora o licenciatarias de marcas internacionales, quienes utilizan estos principios para responder con agilidad a las exigencias de calidad y tiempos de entrega globales.

Desde una perspectiva metodológica, el éxito de esta estrategia en el sector textil de Medellín depende de una estructura organizada. Cardona Rendón (2020) propone un modelo basado en ocho momentos críticos, que incluyen desde la selección y descripción del problema hasta la normalización y documentación de los procesos mejorados. Este enfoque estructurado permite que las empresas de confección no solo realicen mejoras aisladas, sino que adopten una cultura de mejora continua fundamentada en el ciclo PHVA (Planear, Hacer, Verificar y Actuar), garantizando que las optimizaciones en las líneas de producción sean sostenibles en el tiempo (Cardona Rendón, 2020).

La aplicación de herramientas específicas es lo que materializa la reducción del impacto ambiental y la eficiencia operativa. De acuerdo con López Bello y Ospina Jiménez (2021), herramientas como las "5S" (clasificación, orden, limpieza, estandarización y disciplina), el SMED (Single-Minute Exchange of Die) para cambios rápidos de referencia y el VSM (Value Stream Mapping) son esenciales para visualizar el flujo de materiales e información. En Medellín, el uso del VSM permite identificar cuellos de botella en procesos críticos como el corte y la costura, facilitando una reducción drástica en los tiempos de ciclo y en el inventario en proceso (Arrieta Posada et al., 2010).

Asimismo, el Lean Manufacturing impacta directamente en la sostenibilidad al reducir el consumo excesivo de recursos. Al optimizar los procesos, se disminuye la cantidad de materiales defectuosos y retales, lo que se traduce en una menor generación de residuos sólidos. Arrieta Posada et al. (2010) destacan que la aplicación de indicadores de gestión bajo esta filosofía permite a las gerencias de Medellín monitorear no solo la productividad, sino también la eficiencia en el uso de insumos, alineando los objetivos económicos con la responsabilidad ambiental.

Finalmente, es imperativo reconocer que el componente humano es el eje articulador de esta estrategia. López Bello y Ospina Jiménez (2021) subrayan que, sin el compromiso de la alta gerencia y la capacitación del personal operativo, las herramientas técnicas pierden efectividad. Para el año 2026, las empresas de confección en Medellín que logren integrar la manufactura esbelta como una capacidad organizacional estratégica estarán mejor posicionadas para absorber

las fluctuaciones del mercado, reduciendo sus costos operativos y minimizando su huella ambiental mediante procesos intrínsecamente eficientes (Cardona Rendón, 2020).

1.3.2 Logística inversa

La logística inversa se define como el proceso de planificación, implantación y control eficiente del flujo de materias primas, inventarios en curso y productos terminados, desde el punto de consumo hasta el punto de origen o de recuperación, con el objetivo de recuperar su valor o asegurar su correcta eliminación (Aguirre González, 2024). En el sector textil y de moda de Medellín, esta estrategia ha dejado de ser una actividad operativa para convertirse en una práctica sostenible fundamental. Según Cifuentes Trujillo (2024), la logística inversa permite a las empresas gestionar eficazmente las devoluciones de los clientes y mitigar los problemas medioambientales derivados del exceso de residuos textiles, los cuales suelen terminar en rellenos sanitarios.

La implementación de este modelo en Colombia se ve impulsada por diversos factores o drivers. Aguirre González (2024) identifica que la presión institucional y la responsabilidad social corporativa son motivadores clave que llevan a las empresas de confección a adoptar sistemas de logística inversa. Al integrar estos procesos, las organizaciones no solo cumplen con normativas ambientales, sino que también optimizan sus costos mediante la recuperación de insumos y el aprovechamiento de textiles post-industriales y post-consumo, lo cual es esencial para la competitividad del sector en 2026 (Aguirre González, 2024).

En la ciudad de Medellín, la logística inversa está evolucionando hacia una sistematización digital que facilita la economía circular. Nieto Cortes (2025) propone que el uso de tecnologías disruptivas como el Blockchain y la Inteligencia Artificial es determinante para conectar a los diversos actores de la cadena: fabricantes, minoristas, recicladores y consumidores. Este enfoque tecnológico permite una trazabilidad completa de los residuos textiles, optimizando las rutas de recolección y garantizando que los materiales recuperados sean reintegrados efectivamente en nuevos ciclos productivos o procesos de supra-reciclaje (Nieto Cortes, 2025).

Desde el punto de vista operativo, la logística inversa enfrenta el reto de gestionar las devoluciones en el comercio electrónico, un canal en crecimiento para las marcas de Medellín. Cifuentes Trujillo (2024) señala que una gestión inadecuada de estas devoluciones incrementa los costos logísticos y el impacto ambiental por el transporte adicional. Por tanto, la logística inversa

actúa como una alternativa de solución que equilibra la satisfacción del cliente con la eficiencia de recursos, permitiendo que la industria textil de la región transite hacia un modelo donde el residuo sea visto como una materia prima potencial (Cifuentes Trujillo, 2024).

Por consiguiente, es posible concluir que la logística inversa representa el cierre del ciclo en las estrategias gerenciales sostenibles. La integración con el Lean Manufacturing permitirá que las empresas de confección de Medellín no solo produzcan de manera eficiente, sino que también gestionen el final de la vida útil de sus productos de forma responsable. Al sistematizar estos flujos, el sector fortalece su compromiso con la sostenibilidad ambiental y la rentabilidad a largo plazo, consolidando a Medellín como un referente regional en moda circular (Nieto Cortes, 2025; Aguirre González, 2024).

2 Metodología

2.1 Enfoque

Con el fin de analizar cómo las estrategias empresariales lean manufacturing y logística inversa pueden mejorar la optimización de procesos y la reducción del impacto ambiental en las empresas del sector de la moda y confección de la ciudad de Medellín en el año 2026, el presente trabajo investigativo tuvo un enfoque cualitativo. Entendiendo que, tal y como plantean López Bello y Ospina Jiménez (2021, traducción propia.) el Lean Manufacturing involucra no solo aspectos técnicos, sino también factores humanos, trabajo en equipo y aprendizaje continuo. De esta manera y con miras a explorar y clarificar la correlación que existe entre la implementación de estrategias empresariales circulares y el impacto que tienen en los procesos y operaciones de las empresas, resultó necesario mantener un enfoque cualitativo que considere el contexto específico en el que se desarrollan las organizaciones del sector objetivo.

2.2 Diseño

Tabla 1 Diseño metodológico.

Pregunta de investigación	Diseño (Enfoque cualitativo.)	Información que proporciona.
¿Cómo las estrategias empresariales lean manufacturing y logística inversa pueden mejorar la optimización de procesos y la reducción del impacto ambiental en las empresas del sector de la moda y confección de la ciudad de Medellín en el año 2026?	Investigación-acción.	Esta forma de abordaje de la pregunta de investigación, permite comprender la realidad empresarial de las organizaciones del sector, encontrar problemas, analizar resultados de la implementación previa de estrategias circulares y proponer posibles alternativas de implementación de metodologías lean y logística inversa.

2.3 Alcance

Al buscar no sólo describir la situación actual del problema en el sector de la moda y confecciones en la ciudad de Medellín, sino también, conocer y comprender la relación causal entre

las estrategias empresariales de lean manufacturing y logística inversa, y la reducción del impacto ambiental y la optimización de procesos, el alcance que se empleó para este trabajo investigativo es de carácter explicativo y descriptivo. Analizando las causas del problema, la relación entre las categorías y la incidencia e impacto que tienen.

2.4 Fuentes

En cuanto a fuentes de información, se utilizaron fuentes secundarias, las cuales fueron de gran utilidad para la aplicación del diseño metodológico de este trabajo investigativo, ya que permitieron contextualizar y sustentar teóricamente el objeto de estudio. Se utilizaron datos oficiales, información del sector y literatura existente para construir un contexto y panorama claro, definido y comparable con los hallazgos encontrados en esta investigación.

2.5 Técnicas e instrumentos

Para la recopilación de datos e información relevante y significativa, que aporten a la solución de la pregunta de investigación y a alcanzar los objetivos planteados, se utilizaron diferentes técnicas, herramientas e instrumentos de investigación cualitativa:

- Revisión documental: Información escrita en documentos, investigaciones, trabajos e informes del sector objetivo, con el fin de recopilar datos más específicos y detallados.
- Informes institucionales y/o gubernamentales: Publicaciones de ministerios, cámara de comercio, ONU, etc. Se utilizaron para comprender el contexto político, cultural y económico local.
- Material audiovisual: Podcasts, conferencias, documentales y entrevistas grabadas, que proporcionó información relevante sobre el objeto de estudio.

3 Resultados

3.1 Estrategias empresariales de economía circular en el sector moda y confección en Medellín

La industria de la moda y confección en Medellín representa el núcleo histórico del desarrollo industrial de la región, consolidando a la ciudad como el centro textil de referencia en Colombia. Para el año 2026, este sector enfrenta retos críticos derivados de la contaminación ambiental, la escasez de recursos y la presión internacional por reducir la huella de carbono. En este escenario, la relación entre el sector y la economía circular ha dejado de ser una opción de responsabilidad social para convertirse en un requisito estratégico de supervivencia y competitividad. La economía circular se define como un modelo de producción y consumo que busca romper con el paradigma lineal tradicional de extraer, fabricar, usar y tirar, proponiendo en su lugar un sistema regenerativo que mantiene el valor de los productos y materiales el mayor tiempo posible (Segura Osuna & Rodríguez Miranda, 2025).

