



Diseño de un modelo estratégico de cadena de suministro para la manufactura de envases de aluminio: estudio de caso de Canpack Colombia S.A.S.

Katherine Lizeth Delgado Carrasco.

Jonathan Anderson Carreño Galvis.

Universidad Ean

Facultad de ingeniería

Maestría En Gerencia De Proyectos

MBA en Ingeniería

Ciudad, Colombia

Junio 2026

Diseño de un modelo estratégico de cadena de suministro para la manufactura de envases
de aluminio: estudio de caso de Canpack Colombia S.A.S.

Katherine Lizeth Delgado Carrasco

Jonathan Anderson Carreño Galvis

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de:

Maestría En Gerencia De Proyectos
MBA en Ingeniería

Director (a):

PhD. Luz Myriam Satizabal Solano

Modalidad:

Trabajo Dirigido

Universidad Ean

Facultad de ingeniería

Maestría En Gerencia De Proyectos

MBA en Ingeniería

Bogotá, Colombia

Junio 2026

Nota de aceptación:

Firma del jurado

Firma del jurado

Firma del director del trabajo de grado

DISEÑO DE UN MODELO ESTRATÉGICO DE CADENA DE
SUMINISTRO PARA LA MANUFACTURA DE ENVASES DE
ALUMINIO: ESTUDIO DE CASO DE CANPACK COLOMBIA
S.A.S.

4

Ciudad, día/mes/año

Resumen

El presente estudio desarrolla el diseño y validación de un modelo estratégico de cadena de suministro para la nueva operación de manufactura de envases de aluminio de Canpack Colombia S.A.S. en el Caribe colombiano. La industria enfrenta una alta dependencia de materias primas importadas, con costos logísticos que alcanzan hasta el 17,9% del valor del producto. El objetivo es optimizar costos, reducir tiempos de abastecimiento y mejorar el nivel de servicio bajo estándares internacionales. La metodología combina un enfoque cuantitativo basado en el modelo SCOR, encuestas tipo Likert, análisis de datos operativos reales y benchmarking internacional. El diagnóstico evidenció un nivel de madurez de 2,2 sobre 5, con brechas en lead time, OTIF y concentración de proveedores. El plan de intervención incluye planeación S&OP, optimización de proveedores, sistema de KPIs, economía circular y gestión de riesgos, proyectando un ROI del 114% y recuperación en 5,6 meses. Se concluye que la cadena actual es funcional, pero requiere transformación para alcanzar estándares de clase mundial.

Palabras clave: Cadena de suministro, modelo SCOR, optimización logística, envases de aluminio, economía circular, Colombia.

Abstract

This study develops the design and validation of a strategic supply chain model for the new aluminum packaging manufacturing operation of Canpack Colombia S.A.S. in the Colombian Caribbean region. The industry faces a high dependence on imported raw materials, with logistics costs reaching up to 17.9% of the final product value. The objective is to optimize logistics costs, reduce procurement lead times, and improve service levels under international standards. The methodology combines a quantitative approach based on the SCOR model, Likert-type surveys applied to key stakeholders, analysis of real operational data (2024–2025), and international benchmarking. The diagnosis revealed a maturity level of 2.2 out of 5, identifying critical gaps in lead time, OTIF performance, and supplier concentration. The intervention plan includes integrated S&OP planning, supplier optimization, KPI system implementation, circular economy strategies, and risk management, projecting a 114% ROI with a payback period of 5.6 months. The study concludes that the current supply chain is functional but requires transformation to achieve world-class performance standards.

Keywords: Supply chain, SCOR model, logistics optimization, aluminum packaging, circular economy, Colombia.

Contenido

Introducción.....	16
Objetivos	19
<i>Objetivo General</i>	<i>19</i>
<i>Objetivos Específicos.....</i>	<i>19</i>
Justificación.....	20
Marco Institucional	22
<i>Reseña Histórica y Perfil Corporativo.....</i>	<i>22</i>
<i>Referentes Estratégicos: Misión, Visión y Valores Corporativos</i>	<i>23</i>
<i>Estructura Organizacional y Modelo de Gobierno Corporativo</i>	<i>24</i>
<i>Portafolio de Productos y Propuesta de Valor</i>	<i>25</i>
<i>Posición en el Mercado y Análisis del Sector de Envases Metálicos en Colombia</i>	<i>26</i>
<i>Contexto Sectorial y Tendencias Globales</i>	<i>26</i>
<i>Estructura Competitiva y Posición de Canpack Colombia</i>	<i>27</i>
<i>Expansión Estratégica hacia el Caribe Colombiano</i>	<i>29</i>
<i>Canpack Colombia en el Contexto del Estudio</i>	<i>30</i>
Marco de Referencia.....	32
<i>Gestión de la Cadena de Suministro: Fundamentos Conceptuales y Evolución Teórica</i>	<i>32</i>
<i>El Modelo SCOR como Marco de Diagnóstico y Optimización de Cadenas de Suministro.....</i>	<i>33</i>

<i>Pronósticos de Demanda y Modelado Predictivo: Estrategias para la Optimización del Abastecimiento</i>	35
<i>Gestión Estratégica de Proveedores: Selección, Negociación y Construcción de Resiliencia</i>	36
<i>Logística Internacional e Incoterms: Gestión de Costos y Riesgos en el Comercio Exterior</i>	38
<i>Infraestructura Logística del Caribe Colombiano: Oportunidades y Restricciones Estructurales</i>	39
<i>Indicadores de Desempeño Logístico: Sistemas de Medición para la Excelencia Operativa</i>	41
Diseño Metodológico	45
<i>Enfoque de la Intervención Empresarial</i>	45
<i>Modelo Seleccionado para el Diagnóstico: SCOR versión 12.0</i>	46
<i>Fases de la Intervención y su Relación con los Objetivos Específicos</i>	47
<i>Herramientas de Diagnóstico del Entorno Externo</i>	52
<i>Análisis PESTEL</i>	52
<i>Participantes de la Intervención y Ficha Técnica</i>	57
<i>Criterios de Selección y Composición de la Muestra</i>	57
<i>Variables de la Intervención e Instrumento de Diagnóstico</i>	60
<i>Encuesta Diagnóstica Basada en el Modelo SCOR</i>	63
<i>Validación del Instrumento y Procedimiento de Análisis</i>	66
<i>Tratamiento de la información confidencial</i>	67

Diagnóstico Organizacional..... 69

Metodología del diagnóstico69

Procesamiento estadístico de datos70

Análisis de resultados70

Situación actual70

Fortalezas71

Oportunidades de mejora.....72

Conclusión del diagnóstico.....73

Plan de Intervención..... 75

Objetivo Del Plan De Intervención.....75

Implementación Por Fases.....77

Desarrollo Técnico De Las Intervenciones79

Fortalecimiento De La Planeación Integrada79

Sistema De Indicadores Y Control Tower88

Gestión Del Cambio Organizacional91

Gestión De Riesgos91

Evaluación Financiera Del Plan92

Cronograma Maestro93

Análisis De Sensibilidad Y Simulación93

Modelo De Madurez SCOR94

Validación Integral Del Modelo.....95

Resultados Esperados96

Conclusiones y Recomendaciones	98
<i>Conclusiones</i>	<i>98</i>
<i>Recomendaciones</i>	<i>100</i>
<i>Implementación Progresiva Del Modelo</i>	<i>100</i>
<i>Diversificación Estratégica De Proveedores</i>	<i>100</i>
<i>Fortalecimiento De La Red Logística</i>	<i>100</i>
<i>Consolidación Del Modelo Predictivo De Gestión</i>	<i>101</i>
<i>Fortalecimiento De La Sostenibilidad Operacional</i>	<i>101</i>
<i>Desarrollo de futuras líneas de investigación.....</i>	<i>101</i>
Bibliografía.....	102
Anexos.....	108
<i>Anexo A. Encuesta realizada dentro de la organización.....</i>	<i>108</i>
<i>Anexo B. Resultados, recolección de datos por las diferentes áreas de Canpack Colombia SAS.</i>	<i>110</i>
<i>Anexo C. Resultados estadísticos por dimensión SCOR</i>	<i>111</i>
<i>Anexo D. Análisis de datos operación logística 2024-2025.....</i>	<i>112</i>

Lista de tablas

Tabla 1. Indicadores comparativos del sector de envases de aluminio en Colombia .	28
Tabla 2. Fases de la intervención, objetivos específicos e instrumentos de diagnóstico	48
Tabla 3. Matriz de trazabilidad entre objetivos, evidencia y resultados	50
Tabla 4. Análisis PESTEL aplicado a Canpack Colombia S.A.S.....	52
Tabla 5. Análisis de las Cinco Fuerzas de Porter aplicado a Canpack Colombia S.A.S.	54
Tabla 6. Composición de la muestra por grupo participante	58
Tabla 7. Ficha técnica de la intervención empresarial	59
Tabla 8. Benchmarking de indicadores logísticos	60
Tabla 9. Identificación, clasificación y vinculación de variables con objetivos específicos	62
Tabla 10. Distribución del instrumento diagnóstico por macroproceso SCOR	64
Tabla 11. Componentes estructurales del plan de intervención	76
Tabla 12. Indicadores ambientales propuestos para la cadena de suministro	76
Tabla 13. Actividades de implementación del modelo S&OP.....	79
Tabla 14. Análisis de causalidad de brechas y acciones de intervención	80
Tabla 15. Supuestos utilizados para la proyección de beneficios del modelo S&OP	82
Tabla 16. Modelo de evaluación de proveedores	83
Tabla 17. Matriz de evaluación multicriterio de proveedores mediante AHP.....	86
Tabla 18. Sistema de indicadores operativos propuesto.....	88
Tabla 19. Roadmap de transición hacia aluminio reciclado	89
Tabla 20. Plan de gestión del cambio	91
Tabla 21. Matriz de riesgos del plan de intervención	92

Tabla 22. Estimación CAPEX del plan..... 92

Tabla 23. Cronograma general del plan..... 93

Tabla 24. Escenarios de sensibilidad financiera 94

Tabla 25. Estado actual y estado objetivo 95

Tabla 26. Resultados esperados del plan..... 96

Lista de Figuras

Pág.

Figura 1. Proceso de selección de proveedores mediante AHP	85
---	----

Introducción

La gestión estratégica de la cadena de suministro (Supply Chain Management, SCM) se ha consolidado como un campo clave dentro de la gerencia de proyectos y la competitividad organizacional, particularmente en industrias manufactureras con alta dependencia de insumos importados. En este contexto, la presente intervención empresarial se enmarca en la línea de investigación de logística y cadena de suministro, con énfasis en el diseño y optimización de modelos estratégicos basados en estándares internacionales como el Supply Chain Operations Reference Model (SCOR). Este enfoque permite integrar procesos, métricas y mejores prácticas para mejorar el desempeño logístico, reducir costos y fortalecer la resiliencia organizacional (APICS, 2017; Christopher, 2023).

A nivel global, la industria de envases de aluminio ha experimentado un crecimiento sostenido, impulsado por la demanda de bebidas y la preferencia por materiales reciclables y sostenibles. El mercado mundial de latas de aluminio alcanzó valores cercanos a los USD 49.7 mil millones en 2024, con proyecciones de crecimiento continuo en la próxima década (Aclaight, 2024). Sin embargo, este crecimiento se encuentra condicionado por la eficiencia de las cadenas de suministro, las cuales enfrentan desafíos asociados a la volatilidad de precios de materias primas, disrupciones logísticas y riesgos geopolíticos (Simchi-Levi et al., 2008; Chopra & Meindl, 2016).

En el contexto colombiano, la industria de envases metálicos presenta una alta dependencia de la importación de rollos de aluminio, principalmente desde China y Tailandia, que representan más del 60% del abastecimiento nacional. Esta dependencia genera vulnerabilidad frente a fluctuaciones cambiarias, costos logísticos elevados y limitaciones en infraestructura portuaria y vial, que pueden representar hasta el 17,9% del valor final del producto (Infobae, 2025; Legis Comex, 2024). Adicionalmente, el sector

opera en un entorno altamente concentrado, donde pocos actores dominan el mercado, lo que incrementa la presión competitiva en términos de eficiencia operativa y nivel de servicio.

El objeto de diagnóstico de la presente investigación es la cadena de suministro de Canpack Colombia S.A.S., específicamente en el contexto de la nueva planta proyectada en el Caribe colombiano. A pesar de contar con ventajas estratégicas como la cercanía a puertos internacionales, la organización enfrenta la ausencia de un modelo estructurado de supply chain que permita optimizar el abastecimiento de materia prima, reducir los tiempos de aprovisionamiento y mejorar la confiabilidad del servicio. El diagnóstico preliminar evidencia brechas significativas frente a estándares internacionales, tales como tiempos de abastecimiento superiores a los benchmarks del sector, niveles de servicio por debajo de lo esperado y una alta concentración de proveedores, lo que limita la resiliencia de la operación.

Desde una perspectiva analítica, el problema se configura en la falta de una arquitectura logística integrada que articule la planeación de la demanda, la gestión de proveedores, la optimización de inventarios y la selección eficiente de nodos logísticos. Esta situación restringe la capacidad de la organización para responder de manera ágil a las dinámicas del mercado, incrementa los costos logísticos y reduce su competitividad frente a empresas globales que operan bajo modelos de cadena de suministro de clase mundial (Mentzer et al., 2001; Lambert & Cooper, 2000).

En consecuencia, surge la necesidad de diseñar un modelo estratégico de cadena de suministro que permita mitigar riesgos, optimizar costos y mejorar el desempeño logístico, alineando la operación con estándares internacionales y principios de sostenibilidad. En este sentido, la pregunta de investigación que orienta el presente estudio es: ¿Cuál es el modelo de supply chain más adecuado para estructurar y

optimizar el abastecimiento de rollos de aluminio en una nueva operación de manufactura en el norte de Colombia, garantizando eficiencia, sostenibilidad y competitividad a nivel mundial?

Para dar respuesta a esta pregunta, el presente trabajo se estructura de la siguiente manera: en primer lugar, se presentan los objetivos y la justificación del estudio; posteriormente, se desarrolla el marco institucional y el análisis del sector; enseguida, se expone el marco de referencia teórico, incluyendo modelos de gestión de cadena de suministro; posteriormente, se describe el diseño metodológico y el diagnóstico organizacional; finalmente, se formula el plan de intervención, se presentan los resultados esperados y se concluye con recomendaciones estratégicas para la organización.

Objetivos

Objetivo General

Diseñar y validar un modelo estratégico de cadena de suministro para la nueva operación de manufactura de envases de aluminio de Canpack Colombia S.A.S. en el Caribe colombiano, orientado a optimizar los costos logísticos, reducir los tiempos de abastecimiento y mejorar el nivel de servicio bajo estándares internacionales de competitividad y sostenibilidad.

Objetivos Específicos

- Diagnosticar el desempeño actual de la cadena de suministro de Canpack Colombia S.A.S., mediante el análisis de indicadores de costos logísticos, tiempos de abastecimiento y nivel de servicio, utilizando como referencia estándares internacionales y mejores prácticas de la industria de envases de aluminio.
- Analizar los costos, tiempos de tránsito y riesgos logísticos asociados al abastecimiento internacional de rollos de aluminio para la operación proyectada de Canpack Colombia S.A.S., considerando la región Caribe colombiana como alternativa logística.
- Evaluar la capacidad y competitividad de la infraestructura logística del Caribe colombiano como nodo estratégico para el abastecimiento de materia prima de la nueva operación manufacturera.
- Diseñar un modelo estratégico de cadena de suministro basado en el marco SCOR, que optimice la configuración de proveedores, rutas de transporte y procesos logísticos de abastecimiento.
- Proponer lineamientos estratégicos de sostenibilidad y economía circular orientados a incrementar la incorporación de aluminio reciclado y reducir el impacto ambiental de la cadena de suministro.

Justificación

El presente proyecto es pertinente en el contexto actual de la industria de envases de aluminio, caracterizada por un crecimiento sostenido y una creciente presión por optimizar costos logísticos, fortalecer la sostenibilidad y mejorar la competitividad. De acuerdo con Aclaight (2024), el mercado mundial de envases de aluminio alcanzó un valor aproximado de USD 49,7 mil millones en 2024. En Colombia, la alta dependencia de aluminio importado y los costos logísticos, que pueden representar hasta el 17,9 % del valor del producto (Veritrade, 2024; Banco Mundial, 2023), hacen necesario el diseño de modelos estratégicos de cadena de suministro que incrementen la eficiencia operativa.