Arrieta Posada et al. (2010) evidencian que las empresas del sector confección en Medellín presentan deficiencias en la medición del desempeño y en la implementación de prácticas de lean manufacturing. De esta manera, se evidencia que las empresas en Medellín se encuentran en una etapa de transición a la circularidad, condicionada y frenada por su infraestructura técnica y por la inercia de procesos tradicionales y una cultura organizacional arraigada en la eficiencia de corto plazo. En este sentido, Cardona Rendón (2020) destaca la importancia de la normalización y documentación de procesos dentro del “Momento 8” de la Gestión de Calidad Total, como mecanismo para garantizar la continuidad de las mejoras implementadas (p. 158).

El análisis que se presenta a continuación disecciona la efectividad de estas prácticas, fundamentándose en diagnósticos técnicos que muestran tanto los avances significativos en el aprovechamiento de residuos sólidos como las profundas brechas en la gestión de vertimientos químicos y la eficiencia productiva global.

3.2 Estrategias empresariales actuales asociadas a economía circular en las empresas del sector

Para comprender el alcance de estas acciones, es imperativo precisar el concepto de estrategias empresariales orientadas a la economía circular. Según la investigación de “Implementing Circular Economy in the TC Industry” (2025), estas estrategias se estructuran operacionalmente en cinco campos de acción interconectados: tomar, fabricar, distribuir, usar y recuperar. Lo que se encuentre en la ciudad de Medellín es que el concepto de estrategia ha evolucionado hacia un modelo de ecoinnovación de activos, donde la circularidad se entiende como la capacidad de las organizaciones para optimizar el flujo de materiales y reducir el desperdicio desde la fuente. Cano y Zuluaga-Mazo (2019) argumentan que una “estrategia gerencial circular efectiva debe enfocarse en la gestión de inventarios y la eliminación de la sobreproducción”, factores que en el contexto empresarial colombiano han sido históricamente los mayores generadores de ineficiencia y pérdida de valor. Por tanto, para las áreas estratégicas de las empresas locales, la estrategia circular no solo se traduce a un impacto ambiental, sino que puede ser una herramienta de optimización financiera que protege a la organización frente a la volatilidad de los precios de las materias primas vírgenes, permitiendo que el residuo sea reincorporado como un activo productivo.

Al realizar la identificación de las estrategias empresariales actuales asociadas a la economía circular en Medellín, a partir de la revisión documental e informes institucionales de fuentes de entidades públicas oficiales, los resultados muestran que la práctica más consolidada es la recuperación de residuos post-industriales. El diagnóstico técnico realizado por Vélez Castañeda et al. (2019) revela una cifra contundente: el 100% de los residuos generados en el área de corte (retales de tela) posee un potencial teórico de aprovechamiento.

Sin embargo, al interpretar estos resultados operativos, se observa una brecha de eficiencia crítica; aunque el potencial es total, la reincorporación técnica, es decir, volver a convertir el retal en hilo de alta calidad es mínima en las pequeñas y medianas empresas. La mayoría de las organizaciones aplican una estrategia de infra-reciclaje, donde los sobrantes textiles se destinan a la fabricación de productos de menor valor, como estopas, rellenos de muebles o geotextiles. Esta estrategia, si bien evita que el material llegue inmediatamente al relleno sanitario, representa una pérdida de valor económico, ya que el retal es material textil pagado que no generó valor en la prenda final.

Una segunda estrategia identificada corresponde a la mitigación de factores contaminantes en la fase de fabricación. Los documentos de Arteaga Rojas et al. (2023) señalan que el consumo de agua, la carga química de tintas y la acidificación hídrica representan el 31.41% del impacto ambiental declarado por las empresas textiles de Medellín. Frente a esto, las organizaciones están implementando estrategias de modernización de plantas de tratamiento y la adopción de colorantes con certificaciones internacionales. No obstante, al interpretar estos resultados, se observa que estas acciones son mayoritariamente correctivas y más que una decisión estratégica consciente para favorecer los procesos de la organización, son acciones aisladas que buscan remediar o rectificar malas prácticas operativas. Las empresas están tratando el agua contaminada en lugar de rediseñar el proceso productivo para no contaminarla en origen, lo que demuestra que la economía circular en su etapa de concepción y diseño preventivo sigue siendo una meta pendiente para el grueso del sector en la ciudad.

En tercer lugar, la evidencia del Séptimo Reporte de Economía Circular del DANE (2023) muestra que el sector textil en Antioquia ha adoptado estrategias de eficiencia energética, logrando una reducción del 28.14% en emisiones de CO₂ mediante la migración tecnológica de calderas de carbón hacia gas natural y biomasa. La interpretación de este dato sugiere que la circularidad energética está avanzando con mayor fuerza que la circularidad de materiales, probablemente debido a que el ahorro en costos de energía tiene un retorno de inversión más fácilmente calculable para las juntas directivas de las compañías que el rediseño de una prenda para que sea 100% reciclable. Estas cifras confirman que la identificación de estrategias en Medellín es clara, pero su aplicación es selectiva, priorizando aquellas que generan ahorros operativos directos y evidenciables de manera inmediata. A continuación, en la tabla 2 se presentan estrategias empresariales actuales asociadas a economía circular en las empresas del sector:

Tabla 2 Estrategias empresariales actuales asociadas a economía circular en las empresas del sector

Estrategia	Evidencia	Implementación	Empresas	Limitaciones
Recuperación de residuos post-industriales	100% potencial de aprovechamiento en retales de corte.	Consolidada como la práctica más común, se basa en la	Enka de Colombia (2024): Transformación	Infra-reciclaje. El material se degrada a productos de menor

	Vélez Castañeda et al. (2019).	recolección de sobrantes textiles.	de PET en hilos EKO. Limpia tu Closet (2024): Logística inversa social.	valor en lugar de retornar a hilos de alta calidad.
Mitigación de factores contaminantes en la fase de fabricación.	Consumo de agua, carga química de tintas y acidificación hídrica representan el 31.41% del impacto ambiental. Arteaga Rojas et al. (2023).	Plantas de tratamiento y uso de tintas con certificación internacional.	Fabricato (2023): Planta de tratamiento con recirculación de agua. Lafayette (2024): Estampación digital con ahorro del 96% de agua.	Las empresas tratan el agua al final del proceso en lugar de rediseñar la producción para evitar la contaminación en origen.
Eficiencia energética.	Reducción del 28.14% en emisiones de CO2. DANE (2023).	Migración tecnológica de calderas de carbón hacia gas natural y biomasa.	OFFCORSS (2023): Instalación de 374 paneles solares en su centro de distribución.	Se priorizan aquellas que generan ahorros operativos directos y evidenciables de manera inmediata.

3.3 Análisis de la presencia o ausencia de estrategias empresariales de logística inversa implementadas de forma formal o informal dentro de las organizaciones del sector

Al pasar al análisis de la presencia o ausencia de estrategias empresariales de logística inversa implementadas de forma formal o informal, los hallazgos revelan una dualidad crítica que frena el potencial circular del sector. Se identifica una presencia formal de logística inversa orientada exclusivamente a la gestión de devoluciones comerciales y garantías. Aguirre González (2024) plantea que la logística inversa en el sector textil se orienta principalmente hacia la recuperación de valor económico de los productos devueltos y su reincorporación al inventario comercial. Sin embargo, en términos de sostenibilidad y cierre de ciclo, se identifica una ausencia

estructural de sistemas formales para la recolección masiva de textiles post-consumo. A partir de los hallazgos presentados por Cifuentes Trujillo (2024), se interpreta que la logística inversa formal en Medellín continúa enfocándose principalmente en la gestión y transporte de mercancías no vendidas, más que en la recuperación del valor material de los productos al final de su ciclo de vida.

Por el contrario, existe una presencia informal muy activa de logística inversa que se manifiesta en los clústeres textiles de la ciudad como Itagüí o Guayabal. En este nivel, los residuos textiles fluyen a través de redes no documentadas de recolectores independientes que operan sin registros de trazabilidad. Nieto Cortes (2025) interpreta esta informalidad como la principal barrera para la sistematización digital de la economía circular. La falta de un modelo digital sistematizado (como el uso de Blockchain o IA) que conecte a los generadores de residuos con los recolectores y transformadores independientes impide que la recuperación de textiles sea una práctica extendida y rentable. Se interpreta, por tanto, que la logística inversa en Medellín opera más como un mecanismo de remoción de desechos y una práctica de recolección de productos defectuosos que como una estrategia gerencial para la optimización de procesos, el aprovisionamiento sostenible de materias primas y la eficiencia operativa. En la siguiente tabla se presentan las estrategias empresariales de logística inversa que las organizaciones del sector de la moda y confecciones implementan de manera formal e informal dentro de sus procesos productivos:

Tabla 3 estrategias empresariales de logística inversa implementadas de manera formal o informal dentro de las organizaciones del sector

Estrategia empresariales de logística inversa.	Presencia	Aplicación	Limitaciones
Gestión de devoluciones comerciales y garantías.	Formal	Recuperar el valor de la prenda no conforme y reintegrarla rápidamente al inventario para su venta.	Actúa como una consecuencia de la insatisfacción del cliente y no como una estrategia circular planificada e integrada.
Recolección post-consumo.	Ausencia.	Se identifica una ausencia estructural de sistemas formales	Se aplica como un proceso de transporte de mercancía no

		para la recolección masiva de textiles post-consumo.	vendida, y no un proceso de recuperación de valor material al final de la vida útil.
Recuperación en clústeres textiles. (Itagüí/Guayabal)	Informal.	Los residuos textiles fluyen a través de redes no documentadas de recolectores independientes que operan sin registros.	La ausencia de modelos de trazabilidad (Blockchain o IA) impide que esta práctica sea sistémica y rentable.