Desde la perspectiva empresarial, la investigación permitirá a Canpack Colombia S.A.S. fortalecer su competitividad mediante el diseño de un modelo estratégico que optimice los costos logísticos, reduzca los tiempos de abastecimiento y mejore el nivel de servicio para la nueva operación proyectada en la región Caribe.

Desde el ámbito académico, el estudio integra referentes como el modelo SCOR, la gestión estratégica de proveedores y la economía circular en un caso empresarial real, aportando conocimiento aplicado a un sector con limitada evidencia de investigaciones sobre el diseño de cadenas de suministro para la industria colombiana de envases de aluminio.

El proyecto se encuentra alineado con la línea de investigación en Logística y Cadena de Suministro de la Universidad EAN y fortalece la aplicación de metodologías de gerencia de proyectos para la solución de problemas organizacionales complejos mediante un enfoque basado en evidencia.

Finalmente, la investigación genera aportes sociales y ambientales al promover prácticas de economía circular, uso eficiente de recursos y reducción de la huella de carbono, en concordancia con los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Su viabilidad está

respaldada por el acceso a información operativa, el apoyo de la organización y las capacidades técnicas del equipo investigador.

Marco Institucional

Reseña Histórica y Perfil Corporativo

Canpack Colombia S.A.S. es la filial colombiana del Grupo Canpack, multinacional fundada en Polonia en 1992 con sede en Cracovia. El grupo se ha consolidado como uno de los principales fabricantes globales de envases metálicos y de vidrio para las industrias de bebidas y alimentos, con presencia en más de 20 países en Europa, Asia, África y América (Canpack Group, 2023). Su expansión internacional responde a una estrategia deliberada de seguir a clientes globales (principalmente grandes embotelladoras y cerveceras) y replicar modelos productivos estandarizados en mercados emergentes con alto potencial de crecimiento.

La entrada de Canpack al mercado colombiano en 2018 respondió a una oportunidad estructural: el crecimiento sostenido del consumo de bebidas envasadas y la insuficiente oferta local de latas de aluminio para satisfacer la demanda de Bavaria S.A., filial de AB InBev y mayor cervecera del país. La apertura de la planta en Tocancipá (Cundinamarca) implicó una inversión aproximada de USD 150 millones, constituyéndose en una de las apuestas industriales más significativas del sector manufacturero colombiano en la última década (Canpack Group, 2023). Desde su inicio, la operación fue concebida bajo un modelo B2B de alta especialización, con contratos de suministro de largo plazo que garantizaban una demanda base predecible.

En el periodo 2018–2024, la compañía alcanzó una capacidad instalada superior a 2.300 millones de latas anuales en presentaciones de 269 ml, 330 ml y 473 ml, además de tapas de aluminio y cierres metálicos para botellas de vidrio. Con aproximadamente 300 empleados directos e ingresos operacionales superiores a USD 167 millones, Canpack Colombia se consolida como un actor de relevancia dentro del tejido industrial de Cundinamarca y del sector manufacturero nacional (Superintendencia de Sociedades,

2024). Esta trayectoria refleja no solo la solidez del modelo de negocio, sino también la capacidad de la compañía para adaptarse a las condiciones del entorno colombiano, incluyendo los desafíos logísticos, regulatorios y cambiarios propios de una operación intensiva en importaciones.

Referentes Estratégicos: Misión, Visión y Valores Corporativos

Los referentes estratégicos de Canpack Group definen el marco ideológico que orienta las decisiones de la filial colombiana. La misión corporativa expresa el propósito de ser el aliado global elegido para soluciones de envases sostenibles e innovadoras, mientras que su visión plantea redefinir lo posible en el empaque para consumidores, empresas y el planeta (Canpack Group, 2023). Estos enunciados no son declaraciones retóricas: materializan una estrategia competitiva híbrida que combina diferenciación tecnológica con eficiencia en costos, y que en Colombia se traduce en la alineación directa con los compromisos de sostenibilidad y economía circular de Bavaria y AB InBev.

Los valores corporativos: innovación, calidad, integridad, respeto, trabajo en equipo y seguridad; configuran una cultura organizacional orientada a la excelencia operativa y al cumplimiento de estándares internacionales. Desde una perspectiva crítica, sin embargo, la implementación efectiva de estos valores enfrenta tensiones estructurales en el contexto colombiano: la alta concentración de ingresos en un cliente dominante limita la autonomía estratégica de la filial y puede subordinar decisiones de innovación y sostenibilidad a las prioridades del cliente principal. Esta condición refuerza la necesidad de diversificar la base de clientes y fortalecer la resiliencia de la cadena de suministro como palancas de sostenibilidad competitiva a largo plazo.

Asimismo, la estrategia híbrida de Canpack (diferenciación por calidad y sostenibilidad, eficiencia en costos mediante economías de escala globales) depende

críticamente de la eficiencia de la cadena de suministro. Una disrupción logística, un incremento en fletes internacionales o una depreciación del peso colombiano impactan directamente la estructura de costos y, en consecuencia, la viabilidad del modelo.

Esta interdependencia entre los referentes estratégicos corporativos y el desempeño logístico evidencia la necesidad de fortalecer la cadena de suministro como un factor clave para el cumplimiento de los objetivos organizacionales y la consolidación de la ventaja competitiva de Canpack Colombia S.A.S.

Estructura Organizacional y Modelo de Gobierno Corporativo

Canpack Colombia opera bajo un modelo funcional tradicional, encabezado por una Gerencia General que articula las áreas de Operaciones, Logística y Compras, Finanzas, Recursos Humanos, Calidad, Ventas y Tecnología. Esta estructura refleja la lógica de una planta de manufactura intensiva donde la eficiencia operativa y la gestión de la cadena de suministro son los ejes centrales del desempeño (Canpack Group, 2023).

Desde una perspectiva analítica, la estructura organizacional de Canpack Colombia presenta un esquema de centralización estratégica combinado con descentralización operativa. Las decisiones de inversión de capital, negociación global con proveedores de aluminio y lineamientos tecnológicos se establecen desde la casa matriz en Polonia, lo que permite aprovechar economías de escala y estandarización internacional. Sin embargo, la filial colombiana conserva autonomía táctica en la programación de producción, la coordinación logística local y la selección de operadores de transporte y agentes aduaneros.

Esta dualidad genera ventajas competitivas evidentes en poder de negociación con grandes proveedores globales, pero también introduce rigideces operativas ante contingencias locales: congestiones portuarias en Cartagena o Barranquilla, variaciones

en regulaciones aduaneras o cambios abruptos en tiempos de tránsito desde Asia. La literatura especializada señala que las estructuras organizacionales con alta centralización de decisiones estratégicas pueden limitar la agilidad de respuesta en cadenas de suministro con alta exposición a riesgos externos (Chopra & Meindl, 2016). En consecuencia, el fortalecimiento de la integración transversal entre las áreas de Planeación, Compras y Logística emerge como una necesidad organizacional concreta para mejorar la resiliencia operativa.

El área de Logística y Compras desempeña un rol particularmente crítico en la estructura, pues gestiona el abastecimiento de rollos de aluminio importados (principal materia prima, que representa más del 70 % del costo de producción), coordina procesos aduaneros, almacenamiento y transporte interno. La eficiencia de este departamento determina directamente la competitividad de toda la operación, haciendo de su optimización un imperativo estratégico más que una mejora incremental.

Portafolio de Productos y Propuesta de Valor

El portafolio de Canpack Colombia está concentrado en tres categorías de productos:

- Latas de aluminio en presentaciones de 269 ml, 330 ml y 473 ml, que representan el mayor volumen de producción.
- Tapas de aluminio para sellado de latas.
- Cierres metálicos para botellas de vidrio.

La propuesta de valor de la compañía en el mercado B2B no se sustenta en una marca de consumo masivo, sino en atributos que resultan determinantes para grandes embotelladoras: la consistencia en calidad del material conforme a especificaciones técnicas internacionales, la confiabilidad en tiempos de entrega (OTIF), la capacidad de personalización gráfica para campañas de clientes, y el compromiso con estándares de

sostenibilidad y reciclabilidad (Canpack Group, 2023). El aluminio, como material 100 % reciclable sin pérdida de propiedades, representa una ventaja estructural frente a otros tipos de envases en el marco de las agendas ESG (Environmental, Social and Governance) de los grandes fabricantes de bebidas (Ecomena, 2023).

Desde una perspectiva crítica, la alta concentración del portafolio en un segmento de producto y en un cliente dominante configura un perfil de riesgo relevante. La dependencia de Bavaria S.A. como cliente principal genera estabilidad de demanda en el corto plazo, pero limita la diversificación de ingresos y aumenta la vulnerabilidad ante cambios estratégicos del cliente, renegociaciones contractuales o disrupciones en sus propios planes de producción. Esta condición es consistente con lo señalado por Porter (2008) respecto al alto poder de negociación de compradores concentrados en mercados oligopólicos, y refuerza la necesidad de diversificar progresivamente la base de clientes hacia el segmento de bebidas energizantes, refrescos y aguas, que registran tendencias de crecimiento acelerado en Colombia (Euromonitor International, 2024).

Posición en el Mercado y Análisis del Sector de Envases Metálicos en Colombia

Contexto Sectorial y Tendencias Globales

La industria global de envases de aluminio alcanzó un valor de mercado estimado de USD 49.700 millones en 2024, con una tasa de crecimiento anual compuesto proyectada del 3.2 % hasta 2034 (Aclaight, 2024). Este dinamismo está impulsado por tres tendencias convergentes: el aumento del consumo de bebidas envasadas en mercados emergentes, la preferencia creciente de consumidores e industria por materiales reciclables, y las presiones regulatorias que favorecen el aluminio frente a plásticos de un solo uso. En América Latina, Colombia se destaca como uno de los mercados con mayor potencial de crecimiento, dado el dinamismo de su industria cervecera y el incremento sostenido del consumo per cápita de bebidas en lata.

A nivel nacional, el consumo de cerveza representa aproximadamente el 37 % del total de bebidas consumidas (La Nota Económica, 2024), consolidando a las grandes cerveceras como los principales demandantes de latas de aluminio. El crecimiento de categorías adyacentes (bebidas energizantes, hidratantes y cervezas artesanales) amplía progresivamente el universo de demanda, diversificando las oportunidades para los fabricantes de envases. No obstante, esta ampliación también exige mayor flexibilidad productiva y logística para atender lotes más pequeños con mayor variedad de especificaciones.

Estructura Competitiva y Posición de Canpack Colombia

El mercado colombiano de latas de aluminio presenta una estructura oligopólica caracterizada por la concentración en dos actores principales: Canpack Colombia y Crown Colombia, que en conjunto controlan más del 70 % de la oferta nacional. Canpack ostenta una participación estimada del 35 %, mientras Crown Colombia lidera con aproximadamente el 40 % (Superintendencia de Sociedades, 2024). Esta estructura es consistente con las características señaladas por Porter (2008) para mercados con altas barreras de entrada: la magnitud de la inversión inicial (USD 150 millones en el caso de Canpack), la complejidad tecnológica del proceso de fabricación de latas y la existencia de contratos de suministro de largo plazo con grandes embotelladoras desincentivan el ingreso de nuevos competidores.

La siguiente tabla sintetiza los principales indicadores comparativos del sector y la posición relativa de Canpack Colombia:

Tabla 1.
Indicadores comparativos del sector de envases de aluminio en Colombia

Variable	Canpack Colombia	Crown Colombia	Referencia sector
Part. mercado latas Al.	~35 %	~40 %	Top 2 > 70 %
Capacidad instalada	>2.300 M latas/año	>2.500 M latas/año	Oligopolio
Ingresos operacionales	>USD 167 M	N/D	Alta concentración
Empleados directos	~300	N/D	Manufactura intensiva
Cliente principal	Bavaria (AB InBev)	Diversificado	B2B contractual
Origen del aluminio	China / Tailandia	China / EE. UU.	Importado >90 %

Nota. Elaboración propia con base en Canpack Group (2023), Superintendencia de Sociedades (2024) y Veritrade (2024). Los datos correspondientes a participación de mercado, capacidad instalada e ingresos operacionales fueron obtenidos de reportes corporativos y fuentes secundarias especializadas. Debido a la naturaleza estratégica de la información empresarial, algunos indicadores se presentan de forma aproximada o agregada con el fin de preservar la confidencialidad de la organización, sin afectar el análisis comparativo desarrollado en la investigación.

La información presentada en la Tabla 1 tiene como propósito caracterizar el contexto competitivo del sector y no realizar un análisis financiero de las organizaciones estudiadas. Por esta razón, cuando la información corporativa no se encuentra disponible públicamente, se recurrió a estimaciones construidas a partir de fuentes oficiales, reportes sectoriales y documentación empresarial, preservando en todo momento la confidencialidad de la información estratégica de las compañías analizadas.

Desde una perspectiva crítica, la posición de Canpack Colombia en el mercado es sólida pero estructuralmente vulnerable en dos dimensiones. En primer lugar, la alta concentración de ingresos en Bavaria S.A. (que representa la mayor parte de los ingresos operacionales) implica que cualquier cambio en las decisiones de

aprovisionamiento de este cliente podría comprometer la viabilidad financiera de la operación. En segundo lugar, la dependencia del aluminio importado (principalmente desde China y Tailandia, que concentran más del 60 % de las importaciones de rollos de aluminio en Colombia según Veritrade, 2024) expone a la empresa a riesgos cambiarios, geopolíticos y de volatilidad de precios internacionales referenciados en la Bolsa de Metales de Londres (LME).

Los costos de internación de mercancías pueden representar hasta el 17.9 % del valor del producto importado (Infobae, 2025), erosionando márgenes en una industria donde la competitividad en costos es determinante.

Expansión Estratégica hacia el Caribe Colombiano

Las condiciones analizadas evidencian la necesidad de diseñar un modelo estratégico de cadena de suministro que permita fortalecer el abastecimiento internacional de la nueva operación de Canpack Colombia S.A.S., incrementando la resiliencia, la competitividad logística y la sostenibilidad de la organización frente a los desafíos del entorno nacional e internacional.

Sin embargo, esta expansión introduce nuevos desafíos de gestión de cadena de suministro que trascienden la replicación del modelo de Tocancipá: requiere diseñar una red logística optimizada para las condiciones específicas del Caribe colombiano, evaluar la competitividad de los puertos de la región, definir la configuración óptima de proveedores y rutas de transporte internacional, e integrar consideraciones de sostenibilidad y economía circular en el modelo de abastecimiento. Es precisamente en este conjunto de necesidades donde el presente trabajo de grado encuentra su justificación más concreta y su aporte más directo a la organización.

Canpack Colombia en el Contexto del Estudio

La cadena de suministro de Canpack Colombia S.A.S. corresponde a una red logística internacional caracterizada por una alta dependencia de materias primas importadas, principalmente rollos de aluminio grado alimenticio provenientes de Asia y otros mercados internacionales. La estructura de la cadena inicia con proveedores globales de aluminio, continúa con el transporte marítimo hacia los principales puertos colombianos, el proceso de nacionalización aduanera, el transporte terrestre hasta las plantas de manufactura y culmina con la distribución de envases de aluminio a clientes del sector de bebidas.

La operación integra múltiples actores estratégicos, entre ellos proveedores internacionales, navieras, agentes de carga, agencias de aduanas, operadores logísticos, transportadores terrestres, puertos marítimos y clientes industriales. Debido a la naturaleza global del abastecimiento, la coordinación entre estos participantes resulta determinante para garantizar la continuidad operacional y minimizar riesgos asociados a tiempos de tránsito, disponibilidad de materia prima y costos logísticos.

Desde la perspectiva comercial, Canpack Colombia opera bajo un modelo B2B (Business to Business), suministrando envases de aluminio a grandes empresas del sector de bebidas mediante contratos de largo plazo. La compañía posee una capacidad instalada superior a 2.300 millones de latas por año y atiende principalmente el mercado nacional, con posibilidades de expansión hacia otros mercados de la región.

La nueva operación proyectada en el Caribe colombiano busca aprovechar la cercanía a los principales puertos del país para optimizar el abastecimiento internacional, reducir los tiempos de aprovisionamiento, disminuir costos logísticos y fortalecer la resiliencia de la cadena de suministro frente a las dinámicas del comercio internacional.

El análisis del marco institucional revela que Canpack Colombia es una empresa con fortalezas competitivas claras (tecnología avanzada, respaldo de un grupo multinacional, economías de escala y relaciones contractuales estables con clientes estratégicos) pero también con vulnerabilidades estructurales que demandan atención prioritaria: alta dependencia de un cliente dominante, exposición a riesgos logísticos y cambiarios derivados de la importación masiva de aluminio, y limitaciones en la flexibilidad operativa ante disrupciones externas.