3.4 Análisis de la presencia o ausencia de estrategias empresariales de lean manufacturing implementadas de forma formal o informal dentro de las organizaciones del sector

El análisis de la presencia o ausencia de estrategias empresariales de lean manufacturing arroja resultados similares de desigualdad operativa. La evidencia documental revela que la manufactura esbelta es el soporte operativo indispensable de la economía circular; sin procesos esbeltos, la economía circular se limita a reciclar ineficiencias. Al interpretar el benchmarking de Arrieta Posada et al. (2010), se encuentra una presencia formal consolidada únicamente en empresas exportadoras o licenciatarias de marcas internacionales, quienes aplican herramientas como las 5S y el Value Stream Mapping (VSM) para eliminar los desperdicios de material y tiempo. En estas organizaciones, el Lean manufacturing permite una reducción del impacto ambiental al minimizar los defectos de calidad y optimizar el uso de insumos químicos por prenda producida.

No obstante, en el grueso de las pequeñas y medianas empresas de la confección en Medellín, se identifica una ausencia notable de metodologías estandarizadas. Se identifican prácticas de orden aisladas que no logran la normalización necesaria para sostener la mejora continua. López Bello y Ospina Jiménez (2021) subrayan que el éxito del Lean manufacturing en Colombia depende de la cultura organizacional; en Medellín, existe una cultura de la remediación más que de la prevención. Esta falta de normalización e integración operativa es la principal carencia en las organizaciones locales, lo que impide sostener las mejoras operativas a largo plazo y hace que cualquier iniciativa de sostenibilidad ambiental sea costosa e ineficiente debido a la baja productividad de base. A continuación, se presenta en la tabla 4 las estrategias empresariales de

lean manufacturing que las organizaciones del sector de la moda y confecciones implementan de manera formal e informal dentro de sus procesos productivos:

Tabla 4 estrategias empresariales de lean manufacturing implementadas de manera formal o informal dentro de las organizaciones del sector

Estrategias de lean manufacturing.	Presencia	Aplicación	Empresas	Limitaciones
Lean manufacturing (5S y VSM)	Formal.	Eliminación sistemática de desperdicios y optimización de insumos químicos por prenda.	Empresas exportadoras o licenciatarias de marcas internacionales.	Requiere una capacidad instalada y financiera que no es común en el resto del sector.
Prácticas de orden aisladas	Informal.	Acciones de limpieza y orden que no logran la normalización técnica necesaria.	Pequeñas y medianas empresas de la confección en Medellín.	Se prioriza solucionar problemas del día a día sobre la prevención sistémica.

3.5 Relación entre las estrategias empresariales identificadas y el grado en que las empresas las integran en sus procesos productivos, la gestión organizacional y la toma de decisiones

Al analizar la relación entre las estrategias identificadas y el grado en que las empresas las integran en sus procesos productivos, su gestión organizacional y la toma de decisiones, la revisión documental evidencia una correlación directa entre el nivel de formalización operativa y la profundidad de las prácticas de sostenibilidad implementadas en el sector moda y confección de Medellín. Las organizaciones que incorporan herramientas de lean manufacturing, sistemas de logística inversa y mecanismos de trazabilidad ambiental dentro de su estructura organizacional presentan una mayor capacidad para integrar estrategias ambientales en la planeación estratégica y en la gestión de sus procesos productivos; mientras que, en organizaciones con un menor nivel de formalización, la producción sostenible continúa tratándose como una actividad complementaria y no como un aspecto estratégico del modelo productivo.

En relación con los procesos de lean manufacturing, Arrieta Posada et al. (2010) señalan que en cuanto a la evaluación de prácticas de lean manufacturing el “50% de las empresas se encuentran por debajo del nivel mínimo esperado” (p. 116). Este hallazgo evidencia que gran parte de las empresas del sector aún presentan dificultades para consolidar sistemas de mejora continua y control operativo, situación que limita la integración efectiva de estrategias empresariales sostenibles dentro de los procesos productivos. A partir de ello, es posible interpretar que la ausencia de indicadores y sistemas de seguimiento dificulta que las decisiones gerenciales incorporen variables sostenibles y de circularidad de forma permanente e integrada.

En el ámbito de la gestión organizacional, Cardona Rendón (2020) plantea que uno de los componentes fundamentales de la gestión de calidad total corresponde a “Normalizar y documentar” (p. 158). Este planteamiento permite comprender que la sostenibilidad y la economía circular requieren procesos estandarizados y mecanismos formales de documentación para garantizar que exista continuidad operativa y seguimiento dentro de la organización. De igual manera, se resalta la necesidad de consolidar procesos organizacionales permanentes y no únicamente prácticas aisladas que no logran tener un impacto significativo.

De manera similar, la revisión documental muestra que muchas de las estrategias de logística inversa identificadas, se implementan de manera parcial por las organizaciones del sector. Cano y Zuluaga-Mazo (2019) enfatizan que la desconexión entre las áreas estratégicas y la realidad operativa de las plantas productivas impide que la circularidad se consolide como una ventaja competitiva dentro del sector textil. Como consecuencia, gran parte de las decisiones organizacionales continúan priorizando la reducción inmediata de costos y el cumplimiento operativo de corto plazo sobre la transformación estructural de los modelos productivos.

A nivel tecnológico, la revisión documental muestra que la digitalización y la trazabilidad representan factores importantes para fortalecer la integración de la economía circular y la producción sostenible dentro de la gestión empresarial. Iniciativas como la de Nieto Cortes (2025) que propone un sistema digital colaborativo que “conecta a todos los actores clave recicladores, fabricantes y consumidores y cuenta con un módulo de trazabilidad (Blockchain)” (p. 39). Demuestra que la incorporación de herramientas digitales es una necesidad real identificada para contribuir a la gestión empresarial, productiva y ambiental dentro de procesos de las organizaciones.

No obstante, Nieto Cortes (2025) reconoce que la implementación del sistema “requiere inversión y acuerdos con marcas, recicladores y centros de acopio” (p. 43). Esto permite concluir que la consolidación de modelos circulares tecnificados y digitalizados depende también de la articulación entre actores de la cadena de suministro y de la capacidad organizacional para sostener estos procesos.

En consecuencia, se concluye que el grado de integración de estrategias empresariales de lean manufacturing y logística inversa dentro de las empresas del sector depende principalmente de la capacidad de las organizaciones para incorporar mecanismos permanentes de medición, documentación, trazabilidad y control dentro de sus procesos productivos y de gestión. Las empresas que logran formalizar estas prácticas presentan mayores posibilidades de transformar la sostenibilidad en un componente estratégico, una ventaja competitiva y un aspecto operativo fundamental de su modelo empresarial.

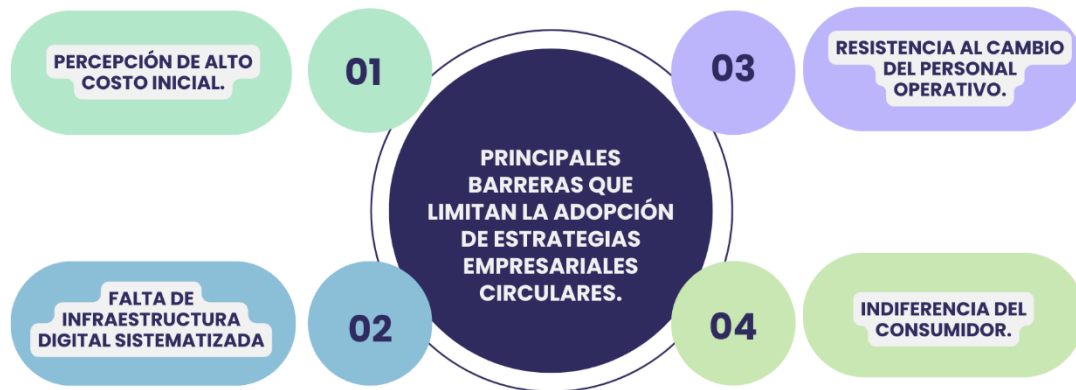
3.6 Análisis de barreras organizacionales, culturales, económicas y operativas que limitan la adopción de estrategias empresariales circulares

El contexto en el cual se desarrollan las empresas del sector en la ciudad de Medellín está condicionado por barreras organizacionales, culturales, económicas y operativas que limitan la adopción de estrategias empresariales circulares. A partir del análisis documental, se identifica que una de las principales barreras económicas corresponde a la percepción de los altos costos iniciales asociados a las tecnologías de reciclaje textil de alta calidad (Implementing Circular Economy, 2025). Operativamente, la falta de una infraestructura digital sistematizada para el rastreo y trazabilidad de residuos limita la eficiencia y rentabilidad de los procesos de recuperación textil (Nieto Cortes, 2025). Desde la perspectiva cultural, la barrera más crítica corresponde a la resistencia al cambio del personal operativo y a la falta de conocimiento técnico especializado en los niveles de gerencia media. Asimismo, Aguirre González (2024) identifica la indiferencia del consumidor como un factor externo que desmotiva la inversión en sistemas de logística inversa, favoreciendo la permanencia de modelos lineales de producción y respuesta rápida que requieren menores niveles de inversión inicial en infraestructura de retorno y rediseño.