La intersección entre estos factores configura el escenario donde la eficiencia y resiliencia de la cadena de suministro no son atributos deseables, sino condiciones necesarias para la supervivencia competitiva de la compañía. En este sentido, el diseño de un modelo estratégico de cadena de suministro para la nueva operación en el Caribe colombiano no constituye una mejora incremental, sino una intervención estructural orientada a preservar y fortalecer la posición competitiva de Canpack Colombia en el mediano y largo plazo.

Marco de Referencia

Gestión de la Cadena de Suministro: Fundamentos Conceptuales y Evolución

Teórica

La gestión de la cadena de suministro (Supply Chain Management, SCM) se define como la integración de los procesos empresariales clave desde el usuario final hasta los proveedores primarios que proporcionan productos, servicios e información con valor agregado para los clientes y demás grupos de interés (Lambert & Cooper, 2000). Esta definición fundacional ha sido ampliada por Mentzer et al. (2001), quienes identifican el SCM como un enfoque sistémico de coordinación inter-organizacional que trasciende la gestión individual de funciones para optimizar el desempeño colectivo de la cadena. Para Chávez y Torres-Rabello (2012), el SCM puede entenderse simultáneamente como esfuerzo colaborativo entre socios comerciales, estrategia de identificación de oportunidades, enfoque integrador del flujo producto-información-capital, y proceso de optimización orientado a la generación de valor sostenible para todos los actores de la red.

La efectividad de una cadena de suministro no se mide exclusivamente por indicadores de eficiencia operativa, sino también por su capacidad de adaptación ante disrupciones, su resiliencia estructural y su contribución a objetivos de sostenibilidad de largo plazo (Chopra & Meindl, 2016). Esta perspectiva resulta especialmente relevante en el contexto de la manufactura de envases de aluminio, donde la volatilidad de los precios internacionales del metal, los riesgos geopolíticos asociados a los principales países exportadores y las complejidades regulatorias del comercio exterior configuran un entorno de alta incertidumbre que exige capacidades dinámicas de gestión. Simchi-Levi et al. (2008) señalan que, en cadenas de suministro con alta dependencia de materias primas importadas, la integración vertical hacia atrás mediante alianzas estratégicas con

proveedores globales constituye un factor crítico para garantizar el abastecimiento confiable y competitivo.

La arquitectura de una cadena de suministro comprende múltiples niveles de complejidad interrelacionados: gestión de proveedores multinivel, planificación de la demanda, optimización de inventarios, logística de distribución y gestión de relaciones con clientes (Chopra & Meindl, 2016). La digitalización de estos procesos mediante tecnologías como el Internet de las Cosas (IoT), la inteligencia artificial y los sistemas de comunicación inteligentes genera ecosistemas automatizados, interconectados y adaptativos que mejoran la capacidad de respuesta ante variaciones del mercado (Barreto et al., 2017). En particular, la integración de plataformas digitales de planificación con los sistemas de ejecución logística como los módulos de gestión de compras en SAP, permite reducir los tiempos de ciclo y mejorar la trazabilidad de los materiales a lo largo de toda la cadena.

El Modelo SCOR como Marco de Diagnóstico y Optimización de Cadenas de Suministro

El modelo SCOR (Supply Chain Operations Reference) es el estándar de referencia más ampliamente adoptado para la gestión integral de cadenas de suministro, proporcionando una estructura unificada que vincula procesos operativos, métricas de desempeño, mejores prácticas de la industria y requerimientos de talento humano (APICS, 2017). Desarrollado originalmente por el Supply Chain Council en 1996 e integrado posteriormente al portafolio de APICS, el modelo ha evolucionado hasta su versión 12.0, que incorpora elementos de transformación digital, gestión de riesgos y sostenibilidad como componentes centrales de la excelencia operacional. Su adopción en contextos de manufactura intensiva en importaciones, como es el caso de la industria de

envases de aluminio, está justificada por su capacidad para comparar el desempeño organizacional con referentes internacionales mediante benchmarking estructurado.

El modelo SCOR organiza las operaciones de la cadena de suministro en seis macroprocesos: Planificar (Plan), Abastecer (Source), Fabricar (Make), Entregar (Deliver), Devolver (Return) y Habilitar (Enable). Cada macroproceso se evalúa mediante cinco atributos de desempeño: confiabilidad, capacidad de respuesta, agilidad, costos y eficiencia en la gestión de activos (CIPS, 2024). La confiabilidad se mide a través del cumplimiento perfecto de pedidos (Perfect Order Fulfillment) y la precisión de pronósticos; la capacidad de respuesta evalúa los tiempos del ciclo total de la cadena; la agilidad verifica la adaptabilidad ante variaciones de demanda o disrupciones externas; los costos analizan el desempeño financiero integral incluyendo gastos directos e indirectos; y la gestión de activos evalúa la rotación de inventarios y el retorno sobre el capital empleado. La implementación del modelo SCOR permite a las organizaciones identificar brechas de desempeño respecto a los mejores de su clase (best-in-class), establecer metas cuantificables y formular planes de mejora fundamentados en evidencia.

La digitalización de procesos SCOR mediante tecnologías emergentes abre nuevas posibilidades para la creación de ventajas competitivas. Ehie y Ferreira (2019) demuestran, en un estudio publicado en el International Journal of Production Economics, que la digitalización de la cadena de suministro mejora significativamente las capacidades operacionales cuando se combina con una visión basada en recursos de la empresa, generando un efecto transformacional sobre el rendimiento. La adopción de blockchain para la trazabilidad, inteligencia artificial para la planificación de la demanda y analítica avanzada para la gestión de inventarios permite materializar los atributos de

confiabilidad y agilidad del modelo SCOR en entornos de alta complejidad logística, como el abastecimiento intercontinental de rollos de aluminio desde Asia hacia Colombia.

Pronósticos de Demanda y Modelado Predictivo: Estrategias para la Optimización del Abastecimiento

El pronóstico de la demanda constituye el proceso mediante el cual las organizaciones estiman los volúmenes de consumo futuros con el propósito de alinear las decisiones de abastecimiento, producción, inventario y distribución (Chopra & Meindl, 2016). En la industria de envases de aluminio, la precisión del pronóstico de rollos de aluminio es determinante para optimizar el abastecimiento internacional, controlar los niveles de inventario en tránsito y evitar tanto quiebres de stock que paralizan la producción, como exceso de inventario que inmoviliza capital de trabajo e incrementa los costos de almacenamiento. La complejidad del pronóstico en este sector está condicionada por la estacionalidad del consumo de bebidas, las promociones comerciales de los clientes estratégicos y la variabilidad en los tiempos de tránsito marítimo desde Asia.

Las técnicas cuantitativas de pronóstico más empleadas en entornos industriales incluyen los modelos de series temporales ARIMA, el suavizamiento exponencial (ETS) y los métodos basados en descomposición de componentes estacionales, que ofrecen alta interpretabilidad y buen desempeño en series con patrones estables y bien definidos. Sin embargo, Tadayonrad y Balle Ndiaye (2023) proponen un modelo basado en indicadores clave de desempeño (KPI) para la selección de técnicas de pronóstico en cadenas de suministro, demostrando que los enfoques de aprendizaje automático (XGBoost, Random Forest, redes LSTM) superan a los métodos clásicos cuando la demanda presenta no linealidades y relaciones complejas con variables exógenas. La práctica académica contemporánea recomienda evaluar múltiples familias de modelos mediante validación

fuera de muestra y comparar métricas de error como el MAPE (Mean Absolute Percentage Error) y el RMSE (Root Mean Square Error) antes de seleccionar la técnica operativa.

Para horizontes de planificación estratégica que superan el trimestre, Khakdaman et al. (2024) evidencian que la combinación de dinámica de sistemas (System Dynamics) con analítica de series temporales permite modelar retroalimentaciones estructurales de largo plazo, como el efecto de las políticas de reciclaje, las variaciones en el precio internacional del aluminio y la inversión en capacidad productiva sobre la oferta y la demanda futura. Este enfoque genera escenarios más completos y útiles para la planificación del capital (CAPEX) y las políticas de abastecimiento de largo plazo. La implementación práctica en Canpack Colombia requiere distinguir dos horizontes complementarios: el operativo (1–12 meses), atendido mediante modelos ETS o Prophet con recalibración continua; y el estratégico (1–5 años), sustentado en modelos de dinámica de sistemas que incorporen drivers macroeconómicos como los precios de la Bolsa de Metales de Londres y las políticas ambientales colombianas.

Gestión Estratégica de Proveedores: Selección, Negociación y Construcción de Resiliencia

La gestión estratégica de proveedores es una variable determinante del desempeño competitivo en cadenas de suministro con alta dependencia de materias primas críticas. El modelo de portafolio de compras propuesto por Kraljic (1983), publicado en *Harvard Business Review*, clasifica los insumos según dos dimensiones: su impacto financiero en el negocio y el riesgo de suministro asociado. Esta clasificación permite desarrollar estrategias diferenciadas para cada categoría de compra para insumos estratégicos de alto impacto y riesgo como los rollos de aluminio en grado

alimenticio para Canpack Colombia, la estrategia recomendada es la colaboración de largo plazo con proveedores calificados, la diversificación geográfica de fuentes y la construcción de relaciones de valor compartido. Monczka et al. (2021) actualizan este enfoque destacando la necesidad de incorporar cláusulas de sostenibilidad, analítica avanzada para la evaluación de proveedores y métricas de desempeño compartidas.

La concentración geográfica del suministro de aluminio representa un riesgo estructural relevante para la industria colombiana de envases. China y Tailandia concentran más del 60 % de las importaciones de rollos de aluminio en Colombia (Veritrade, 2024), exponiendo a los fabricantes a riesgos de dependencia, disrupciones logísticas y fluctuaciones en los precios internacionales. Drachal y Jędrzejewska (2025) demuestran, en un estudio publicado en *Resources Policy*, que la volatilidad del precio del aluminio puede afectar significativamente los márgenes de operación en industrias intensivas en este insumo, y proponen modelos de pronóstico de precios de materias primas que permiten a las empresas anticipar exposiciones financieras y negociar contratos con mayor fundamento analítico. En este contexto, la negociación estratégica con proveedores se convierte en una herramienta esencial no solo para reducir costos, sino para asegurar continuidad operativa ante disrupciones del mercado global.

Las prácticas de gestión de proveedores más efectivas en entornos de alta volatilidad incluyen: contratos de largo plazo con cláusulas de precio indexado a la LME más un margen fijo, que estabilizan el costo de la materia prima; la diversificación hacia al menos dos o tres orígenes geográficos para reducir la dependencia de un mercado único; y cláusulas de flexibilidad en volumen que permitan ajustar las órdenes de compra ante cambios en la demanda o disrupciones logísticas (Monczka et al., 2021). Ruiz Torres et al. (2023) aportan evidencia empírica sobre la determinación del número óptimo de proveedores y la duración de los ciclos de suministro, concluyendo que la

diversificación moderada (con dos a cuatro proveedores calificados por insumo crítico) maximiza la resiliencia sin sacrificar las economías de escala asociadas a contratos de alto volumen.

Logística Internacional e Incoterms: Gestión de Costos y Riesgos en el Comercio Exterior

El comercio internacional de materias primas industriales exige una asignación precisa de responsabilidades, costos y riesgos entre vendedor y comprador en cada etapa del transporte. Los Incoterms (International Commercial Terms), publicados por la Cámara de Comercio Internacional (CCI) y vigentes en su versión 2020, son el conjunto de reglas reconocidas globalmente que determinan el punto de transferencia de riesgos y la distribución de costos logísticos entre las partes contratantes. Davis y Vogt (2021) advierten que una selección inadecuada de Incoterm puede derivar en costos ocultos, demoras operativas, disputas contractuales y pérdidas financieras no previstas, subrayando que estos términos constituyen herramientas estratégicas de control de rentabilidad, no simples formalidades jurídicas.

Para fabricantes de envases metálicos que dependen de importaciones intercontinentales de rollos de aluminio como Canpack Colombia en su nueva operación del Caribe, la correcta gestión de Incoterms es un componente crítico del control de costos logísticos totales. Sugiono et al. (2023) demuestran empíricamente que las empresas que dominan la aplicación de Incoterms y desarrollan recursos relacionales robustos con sus socios logísticos obtienen ventajas competitivas operativas medibles, incluyendo menor variabilidad en costos de transporte y mayor predictibilidad en los tiempos de entrega. Ghoubach y El Amine (2024) complementan este hallazgo señalando que las estrategias logísticas más exitosas consolidan todos los costos de importación (embalaje, manipulación portuaria, impuestos, aranceles y transporte interno)

desde la fase de negociación contractual, minimizando sorpresas en la estructura de costos de la última milla.

Infraestructura Logística del Caribe Colombiano: Oportunidades y Restricciones

Estructurales

La posición geoestratégica de Colombia, con acceso simultáneo a los océanos Pacífico y Atlántico, le otorga un potencial competitivo significativo como nodo de articulación en las cadenas de suministro regionales y globales. Los puertos del Caribe colombiano (Cartagena, Barranquilla y Santa Marta) concentran una fracción importante del movimiento de importaciones del país y representan puntos de entrada naturales para el abastecimiento de materias primas provenientes de Asia, dada su conectividad directa con las principales rutas marítimas transatlánticas. El Banco Mundial ubica a Colombia en la posición 66 de 139 países en el Índice de Desempeño Logístico (LPI) 2023, con fortalezas relativas en infraestructura portuaria y rezagos significativos en conectividad terrestre y eficiencia de procesos aduaneros (Banco Mundial, 2023).

No obstante, el potencial portuario, el sistema logístico colombiano enfrenta desafíos estructurales que incrementan los costos totales de importación. Los sobrecostos asociados a la congestión portuaria, los tiempos de espera en patios de contenedores y la variabilidad en los procesos de nacionalización representan una desventaja competitiva sistémica para la industria manufacturera nacional. Analdex (2024) destaca la necesidad de incrementar la inversión en capacidad portuaria, incorporar tecnologías de digitalización y automatización en las terminales, y fortalecer la articulación público-privada para modernizar la infraestructura existente. En este contexto, las zonas francas del Caribe colombiano ofrecen una alternativa relevante: permiten importar insumos con suspensión de tributos, almacenarlos y transformarlos

antes de su nacionalización, reduciendo la carga financiera del inventario en tránsito y mejorando la flexibilidad operativa (Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, 2025).

La gestión aduanera constituye un factor de competitividad frecuentemente subestimado en la planificación de cadenas de suministro. La Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales (DIAN) ha avanzado en la implementación de sistemas digitales MUISCA y el programa de Operador Económico Autorizado (OEA) que agilizan los procesos de comercio exterior para empresas con historial de cumplimiento (DIAN, 2024). La puesta en marcha del Acuerdo de Facilitación del Comercio de la OMC (Organización Mundial del Comercio) (2024) ha impulsado adicionalmente la adopción de la ventanilla única de comercio exterior y plataformas de intercambio electrónico de información entre autoridades de frontera. Para las empresas manufactureras, comprender y aprovechar estos instrumentos no solo representa cumplimiento regulatorio, sino una ventaja competitiva concreta en términos de menores tiempos de nacionalización y mayor predictibilidad operativa.

El Plan Maestro de Transporte Intermodal (PMTI) 2021–2051, con una inversión proyectada de \$240 billones de pesos durante tres décadas, contempla la integración de carreteras, ferrocarriles, vías fluviales y transporte marítimo en una red multimodal articulada (Departamento Nacional de Planeación [DNP], 2023). Para la región Caribe, este plan abre perspectivas de mejora en la conectividad entre los puertos y las zonas industriales del interior, reduciendo los costos y tiempos de transporte interno que actualmente representan una de las principales brechas de competitividad logística del país.

Indicadores de Desempeño Logístico: Sistemas de Medición para la Excelencia

Operativa

Los indicadores de desempeño logístico empleados en esta investigación se estructuran a partir de los atributos de desempeño definidos por el modelo Supply Chain Operations Reference (SCOR), previamente descritos en el marco de referencia. Con base en dichos atributos se seleccionaron indicadores clave de desempeño (KPI), como OTIF (On Time In Full), lead time, rotación de inventarios, costos logísticos, nivel de servicio y desempeño de proveedores, los cuales permiten evaluar de manera integral la eficiencia, capacidad de respuesta y resiliencia de la cadena de suministro de Canpack Colombia S.A.S. Esta selección asegura la alineación entre el diagnóstico realizado y las estrategias de mejora propuestas para la organización (ASCM, 2022; Christopher, 2023).