El análisis de los resultados revela que el sector moda en Medellín para el año 2026 posee una base técnica sólida pero fragmentada. Lo que se encuentra es una industria que ha logrado avances en la recuperación de residuos sólidos y eficiencia energética, pero que carece de la formalización e integración necesaria de estrategias empresariales circulares en logística inversa y lean manufacturing para cerrar el ciclo operativo de manera eficiente. La interpretación de la información indica que la eficiencia real del sector está condicionada por la brecha profunda en la implementación de procesos normalizados; sin procesos de lean manufacturing que eliminen el desperdicio en origen, la economía circular se limita a ser una gestión de desechos externa.

La interpretación final sugiere que para que la economía circular sea una realidad sistémica en Medellín, se requiere una migración urgente desde las prácticas informales hacia modelos digitales y sistematizados de colaboración industrial. Los datos de impacto ambiental confirman que las estrategias actuales son insuficientes para mitigar de forma integral la huella hídrica y de carbono si no se acompañan de una reestructuración de la toma de decisiones organizacional. La industria de la moda local tiene la experiencia y la capacidad técnica, pero requiere superar las barreras culturales y operativas para consolidar un ecosistema industrial donde la economía circular sea el estándar operativo y no la excepción voluntaria de unas pocas organizaciones líderes. Este tránsito es imperativo para asegurar la resiliencia del clúster textil de Medellín ante las exigencias de sostenibilidad del mercado global contemporáneo. Por consiguiente, en la figura 1 presentada a continuación se presentan las principales barreras que limitan la adopción de estrategias empresariales circulares dentro de las organizaciones del sector:

Figura 1 Principales barreras que limitan la adopción de estrategias empresariales circulares



3.7 Lean manufacturing y logística inversa como estrategias para la optimización de procesos y la reducción del impacto ambiental

La optimización de procesos en la industria de la moda y confección de Medellín ha experimentado una transformación conceptual, transitando de una visión puramente económica a una visión sistémica e integral, que tiene impacto en las diferentes áreas y procesos de las empresas. Al conectar las estrategias de eficiencia con la gestión ambiental, se evidencia que la optimización no debe entenderse como un fin estático, sino como un flujo dinámico de mejora continua donde el Lean Manufacturing y la logística inversa operan como ejes centrales.

En este contexto, optimizar un proceso en el sector textil implica la reingeniería integral de la cadena de valor para maximizar la entrega de atributos de valor al consumidor, eliminando sistemáticamente cualquier actividad que genere desperdicio de recursos, tiempo o energía, y asegurando simultáneamente la recuperación de los materiales sobrantes para su reincorporación productiva (Segura Osuna & Rodríguez Miranda, 2025). La relación entre estas dos disciplinas permite que la industria de Medellín, caracterizada por su alta densidad de PYMES y talleres satélites, pueda enfrentar los desafíos de un mercado global que exige ciclos de producción más

cortos sin comprometer la integridad de los ecosistemas locales ni la viabilidad financiera de las organizaciones.

El concepto de optimización de procesos en las empresas del sector confección de Medellín se fundamenta hoy en la métrica de la eficiencia de ciclo cerrado. De acuerdo con Cano y Zuluaga-Mazo (2019), la optimización ya no se limita a producir más unidades por hora, sino a sincronizar la demanda real con la capacidad operativa de la planta para evitar la sobreproducción, que es históricamente la fuente más masiva de residuos textiles en Colombia. Al interpretar los hallazgos documentales, se observa que la optimización en Medellín se manifiesta en la capacidad de las firmas para reducir el lead time (tiempo de entrega) mediante la eliminación de actividades no contributivas, como los desplazamientos innecesarios de material entre estaciones de costura o los tiempos de espera por falta de balanceo de líneas. En las empresas locales, optimizar procesos significa transformar la cultura organizacional para que la eficiencia de recursos como agua, fibras y energía, sea el indicador principal de rendimiento, integrando la variable ambiental no como un costo externo, sino como un factor crítico de competitividad operativa.

3.8 Influencia de estrategias de lean manufacturing en la optimización de recursos, la reducción de desperdicios y la eficiencia productiva

La influencia de las estrategias de Lean Manufacturing en la optimización de recursos y la reducción de desperdicios es uno de los hallazgos técnicos más robustos en la revisión documental de los resultados del sector. La filosofía de manufactura esbelta, aplicada a la manufactura textil de Medellín, permite una identificación precisa de los muda o desperdicios que drenan la rentabilidad y aumentan la huella ecológica. Al analizar el benchmarking de Arrieta Posada et al. (2010), se evidencia que la implementación de herramientas como las 5S (Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke) y el control visual tiene un impacto directo en la reducción de defectos en productos críticos como jeans y camisetas. La interpretación de estas cifras sugiere que la eficiencia productiva es el cimiento indispensable de la sostenibilidad: al reducir la tasa de defectos de confección, las empresas evitan el consumo redundante de materias primas, energía y químicos necesarios para fabricar prendas de reposición. El uso del Value Stream Mapping (VSM) ha permitido a las organizaciones mapear el flujo de materiales y detectar que la mayor ineficiencia en las confecciones de Medellín reside en la falta de estandarización de los métodos de trabajo, lo

que genera una variabilidad operativa que eleva innecesariamente el consumo de recursos por unidad terminada (López Bello & Ospina Jiménez, 2021).

En un nivel más profundo, la influencia del lean manufacturing se extiende a la reducción de inventarios innecesarios. Lo que se encuentra en los documentos de Cardona Rendón (2020) es que el exceso de inventario de productos en proceso no solo inmoviliza capital de trabajo, sino que oculta ineficiencias ambientales, como fugas de agua o consumos fantasmales de energía en máquinas que esperan material. La implementación de sistemas Pull o de flujo tenso permite que la industria de Medellín transite hacia una producción ajustada, donde solo se consume el recurso estrictamente necesario para cumplir con la orden de pedido. Esta eficiencia productiva se traduce en una mejora en la “calidad a la primera”, reduciendo drásticamente los reprocesos que, según Arteaga Rojas et al. (2023), son los principales responsables del aumento en los factores contaminantes declarados por las empresas, especialmente en términos de vertimientos de tinturas y suavizantes químicos que no llegan al consumidor final, sino que se pierden por errores de proceso. En la tabla 5 se muestran las estrategias empresariales de lean manufacturing en las organizaciones del sector, y su impacto e influencia en la optimización de recursos, reducción de desperdicios y eficiencia productiva:

Tabla 5 Estrategias de lean manufacturing en la optimización de recursos, la reducción de desperdicios y la eficiencia productiva

Estrategias de lean manufacturing	Optimización de recursos	Reducción de desperdicios	Eficiencia productiva	Ejemplos
5S y Control Visual	Evita el consumo redundante de materias primas al reducir la necesidad de fabricar prendas de reposición (Arrieta Posada et al., 2010).	Impacto directo en la reducción de defectos en productos críticos como jeans y camisetas (reducción de muda).	Establece el cimiento de la sostenibilidad al disminuir la tasa de errores en la confección.	Enka de Colombia (2024): Aplica 5S rigurosas en sus plantas de polimerización para garantizar la pureza del hilo reciclado.
Value Stream Mapping (VSM)	Permite detectar variabilidades	Identifica la falta de estandarización en	Mapea el flujo de materiales para	Fabricato (2023): Utiliza mapeo de

	operativas que elevan el consumo de recursos por unidad terminada (López Bello & Ospina Jiménez, 2021).	los métodos de trabajo como la mayor fuente de ineficiencia.	normalizar los procesos y estabilizar el consumo de energía y químicos.	procesos para optimizar el flujo hídrico y térmico en sus plantas de tratamiento y tejeduría.
Sistemas PULL (Flujo Tenso)	Solo se consume el recurso estrictamente necesario (agua, energía, capital) para cumplir con la orden de pedido (Cardona Rendón, 2020).	Reduce drásticamente los reprocesos y los vertimientos de químicos que no generan valor al cliente (Arteaga Rojas et al., 2023).	Mejora la “calidad a la primera” y elimina la inmovilización de capital en inventarios innecesarios.	Crystal (Gef / Punto Blanco) (2023): Implementa modelos de respuesta rápida que producen según la demanda real del mercado.

3.9 Influencia de estrategias de logística inversa en la reincorporación de residuos a la cadena productiva y la disminución del impacto ambiental

Complementariamente, la influencia de las estrategias de logística inversa en la reincorporación de residuos representa el cierre necesario para la optimización sistémica del sector moda. Mientras el Lean manufacturing minimiza la generación de residuos en la salida, la logística inversa gestiona el retorno de valor de aquello que inevitablemente abandona el sistema productivo. Según Aguirre González (2024), la logística inversa actúa como una práctica sostenible que permite que los retales post-industriales y las prendas post-consumo dejen de ser un pasivo ambiental para transformarse en materias primas secundarias de bajo costo.

En Medellín, los hallazgos indican que la estructuración de canales inversos influye directamente en la disminución del impacto ambiental al desviar toneladas de fibras sintéticas (poliéster) y naturales (algodón) del relleno sanitario de La Pradera. La interpretación técnica de esta estrategia sugiere que cada kilogramo de fibra recuperada y reintegrada al ciclo de producción mediante procesos de desfibrado o reciclaje mecánico representa un ahorro del 100% en la huella de agua y químicos que se hubieran requerido para producir fibra virgen, posicionando a la logística inversa como el motor de la eficiencia de materiales en el contexto regional de 2026.

La relación entre la eficiencia productiva y la sostenibilidad ambiental es, por tanto, una relación de causalidad técnica y económica. No puede existir una verdadera sostenibilidad si los procesos de manufactura son ineficientes, ya que el desperdicio de tiempo y movimiento es, en última instancia, un desperdicio de energía y recursos naturales. Los datos de Arteaga Rojas et al. (2023) confirman que las empresas de Medellín con mayores niveles de eficiencia operativa reportan una reducción significativa en sus indicadores de acidificación hídrica y carga orgánica en vertimientos. Al optimizar el uso de calderas y maquinaria de lavado mediante el mantenimiento productivo total, las organizaciones no solo mejoran su productividad, sino que reducen sus emisiones de gases de efecto invernadero. Esta conexión indica que el Lean Manufacturing debe ser adoptado por el sector confección como una metodología verde, donde la competitividad económica y el respeto por el capital ambiental son dos caras de la misma moneda operativa.

3.10 Identificar oportunidades de mejora en los procesos de las organizaciones en términos de lean manufacturing y logística inversa

Al identificar las oportunidades de mejora en los procesos de las organizaciones del sector moda en Medellín, en términos de Lean Manufacturing, la oportunidad de mejora más urgente reside en la normalización y documentación de los procesos. Cardona Rendón (2020) resalta que el éxito de cualquier iniciativa de mejora en Medellín depende del "Momento 8" de su propuesta: normalizar y documentar. Lo que se observa en los resultados es que muchas mejoras logradas en planta son efímeras porque no se establecen estándares operativos que aseguren la consistencia de la ejecución a través de los turnos de trabajo. Otra oportunidad de mejora identificada es la transición del mantenimiento reactivo (reparar cuando se daña) hacia un mantenimiento autónomo y preventivo, lo que evitaría las paradas de línea que generan picos de consumo energético y desperdicio de material en el arranque de las máquinas.

En términos de logística inversa, la oportunidad de mejora más relevante se halla en la sistematización digital y la integración de la cadena de suministro. Nieto Cortes (2025) identifica que la ausencia de una infraestructura tecnológica (como el Blockchain o el Internet de las Cosas) para el rastreo de residuos textiles es el principal cuello de botella para la circularidad en Medellín. La oportunidad reside en crear un ecosistema digital que conecte a los fabricantes con los recicladores y transformadores de manera transparente y en tiempo real. Asimismo, se identifica

una oportunidad de mejora crítica en el ecodiseño de las prendas, por ejemplo, si la industria de Medellín diseña productos pensando en su futuro desensamble, con prácticas como la utilización de hilos que se disuelven al calor o reduciendo la mezcla de fibras incompatibles, el proceso de logística inversa se vuelve infinitamente más sencillo y rentable, optimizando la recuperación de valor desde la fase de concepción del producto (Implementing Circular Economy, 2025).

El análisis de estas oportunidades de mejora permite concluir que el sector confección de Medellín sufre de una brecha de formalización operativa. Las empresas logran mejorar aspectos aislados, pero no consiguen una optimización sistémica. López Bello y Ospina Jiménez (2021) analizan que para capturar estas oportunidades se requiere una transformación en la gestión del talento humano; los operarios de confección deben ser empoderados para identificar y eliminar desperdicios no solo de calidad, sino ambientales. La integración de indicadores de gestión ambiental (KPIs verdes) en los tableros de control de producción, como el indicador de prendas producidas por kilovatio/hora, surge como la herramienta técnica necesaria para materializar estas mejoras. La sistematización de estas métricas permitiría que la optimización de procesos deje de ser una intención gerencial y se convierta en una realidad operativa diaria en los talleres de la ciudad. De esta manera, en la figura 2 se presentan las oportunidades de mejora en los procesos de las organizaciones en términos de lean manufacturing y logística inversa:

Figura 2 Oportunidades de mejora en términos de lean manufacturing y logística inversa



3.11 Efectos económicos, ambientales y sociales de las estrategias empresariales sostenibles.

La implementación de estrategias empresariales sostenibles en el clúster de moda y confección de Medellín ha generado una reconfiguración profunda de los indicadores de éxito y desarrollo empresarial, transitando de una visión unidimensional de rentabilidad financiera hacia una métrica integral que considera el triple impacto que equilibra la viabilidad económica, la sostenibilidad ecológica y la equidad social. Los factores de impacto derivados de la adopción sistemática del Lean Manufacturing y la logística inversa no operan como prácticas aisladas y desconectadas; por el contrario, constituyen un ecosistema de beneficios interconectados donde la eficiencia operativa actúa como el motor de la responsabilidad ambiental y el bienestar de las comunidades involucradas.

En el contexto de Medellín, estas estrategias representan la respuesta estructural a las presiones de un mercado globalizado que, para el año 2026, exige una transparencia total en la cadena de suministro y una trazabilidad verificable de los materiales. Al interpretar los hallazgos documentales de autores como Segura Osuna y Rodríguez Miranda (2025), se observa que el impacto de estas estrategias se manifiesta en la capacidad de las organizaciones para desvincular

el crecimiento económico del consumo lineal y desenfrenado de recursos vírgenes, creando un modelo de valor compartido que no solo fortalece la resiliencia del sector ante las crisis climáticas, sino que también protege la competitividad de la industria antioqueña frente a las fluctuaciones de la economía internacional.

3.12 Análisis de los efectos económicos

Al profundizar en el análisis de los impactos económicos, los resultados revelan que la optimización de procesos mediante Lean Manufacturing genera un ahorro directo y cuantificable en los costos de producción. De acuerdo con el estudio de Arrieta Posada et al. (2010), las empresas de Medellín que logran una implementación formal de herramientas como las 5S y el mantenimiento productivo total (TPM) registran una reducción en los índices de defectos que impacta positivamente el margen de utilidad bruta. La eliminación de la sobreproducción y el exceso de inventario libera capital de trabajo que anteriormente se encontraba inmovilizado en insumos que no generaban valor inmediato. La interpretación de estos datos sugiere que la eficiencia es, en sí misma, una estrategia financiera de mitigación de riesgo.

En términos macroeconómicos, esto permite que las PYMES locales mantengan una estructura de costos ágil para competir con las importaciones asiáticas, fundamentando su ventaja competitiva en la calidad y la velocidad de respuesta en lugar de solo en el precio. Por su parte, la logística inversa aporta un beneficio económico disruptivo al transformar los residuos en activos financieros; cada kilogramo de retal post-industrial recuperado reduce el gasto en materias primas vírgenes y minimiza los costos de disposición final en rellenos sanitarios. Según Aguirre González (2024), la motivación económica es el factor principal que impulsa estas estrategias en Colombia, ya que la gestión eficiente de devoluciones y el aprovechamiento de subproductos textiles permiten abrir nuevos nichos de mercado basados en la circularidad, aumentando el valor de recuperación del producto al final de su ciclo de vida. Cifuentes Trujillo (2024) complementa este análisis señalando que la logística inversa no solo ahorra costos, sino que genera ingresos marginales a través de la venta de fibras recuperadas a otras industrias como la automotriz o la de construcción.

3.13 Análisis de los efectos ambientales

El análisis de los impactos ambientales arroja cifras contundentes sobre la mitigación de la huella ecológica en el Valle de aburrá, una región históricamente afectada por la presión industrial sobre sus recursos hídricos y atmosféricos. La implementación de procesos de Lean Manufacturing influye directamente en la disminución del consumo de agua y energía por prenda producida. Arteaga Rojas et al. (2023) documentan técnicamente que las empresas que han adoptado estrategias de producción limpia han logrado reducir factores contaminantes críticos, como la demanda química de oxígeno en los vertimientos y la carga orgánica hídrica, factores que en diagnósticos previos representaban el 31.41% del impacto negativo del sector. La interpretación de estos resultados indica que el Lean Manufacturing actúa como un filtro preventivo; al mejorar la eficiencia del teñido y el acabado, se reduce la cantidad de químicos vertidos al Río Medellín.