Indicadores De Desempeño Y Gestión Estratégica De La Cadena De Suministro

La medición del desempeño se ha convertido en un elemento esencial para gestionar cadenas de suministro cada vez más complejas y expuestas a riesgos globales. En industrias manufactureras con alta dependencia de importaciones, como la producción de envases de aluminio, los indicadores no solo permiten controlar la operación logística, sino también evaluar la capacidad de la organización para responder de manera eficiente, rentable y sostenible a las dinámicas del mercado.

En este contexto, el Balanced Scorecard (BSC) plantea una visión integral de la gestión empresarial al conectar los resultados operativos con los objetivos estratégicos de la organización, incorporando perspectivas financieras, comerciales, operativas y de aprendizaje organizacional (Kaplan & Norton, 1996). Aplicado a la cadena de suministro, este enfoque facilita la alineación entre los indicadores logísticos y las metas corporativas, permitiendo una gestión más coherente y orientada a la generación de valor.

Para empresas con operaciones intensivas en comercio exterior, los KPI deben ir más allá de las métricas tradicionales de costos y servicio. Variables como tiempos de nacionalización, cumplimiento OTIF, lead time de abastecimiento, confiabilidad de proveedores y costos logísticos totales adquieren un papel estratégico debido a su impacto directo sobre la continuidad operativa y la competitividad del negocio (Christopher, 2016; Gunasekaran & Kobu, 2007).

Adicionalmente, la evolución tecnológica ha transformado la forma en que las organizaciones monitorean y analizan el desempeño logístico. El uso de herramientas de business intelligence y analítica avanzada permite visualizar información en tiempo real, mejorar la capacidad de reacción y facilitar decisiones basadas en datos (Wamba et al., 2017). En consecuencia, modelos de visibilidad operacional tipo Control Tower se consolidan como herramientas clave para fortalecer la trazabilidad, la resiliencia y el control integral de la cadena de suministro.

Economía Circular Y Logística Sostenible: Hacia Un Modelo De Cadena De Suministro Regenerativo

La sostenibilidad se ha convertido en uno de los principales desafíos estratégicos para las cadenas de suministro globales. En respuesta a las presiones ambientales, regulatorias y sociales, las organizaciones han comenzado a migrar desde modelos lineales tradicionales hacia esquemas de economía circular orientados a reducir residuos, optimizar recursos y prolongar el ciclo de vida de los materiales (García-Buendía et al., 2024).

En la industria de envases de aluminio, este enfoque adquiere una relevancia particular debido a las propiedades del material, que puede reciclarse de manera indefinida sin perder sus características técnicas. Esto convierte al aluminio en un recurso altamente estratégico dentro de los modelos de producción sostenible. Además

de disminuir el impacto ambiental, la incorporación de aluminio reciclado representa una oportunidad para reducir dependencia de materia prima virgen y fortalecer la estabilidad del abastecimiento.

La transición hacia cadenas de suministro más sostenibles requiere no solo cambios operativos, sino también una transformación en la forma en que los diferentes actores de la red colaboran e intercambian información. Aspectos como trazabilidad, logística inversa, integración tecnológica y gestión eficiente de residuos se convierten en elementos fundamentales para consolidar modelos regenerativos y sostenibles (Ji-Hyland et al., 2025).

En el caso colombiano, las nuevas tendencias regulatorias asociadas a sostenibilidad y responsabilidad extendida del productor, sumadas a los compromisos ESG asumidos por grandes compañías del sector bebidas, generan un entorno favorable para avanzar hacia modelos de abastecimiento circular. Bajo este escenario, la sostenibilidad deja de ser únicamente un componente reputacional y pasa a convertirse en una fuente de competitividad y diferenciación estratégica dentro de la cadena de suministro.

Síntesis Integradora Y Conexión Con La Intervención Empresarial

El análisis desarrollado permite evidenciar que la competitividad de las industrias manufactureras ya no depende exclusivamente de su capacidad productiva, sino de la capacidad de construir cadenas de suministro integradas, resilientes y sostenibles. En este sentido, el modelo SCOR proporciona una base metodológica sólida para diagnosticar y optimizar procesos logísticos, mientras que herramientas complementarias como la planeación integrada, la gestión estratégica de proveedores, los KPI y la economía circular fortalecen la capacidad de adaptación frente a escenarios de alta incertidumbre.

Para Canpack Colombia, esta integración resulta especialmente relevante debido a la alta dependencia de importaciones de aluminio, la exposición a riesgos logísticos internacionales y la creciente presión del mercado por adoptar prácticas sostenibles. Por esta razón, la propuesta desarrollada en esta investigación busca articular eficiencia operativa, resiliencia logística y sostenibilidad bajo un modelo estratégico de cadena de suministro alineado con estándares internacionales de competitividad.

Diseño Metodológico

Enfoque de la Intervención Empresarial

El presente trabajo se estructura como una intervención empresarial aplicada, orientada a resolver un problema organizacional concreto: diseñar un modelo estratégico de cadena de suministro para la nueva operación de manufactura de envases de aluminio de Canpack Colombia S.A.S. en la región Caribe, con el propósito de reducir costos logísticos totales, disminuir tiempos de abastecimiento y mejorar el nivel de servicio, con horizonte de implementación al año 2026. En consecuencia, el trabajo no pretende generar conocimiento generalizable ni realizar inferencias estadísticas de carácter poblacional, sino producir un diagnóstico organizacional riguroso que fundamente una propuesta de solución estratégica con aplicación directa en la empresa.

El enfoque de la intervención integra dos dimensiones complementarias de análisis. La primera es cuantitativa: comprende la medición de indicadores de costo logístico total (USD/tonelada), tiempo promedio de abastecimiento (días), nivel de servicio OTIF (%), capacidad portuaria (TEUs/año) y huella de carbono (toneladas CO₂ eq), obtenidos tanto de registros operativos internos de la empresa como de fuentes secundarias de comercio exterior. La segunda es cualitativa: recoge las percepciones, experiencias y juicios de actores estratégicos de la cadena de suministro mediante entrevistas semiestructuradas, cuyo análisis permite comprender los factores causales detrás de los indicadores cuantitativos y enriquecer el diagnóstico con conocimiento tácito de los procesos. La triangulación de ambas dimensiones garantiza una comprensión más robusta e integral del problema que se interviene.

El razonamiento que estructura la intervención es deductivo: parte de los marcos teóricos consolidados presentados en el marco de referencia, el modelo SCOR (APICS, 2017), la gestión estratégica de proveedores (Kraljic, 1983; Monczka et al., 2021), los

principios de economía circular (García-Buendía et al., 2024) y los sistemas de KPI logísticos (Kaplan & Norton, 1996), para aplicarlos al diagnóstico específico del contexto de Canpack Colombia y derivar de allí una propuesta de mejora concreta, medible y operacionalmente viable. El diagnóstico se llevará a cabo durante el primer semestre de 2026, período en el que se establecerá la línea base de desempeño que servirá como fundamento para el diseño del modelo estratégico.

Modelo Seleccionado para el Diagnóstico: SCOR versión 12.0

La herramienta metodológica central de la intervención es el modelo SCOR (Supply Chain Operations Reference), versión 12.0, desarrollado por APICS Supply Chain Council (2017). Su elección sobre otros modelos de diagnóstico organizacional como el modelo de madurez de la gestión organizacional (MMGO), modelo de preparación para el futuro de la producción (readiness for the future of production assessment – RISE) o el análisis del Modelo de negocio organizacional (organizational business model – OBM), responde a tres razones fundamentales: primero, el modelo SCOR está diseñado específicamente para diagnosticar y optimizar cadenas de suministro, lo que lo hace idóneo para el objeto de intervención de este trabajo; segundo, provee un lenguaje y una estructura estandarizados que permiten comparar el desempeño de Canpack Colombia con referentes internacionales del sector mediante benchmarking; y tercero, su arquitectura de procesos, métricas, mejores prácticas y requerimientos de capacidades ofrece un mapa completo para formular la propuesta de mejora en todas las dimensiones relevantes de la cadena.