La logística inversa, por su parte, juega un papel fundamental al evitar que los textiles sintéticos (poliéster) y naturales (algodón) terminen de forma prematura en el relleno sanitario de La Pradera, reduciendo la generación de lixiviados y la emisión de gases de efecto invernadero asociados a la descomposición de materiales inorgánicos. El Séptimo Reporte de Economía Circular del DANE (2023) confirma que el flujo de materiales aprovechados en Antioquia ha experimentado un crecimiento sostenido, lo que se interpreta como un avance hacia la descarbonización de la industria. Al cerrar el ciclo de los materiales, las empresas de Medellín no solo cumplen con la normativa ambiental vigente, sino que reducen la presión extractiva sobre los ecosistemas globales, demostrando que la eficiencia productiva es la herramienta más potente para la regeneración ambiental sistémica y la preservación del capital natural de la región.

3.14 Análisis de los efectos sociales

En cuanto al análisis de los impactos sociales, las estrategias de Lean Manufacturing y logística inversa promueven una transformación cualitativa en la cultura laboral y la estabilidad del empleo en la región. Al estandarizar los procesos y mejorar la ergonomía de los puestos de trabajo mediante el orden y la limpieza que brinda la integración de prácticas de Lean manufacturing, las organizaciones ofrecen condiciones de seguridad y salud en el trabajo muy superiores a las de los talleres informales. Cardona Rendón (2020) señala que la metodología de normalización y los “8 momentos” de implementación requieren la capacitación constante del personal, lo que eleva el perfil técnico del operario de confección y fomenta un sentido de pertenencia y empoderamiento.

La interpretación de este hallazgo sugiere que la sostenibilidad tiene una dimensión de dignidad humana; un trabajador en un entorno Lean tiene menos probabilidades de sufrir accidentes laborales y mayor claridad sobre su rol en la creación de valor.

Además, la logística inversa genera nuevas oportunidades de empleo en las etapas de recolección, clasificación y transformación de residuos textiles, integrando a actores de la base de la pirámide en cadenas de valor formales y tecnificadas. El impacto social se extiende también a la salud comunitaria del Valle de Aburrá: al reducir los vertimientos químicos en las cuencas locales y optimizar las emisiones de las calderas de vapor, la industria contribuye a disminuir la incidencia de enfermedades respiratorias y cutáneas en las zonas aledañas a los distritos industriales, alineando la productividad empresarial con el derecho fundamental a un ambiente sano y a la equidad social.

Ahora, en la tabla 6 se presentan los diferentes efectos económicos, ambientales y sociales de la aplicación de estrategias sostenibles de Lean Manufacturing y logística inversa:

Tabla 6 Efectos de las estrategias empresariales sostenibles

Estrategias	Efectos económicos	Efectos ambientales	Efectos sociales
Lean manufacturing	<p>Ahorro directo: Reducción de costos por baja tasa de defectos y desperdicios.</p> <p>Liquidez: Liberación de capital de trabajo antes inmovilizado en exceso de inventario.</p> <p>Competitividad: Estructura de costos ágil para competir con importaciones asiáticas.</p>	<p>Eficiencia hídrica y energética: Disminución del consumo de recursos por prenda producida.</p> <p>Prevención química: Reducción de la demanda química de oxígeno en vertimientos.</p> <p>Protección de cuencas: Menor carga contaminante vertida al río Medellín.</p>	<p>Dignidad laboral: Mejora de la ergonomía, orden y limpieza en los puestos de trabajo.</p> <p>Seguridad: Reducción de probabilidades de accidentes laborales.</p> <p>Perfil técnico: Capacitación constante y empoderamiento del operario.</p> <p>Cultura organizacional: Mayor sentido de</p>

	Mitigación de riesgos: Mejora del margen de utilidad bruta mediante eficiencia productiva.	Producción limpia: Optimización de procesos de teñido y acabado.	pertenencia y claridad de roles de los colaboradores de las empresas.
Logística inversa	Nuevos ingresos: Venta de fibras recuperadas a sectores como automotriz y construcción. Valor de activos: Transformación de residuos en materias primas secundarias. Optimización de costos: Reducción del gasto en tratamiento de materiales vírgenes. Ahorro operativo: Minimización de costos de disposición final en rellenos y vertederos.	Gestión de residuos: Evita el envío prematuro de textiles al relleno La Pradera. Reducción de emisiones: Menor generación de lixiviados y gases de efecto invernadero. Descarbonización: Avance hacia la industria de cero emisiones en Antioquia. Preservación: Reducción de la presión extractiva sobre ecosistemas.	Inclusión laboral: Nuevos empleos en recolección, clasificación y transformación de residuos. Formalización: Integración de actores informales en cadenas tecnificadas formales. Salud pública: Disminución de enfermedades respiratorias, en zonas industriales.

3.15 Retos y riesgos.

3.15.1 Retos estructurales para la consolidación de estrategias empresariales de lean manufacturing y logística inversa.

El análisis de los resultados identifica retos estructurales de gran envergadura que limitan la consolidación definitiva de estas estrategias en Medellín. El desafío más retador y exigente es la profunda brecha tecnológica existente entre las grandes marcas tractoras y las pequeñas y medianas

empresas que conforman la base de la manufactura. Nieto Cortes (2025) identifica que la ausencia de una infraestructura digital compartida para la trazabilidad de los materiales es el principal cuello de botella para la circularidad a escala masiva; sin sistemas de información basados en Blockchain o IA que conecten a todos los eslabones, la logística inversa sigue siendo un esfuerzo fragmentado, manual y de alto costo logístico. Culturalmente, persiste una resistencia al cambio en la gerencia tradicional, que aún percibe la sostenibilidad como un gasto administrativo y no como una inversión estratégica de largo plazo. La interpretación de los resultados de López Bello y Ospina Jiménez (2021) sugiere que el "cortoplacismo" financiero es la barrera mental más fuerte en el sector. Asimismo, la falta de políticas de incentivos fiscales específicos para la transición circular y la debilidad en la infraestructura de reciclaje químico de fibras complejas (mezclas de algodón-poliéster) dificultan que las organizaciones den el salto de la recuperación de retales simples hacia la economía circular de alto valor técnico.

3.15.2 Riesgos asociados a la no implementación de estrategias empresariales sostenibles.

Los riesgos asociados a la no implementación de estas estrategias son existenciales para el clúster de moda de Antioquia. Las empresas que persisten en modelos de producción lineal se enfrentan a una pérdida acelerada de competitividad y relevancia en el mercado internacional, donde la legislación europea y estadounidense ya exige la responsabilidad extendida del productor y el pasaporte digital de producto. Económicamente, el riesgo se manifiesta en los costos operativos crecientes derivados del desperdicio ineficiente de materiales y la exposición a sanciones por el incumplimiento de las estrictas normas de vertimientos. Ambientalmente, la inacción contribuye al agotamiento acelerado de las fuentes de agua locales y a la crisis de disposición de residuos sólidos que amenaza la estabilidad sanitaria de la ciudad. Socialmente, la falta de compromiso con la sostenibilidad afecta negativamente el capital reputacional y la identidad de las marcas medellinenses, dificultando la atracción de nuevos consumidores de la generación Z, quienes penalizan activamente a las empresas que no demuestran un propósito socio-ambiental auténtico. Cano y Zuluaga-Mazo (2019) advierten que la no implementación de estas estrategias no solo es un riesgo ético, sino una amenaza a la continuidad del negocio, ya que la escasez futura de recursos vírgenes dejará sin suministros a las empresas que no hayan aprendido a gestionar sus flujos inversos.

En conclusión, el análisis detallado de los impactos económicos, ambientales y sociales demuestra que la sostenibilidad en el sector moda de Medellín no es un destino final, sino un proceso dinámico de optimización integral. La interpretación de los resultados sugiere que el Lean Manufacturing y la logística inversa son los únicos pilares capaces de sostener una industria competitiva en el siglo XXI, permitiendo que la rentabilidad financiera sea un subproducto de la eficiencia operativa y el respeto ecológico. La integración de estos tres factores de impacto permite que las organizaciones de Medellín transiten hacia una madurez estratégica, donde cada decisión gerencial es evaluada por su capacidad para generar valor económico sin comprometer el bienestar de las generaciones futuras ni la salud del planeta. Se observa que el éxito de las empresas líderes en la región está directamente relacionado con su capacidad para ver el desperdicio no como un residuo inevitable, sino como una oportunidad de rediseño sistémico.

La interpretación final subraya que la superación de los retos estructurales, especialmente a través de la digitalización de la cadena de suministro y la formalización de la logística inversa, es la clave para escalar el impacto positivo observado en los casos de éxito actuales. Para el año 2026, el éxito de las empresas del sector de moda y confección en Medellín no se medirá solo por sus cifras de exportación o el volumen de sus ventas, sino por su capacidad para aprovechar de la manera más eficiente sus recursos, y la eficacia de sus procesos, garantizando que el “hecho en Medellín” sea sinónimo de excelencia técnica, responsabilidad ambiental y justicia social.

4 Discusión

4.1 Aspectos relevantes

A lo largo de la investigación se encontraron importantes aportes y aspectos relevantes que ayudaron al desarrollo de la pregunta de investigación, la cual buscaba determinar cómo las estrategias empresariales lean manufacturing y logística inversa pueden mejorar la optimización de procesos y la reducción del impacto ambiental en las empresas del sector de la moda y confección de la ciudad de Medellín en el año 2026. La investigación se articuló exitosamente en torno a tres ejes fundamentales que responden a los objetivos específicos planteados: a) Identificar las principales estrategias empresariales implementadas en empresas de moda y confección en Medellín orientadas a la economía circular, b) Analizar la relación entre las estrategias identificadas y la optimización de procesos en empresas de moda y confección en Medellín, haciendo énfasis en las oportunidades de mejora en términos de lean manufacturing y logística inversa, y c) Describir los factores económicos, ambientales y sociales de las estrategias identificadas de las empresas de moda y confección en Medellín, a partir de lean manufacturing y logística inversa.

Partiendo de estos objetivos, el hallazgo más significativo es que la industria en Medellín posee una infraestructura técnica instalada con capacidad para aprovechar el 100% de los residuos de corte; sin embargo, existe una brecha crítica de formalización operativa que impide que esta capacidad se traduzca en una ventaja competitiva sistémica y explotable por las empresas del sector. Los resultados indican que la circularidad en el Valle de Aburrá se está manifestando de forma reactiva y no proactiva; es decir, las empresas actúan movidas por la reducción de costos inmediatos ante la crisis de exportaciones y no por un rediseño del modelo de negocio que busque optimizar procesos, recursos y tiempo.

Otro aspecto relevante es la identificación del desperdicio invisible, donde se evidencia una clara tendencia y realidad en la que las empresas se enfocan en lo tangible, como los retales, e ignoran la ineficiencia energética y el consumo hídrico en las etapas de acabado, exponiendo lo desarticulado que es el sistema de circularidad y producción sostenible que aplican las empresas en sus actividades operativas. Además, se halló que la optimización de procesos no es solo una mejora técnica, sino un imperativo de supervivencia y competitividad; el sector moda y confección de Medellín, al estar compuesto mayoritariamente por PYMES, encuentra en el Lean

Manufacturing la única vía para sobrellevar los costos de la transición ecológica sin perder margen de utilidad, siendo así, una estrategia empresarial fundamental para la viabilidad de aplicar nuevos sistemas de producción sostenible y aprovechamiento de residuos.

Asimismo, se detectó que la logística inversa en Medellín es robusta para el flujo de devoluciones comerciales, pero inexistente para la recuperación de valor material posconsumo, lo que representa el mayor punto ciego estratégico para la circularidad local. Este vacío se vuelve más crítico al observar que las tendencias de mercado exigen cada vez más una responsabilidad extendida del productor, lo que implica que las empresas locales deberán gestionar no solo sus desechos de fábrica, sino el ciclo de vida completo de sus prendas.

4.2 Revisión de la literatura

Los hallazgos de esta investigación presentan puntos de conexión y contraste técnico con la literatura consultada y la revisión documental, permitiendo una interpretación profunda de la realidad industrial del sector moda y confección de Medellín. En concordancia con Segura Osuna y Rodríguez Miranda (2025), los resultados confirman que la economía circular en Medellín busca romper el paradigma lineal de extraer, fabricar y tirar. No obstante, surge un contraste crítico en la profundidad de la aplicación: mientras la teoría general sugiere un modelo circular integral que mantenga el valor de los recursos, la práctica en Medellín se limita a un reciclaje simplista que se reduce a sistemas de recolección y deshecho a vertederos. Esto difiere de lo propuesto por *Implementing Circular Economy in the Textile and Clothing Industry (2025)*, donde se enfatiza que la circularidad debe iniciar en la fase de tomar y diseñar, y no solo en la de recuperar, que es donde se concentra actualmente el esfuerzo de las empresas del sector en Medellín.

En cuanto a la influencia del Lean Manufacturing, los hallazgos validan parcialmente la tesis de Valencia Jarama et al. (2025) sobre la relación directa entre mejora continua y productividad. Sin embargo, al analizar los resultados específicos de los talleres de confección, se observa una discrepancia con el ideal de "sostenimiento", donde la falta de un sistema formal y bien estructurado de mejora continua de procesos impide tener un impacto real y que se sostenga en el tiempo. Como argumenta Cardona Rendón (2020) en su propuesta de los "8 momentos", sin una normalización operativa (Momento 8), las mejoras en ahorro de energía y reducción de retales son efímeras. En Medellín, el contraste revela que la optimización se detiene en la implementación

de herramientas visuales, pero falla en la estandarización documental, lo que genera una regresión en los indicadores ambientales cada vez que hay rotación de personal operativo.

Respecto a la logística inversa, el contraste hallado es revelador. Aguirre González (2024) y Cifuentes Trujillo (2024), señalan que, en contextos emergentes, la motivación económica es el motor primario y el factor principal que motiva a las pequeñas y medianas empresas del sector a implementar prácticas de logística inversa. Sin embargo, los resultados de esta investigación contrastan con Nieto Cortes (2025) al demostrar que, a pesar de que las empresas suelen ver en estas estrategias una posible herramienta para reducir costos por desperdicio de materia prima y de conocerse las ventajas de la trazabilidad digital, las empresas locales siguen operando bajo registros manuales, lo que invalida la promesa de eficiencia de la logística inversa y la mantiene en un estado de informalidad que impide el escalamiento de la economía circular hacia el post-consumo.

Finalmente, al analizar los impactos ambientales identificados, los datos contrastan con el estudio de Arteaga Rojas et al. (2023). Mientras Arteaga identifica que los vertimientos químicos son el impacto más nocivo (31.41%), la realidad encontrada en las PYMES de Medellín es que el desperdicio sólido (textil) es el que genera mayor preocupación gerencial debido a su volumen físico, evidenciando una desconexión entre el impacto ambiental real y la percepción del riesgo empresarial. Esto confirma la necesidad de integrar métricas de ecología industrial en los tableros de control Lean para alinear la eficiencia operativa con la mitigación ambiental efectiva.

5 Conclusiones

Se concluye que el sector moda en Medellín para el año 2026 ha alcanzado una madurez operativa en la circularidad de residuos post-industriales, pero presenta una debilidad estructural en el cierre del ciclo de vida del producto (post-consumo), lo que limita su capacidad de cumplir con las exigencias internacionales de responsabilidad extendida del productor y dificulta la consolidación de un sistema de logística inversa.

La investigación demuestra que estrategias de Lean Manufacturing y la optimización de procesos, que, a su vez, permite maximizar la eficiencia operativa es el prerrequisito para la sostenibilidad, ya que eliminar desperdicios en la fuente reduce la carga contaminante antes de que esta requiera tratamientos costosos, haciendo que la ecología sea financieramente viable para las PYMES.

La logística inversa en la región presenta un desarrollo asimétrico y desarticulado, ya que está altamente tecnificada para procesos de retorno comercial y garantías, pero se mantiene en la informalidad para la recuperación de materiales, lo que genera una pérdida de valor económico significativa y contribuye a la saturación del relleno sanitario de la región.

Los impactos económicos, ambientales y sociales de las estrategias identificadas generan un valor compartido real, fortaleciendo el margen operativo ante la crisis de mercado, mitigando la acidificación hídrica local y promoviendo la formalización laboral mediante entornos de trabajo estandarizados, seguros y libres de desperdicios.

6 Recomendaciones

Implementación de trazabilidad digital en procesos de logística inversa, lean manufacturing y producción sostenible. Esta digitalización es una necesidad real para que la creación de una infraestructura de datos que facilite la recolección y reaprovechamiento de residuos. Como indica Nieto Cortes (2025), la falta de visibilidad del producto es la mayor barrera para la logística de retorno. Implementar etiquetas códigos QR vinculados a una plataforma de trazabilidad permitiría formalizar la recolección post-consumo en Medellín, transformando un costo logístico en un flujo de materia prima secundaria.

Estandarización del "Momento 8" (Normalización Verde). Las organizaciones no deben limitarse a aplicar herramientas Lean de forma aislada. Se recomienda adoptar metodologías como las que propone Cardona Rendón (2020) para documentar cada proceso de optimización hídrica y energética. Solo mediante manuales de operación estándar que incluyan KPIs ambientales, se podrá asegurar que la reducción del impacto no dependa de la voluntad individual, sino que sea un estándar de calidad de la compañía.

Migración hacia el ecodiseño. Con base a las dificultades y carencias actuales que existen de reciclaje y sostenibilidad, se recomienda a las áreas de diseño de las empresas de moda y confección de Medellín reducir el uso de mezclas de fibras complejas (algodón con elastano superior al 5%). El diseño debe pensarse desde el inicio para el desensamble mecánico; una prenda fácil de desarmar es una prenda cuya logística inversa es rentable.

Alianzas y cohesión Industrial. Se recomienda crear clústeres colaborativos y dinámicos donde los residuos de una empresa de confección puedan transformarse en la materia prima de otra, minimizando los costos de transporte que actualmente frenan la logística inversa en la región y maximizando el aprovechamiento de residuos y la diversidad de fibras y materiales aprovechables por las empresas.

7 Referencias

- Aguirre González, Á. M. (2024). La logística inversa como práctica sostenible en la cadena de suministro del sector textil, confección y moda: Un análisis de drivers en el contexto colombiano [Tesis de maestría, Universidad de Antioquia]. Repositorio Digital Universidad de Antioquia. <https://bibliotecadigital.udea.edu.co/entities/publication/0a726839-1e37-40a7-a625-807296201d08>
- Castro, M. R. Q., & Posada, J. G. A. (2019). Implementation of lean manufacturing techniques in the bakery industry in Medellin. *Gestão & Produção*, 26(2), e2505. <https://doi.org/10.1590/0104-530X-2505-19>
- C.I. Hermeco S.A.S. (2023). Estrategia Be Eco: Informe de impacto ambiental. <https://www.offcorss.com/sostenibilidad>
- Cifuentes Trujillo, M. (2024). Estudio de la logística inversa como alternativa de solución a problemas medioambientales y gestión de devoluciones que actualmente se presentan en las empresas del sector textil en Colombia [Trabajo de grado]. Corporación Universitaria Minuto de Dios. <https://repository.uniminuto.edu/bitstreams/09a64c3f-3863-435f-8c15-a67e19e56aa9/download>
- Córdova Vega, E. N., Abanto Pérez, F. B., Núñez Bardales, K., & Bazan-Aguilar, A. (2024, 17–19 de julio). Reverse logistic strategies for a sustainable textile industry: A systematic review [Ponencia]. Proceedings of the 22nd LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education, and Technology: Sustainable Engineering for a Diverse, Equitable, and Inclusive Future at the Service of Education, Research, and Industry for a Society 5.0 (San José, Costa Rica). LACCEI. <https://doi.org/10.18687/LACCEI2024.1.1.523>
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). (2023). Séptimo Reporte de Economía Circular. <https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/economia-circular/doc-ECircular-SeptimoReporte.pdf>
- Ellen MacArthur Foundation. (2019). The circular economy in detail. <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/topics/circular-economy-introduction/overview>
- Enka de Colombia S.A. (2024). Informe de gestión y sostenibilidad 2023. <https://www.enka.com.co/sostenibilidad/informes/>
- Fabricato S.A. (2023). Informe de sostenibilidad 2022–2023. <https://www.fabricato.com/es/sostenibilidad>
- Gómez, S. M. D. (2023). Producción sostenible desde la mirada de la economía sostenible, la producción limpia y la logística inversa. *Revista RIDING*. <https://unipaz.edu.co/revistas/RIDING/article/view/342>

- Grupo Crystal. (2023). Sostenibilidad y eficiencia en la cadena de suministro: Producción bajo demanda. <https://www.crystal.com.co/sostenibilidad>
- Lafayette. (2024). Compromiso con la sostenibilidad: Procesos y certificaciones. <https://www.lafayette.com/sostenibilidad/>
- Limpia tu Closet. (2024). Modelo de economía circular y gestión de excedentes textiles. <https://limpiatucloset.com/>
- López Bello, C. A., & Ospina Jiménez, L. A. (2021). Design of a comprehensive methodology for the lean manufacturing implementation in the Colombian context. *Ingeniería Solidaria*, 17(3), 1–13. <https://revistas.ucc.edu.co/index.php/in/article/view/4041>
- Luzuriaga-Velasquez, J. E., Luzuriaga-Eyzaguirre, C. E., Algoner, W. C., & Luque Sanca, C. E. (2023). Lean manufacturing and its impact on productivity: A systematic review of the literature between 2013 and 2023 in industrial companies in the textile sector. *Proceedings of the 3rd LACCEI International Multiconference on Entrepreneurship, Innovation and Regional Development (LEIRD 2023) Virtual Edition*. LACCEI. <https://doi.org/10.18687/LEIRD2023.1.1.554>
- Olipp, N., Schwarz, M., & Woschank, M. (2025). Integrating the principles of reverse logistics into circular economy strategies: A mixed-method study of small and medium-sized enterprises. *Sustainability*, 17(16), 7361. <https://doi.org/10.3390/su17167361>
- Pacto Global Red Colombia. (2025). Hacia el residuo cero en la moda y el textil. Pacto Global Red Colombia. <https://www.pactoglobal-colombia.org/news/hacia-el-residuo-cero-en-la-moda-y-el-textil.html>
- Ruiz Lizcano, A. P., Sanabria Salinas, H. J., & Cuéllar Chacón, L. M. (2022). Análisis del estado actual de los procesos de reciclaje dentro de la industria textil en Bogotá D. C. *Revista de Investigación de la Universidad América*, 12(1), 1–12. <https://doi.org/10.29097/2011639X.349>
- Semana. (2025, enero 22). Las exportaciones de moda de Colombia siguen en rojo, las cifras en la antesala de Colombiatex. *Semana*. <https://www.semana.com/economia/articulo/las-exportaciones-de-moda-de-colombia-siguen-en-rojo-las-cifras-en-la-antesala-de-colombiatex/202540/>
- Universitat Politècnica de Catalunya. (s. f.). Logística inversa — Diseño de la Supply Chain. <https://cimadisc.upc.edu/es/fases-scop/fase-3-definicion-de-la-mesoestructura-de-las-logistica-inversa>
- Valencia Jarama, J. L., Gutiérrez Canchasto, G. A., & Flores Marchán, V. M. (2025). Lean Manufacturing en el mejoramiento continuo de la productividad. *Revista Venezolana de Gerencia*, 30(109), 1–17. https://ve.scielo.org/scielo.php?pid=S2739-00632025000202105&script=sci_arttext

- Vélez Castañeda, C. K., Osorio Vélez, B. E., & Rodríguez Caro, Y. J. (2019). Diagnóstico del manejo de residuos sólidos: un análisis comparativo de los diferentes procesos del sector textil-confección en la ciudad de Medellín. *Revista Politécnica*, 15(30), 9–16. <https://doi.org/10.33571/rpolitec.v15n30a1>
- Viloria, P. (2021). Medellín, an icon of the international fashion and textile industry. *Medellín Advisors*. <https://www.medellinadvisors.com/medellin-an-icon-of-the-international-fashion-and-textile-industry/>
- Arango, J. L. (2000). Enfermedades respiratorias del recién nacido. En J. A. Correa, J. F. Gómez, & R. Posada (Eds.), *Fundamentos de pediatría: generalidades y neonatología* (pp. 463–467). Fondo Editorial CIB.
- Baker, D. W., Gazmararian, J. A., Williams, M. V., Scott, T., Parker, R. M., Green, D., Ren, J., & Peel, J. (2002). Functional Health Literacy and the Risk of Hospital Admission Among Medicare Managed Care Enrollees. *American Journal of Public Health*, 92(8), 1278–1283. <https://doi.org/c7fvj5>
- Biblioteca Universidad de San Buenaventura [@BiblioUSB]. (2016, mayo 3). *Consulta Biblioteca Digital USB Colombia* [http://bibliotecadigital.usb.edu.co/acceso a más de 2.600 documentos en texto completo. #Biblioteca #USBMed](http://bibliotecadigital.usb.edu.co/acceso_a_más_de_2.600_documentos_en_texto_completo.#Biblioteca#USBMed) [tweet]. Twitter. <http://bit.ly/2MmUp88>
- El Espectador. (2012). Tutelas por un acetaminofén: tratamientos, medicamentos y cirugías, las mayores causas de reclamo. El 67,81% de los casos correspondían a servicios incluidos en el plan de beneficios. En *El Espectador*. <https://bit.ly/3mr4I8Q>
- Fundación del Español Urgente [Fundéu]. (2012). *Fundéu BBVA: cómo diferenciar «si no» y «sino»*. <https://bit.ly/3oBTGP9>
- González Pérez, Y., Rosell León, Y., Piedra Salomón, Y., Leal Labrada, O., & Marín Milanés, F. (2006). Los valores del profesional de la información ante el reto de la introducción de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación. *ACIMED*, 14(5). <https://bit.ly/2VgAbP7>
- Hooper, T. (2010). *El Discurso del Rey [The King's Speech]*. UK Film Council; See Saw Films; Bedlam Productions.
- Institute of Electrical and Electronics Engineers [IEEE]. (2006). *IEEE Std P802.15.4/D6: Approved Draft Revision for IEEE Standard for Information technology-Telecommunications and information exchange between systems-Local and metropolitan area networks-Specific requirements-Part 15.4b: Wireless Medium Access Control*. IEEE.
- International Business Machine [IBM]. (2020). *SPSS (Versión 27.0)* [software]. IBM.
- Ramírez H., A., & Guzmán, P. (s.f.). *Sistemas participativos de garantía SPG en Bogotá: la apuesta del proceso organizativo Familia de la Tierra*. <https://bit.ly/3mfvktD>
- Rioja, G. (2008). *¿Judicialización de la salud? el caso de las personas sordas* [conferencia]. XIII Congreso de la Caja de Abogados de la Provincia de Buenos Aires, Buenos Aires, Argentina.

Ruiz Rojas, G. A. (2014). *Hacia la comprensión de la retórica como contenido formativo para la configuración de un sujeto deliberativo* [tesis de maestría, Universidad de San Buenaventura Medellín]. Biblioteca Digital Universidad de San Buenaventura Colombia.