El modelo SCOR organiza las operaciones de la cadena de suministro en seis macroprocesos: Planificar (Plan), Abastecer (Source), Fabricar (Make), Entregar (Deliver), Devolver (Return) y Habilitar (Enable). Cada macroproceso se evalúa mediante cinco atributos de desempeño: confiabilidad (reliability), capacidad de respuesta

(responsiveness), agilidad (agility), costos (cost) y eficiencia en la gestión de activos (asset management efficiency). El diagnóstico SCOR opera en tres niveles de profundidad: el nivel 1 establece el alcance y los objetivos estratégicos de la cadena; el nivel 2 configura las categorías de proceso; y el nivel 3 define los elementos de proceso, las métricas específicas y las mejores prácticas asociadas. Para esta intervención, el diagnóstico se desarrollará en los niveles 1 y 2, con profundización en los procesos Plan y Source por ser los más directamente relacionados con las oportunidades de mejora identificadas en el abastecimiento internacional de rollos de aluminio.

El procedimiento de aplicación del modelo SCOR en esta intervención sigue cinco etapas secuenciales. En la primera, se levanta la información operativa disponible (registros de importación, KPI históricos, costos logísticos) para construir la línea base cuantitativa. En la segunda, se aplica el instrumento diagnóstico basado en los macroprocesos SCOR para medir el nivel de madurez de cada proceso en una escala de 1 a 5, donde 1 corresponde a procesos ad hoc sin estandarización y 5 a procesos optimizados y continuamente mejorados. En la tercera, se compara el desempeño actual con los estándares de la industria y con los resultados de otras plantas del Grupo Canpack, identificando las brechas más significativas. En la cuarta, se priorizan las brechas según su impacto potencial en costos, tiempos y nivel de servicio, y su factibilidad de intervención en el horizonte temporal del proyecto. En la quinta, los hallazgos se integran en el modelo estratégico propuesto, que incluye la configuración óptima de proveedores, nodos logísticos y rutas de transporte.

Fases de la Intervención y su Relación con los Objetivos Específicos

La intervención se desarrolla en seis fases secuenciales, cada una diseñada para atender uno o más objetivos específicos del trabajo. Esta articulación garantiza que cada actividad metodológica contribuya de manera directa y trazable a la solución del

problema organizacional identificado. La Tabla 2 presenta la correspondencia entre fases, actividades principales, objetivos específicos e instrumentos aplicados.

Tabla 2.

Fases de la intervención, objetivos específicos e instrumentos de diagnóstico

Fase	Actividad principal	Objetivo específico que atiende	Instrumentos y técnicas
1	Revisión documental y análisis sectorial	OE1 – Diagnosticar el desempeño actual de la cadena de suministro mediante indicadores de costo, tiempo y nivel de servicio	Análisis de fuentes secundarias: estadísticas de comercio exterior, reportes sectoriales, bases de datos institucionales
2	Análisis del entorno externo (PESTEL y Cinco Fuerzas de Porter)	OE1 – Identificar brechas frente a estándares internacionales y mejores prácticas del sector	Análisis documental, matrices PESTEL y Porter, fuentes oficiales (Banco Mundial, DANE, DIAN, OMC)
3	Diagnóstico interno mediante modelo SCOR (niveles de madurez y brechas)	OE2 y OE3 – Analizar costos unitarios, tiempos de tránsito, riesgos y capacidad portuaria	Encuesta diagnóstica SCOR, entrevistas semiestructuradas, análisis de datos operativos internos
4	Recolección de información primaria	OE1, OE2 y OE3 – Medir indicadores de desempeño logístico con evidencia de primera mano	Encuesta escala Likert (20 ítems), entrevistas semiestructuradas, revisión de registros de importación
5	Análisis de resultados, benchmarking y simulación de escenarios	OE2 y OE3 – Modelar escenarios logísticos alternativos y evaluar infraestructura del Caribe colombiano	Estadística descriptiva (Excel / Power BI), simulación de escenarios de costos y tiempos, benchmarking sectorial
6	Formulación del modelo estratégico de cadena de suministro	OE4 y OE5 – Diseñar el modelo SCOR integral y proponer lineamientos de sostenibilidad y economía circular	Diseño del modelo, proyección de indicadores, propuesta de lineamientos ESG alineados con ODS 12

Nota. OE = Objetivo Específico. Elaboración propia con base en APICS (2017) y los

objetivos del trabajo de grado.

Si bien los modelos MMGO, RISE y OBM aportan herramientas relevantes para el fortalecimiento organizacional, el análisis de la competitividad industrial y la estructuración del modelo de negocio, respectivamente, presentan limitaciones frente al objetivo específico de esta investigación. El MMGO se orienta a evaluar el nivel de madurez de la gestión organizacional, sin profundizar en la integración de los procesos logísticos de la cadena de suministro. Por su parte, el RISE evalúa la preparación de los países y sectores industriales para afrontar los desafíos de la manufactura del futuro, constituyendo un marco de referencia de carácter macroeconómico que no proporciona herramientas para el diseño operativo de la cadena de suministro. Finalmente, el OBM se enfoca en la creación y captura de valor desde la perspectiva del modelo de negocio organizacional, sin desarrollar metodologías específicas para la gestión de abastecimiento, inventarios, transporte y distribución.

En contraste, el modelo Supply Chain Operations Reference (SCOR) integra de manera sistemática los procesos de planificación (Plan), abastecimiento (Source), producción (Make), distribución (Deliver), devoluciones (Return) y habilitadores (Enable), incorporando indicadores de desempeño, mejores prácticas y criterios de evaluación ampliamente reconocidos en la gestión de cadenas de suministro. Estas características permiten abordar de manera integral los objetivos de la presente investigación, justificando su selección como marco metodológico para el diseño del modelo estratégico de cadena de suministro propuesto (ASCM, 2022; Christopher, 2023).

Las Fases 1 y 2 construyen el contexto externo que condiciona el diseño de la cadena de suministro, atendiendo al primer objetivo específico mediante el diagnóstico sectorial y el análisis del macroentorno. La Fase 3 constituye el núcleo del diagnóstico organizacional: aplica el modelo SCOR para mapear el estado actual de los procesos logísticos de Canpack Colombia y compararlo con estándares internacionales,

respondiendo a los objetivos 2 y 3. Las Fases 4 y 5 consolidan la evidencia empírica mediante instrumentos primarios y el procesamiento analítico de los resultados, incluyendo la simulación de escenarios logísticos alternativos que proyectan reducciones en costos y tiempos. La Fase 6 sintetiza todos los hallazgos en el modelo estratégico integral, respondiendo a los objetivos 4 y 5 del trabajo.

Con el propósito de fortalecer la trazabilidad metodológica del estudio y evidenciar el cumplimiento de cada uno de los objetivos específicos, se presenta la siguiente matriz, en la cual se relacionan los objetivos de investigación con las fuentes de información, las técnicas empleadas y los resultados obtenidos. Esta articulación permite verificar que las conclusiones y el modelo estratégico propuesto se sustentan en evidencia empírica y documental suficiente, respetando los criterios de confidencialidad establecidos por la organización.

Tabla 3.
Matriz de trazabilidad entre objetivos, evidencia y resultados

Objetivo específico	Evidencia utilizada	Instrumentos/Técnicas	Resultado obtenido
OE1. Diagnosticar el desempeño actual de la cadena de suministro.	Indicadores logísticos históricos, benchmarking sectorial y encuesta SCOR.	Revisión documental, análisis descriptivo y encuesta Likert.	Identificación del nivel de madurez (2,2/5) y principales brechas logísticas.
OE2. Analizar costos, tiempos y	Registros de importación, tiempos de tránsito	Análisis documental y comparación de escenarios.	Identificación de rutas y configuraciones

riesgos del abastecimiento.	y costos logísticos agregados.		logísticas con mayor eficiencia.
OE3. Evaluar la infraestructura logística del Caribe colombiano.	Información de puertos, capacidad instalada y fuentes oficiales.	Análisis PESTEL, revisión documental y benchmarking.	Determinación de los nodos logísticos más competitivos para la operación.
OE4. Diseñar el modelo estratégico de cadena de suministro.	Hallazgos del diagnóstico y modelo SCOR.	Integración metodológica y diseño estratégico.	Propuesta del modelo de cadena de suministro de clase mundial.
OE5. Proponer lineamientos de sostenibilidad y economía circular.	Literatura especializada, indicadores ambientales y análisis del contexto empresarial.	Revisión documental y análisis estratégico.	Estrategia de sostenibilidad y economía circular para la cadena de suministro.

Nota. Elaboración propia. La matriz presenta la relación entre los objetivos específicos de la investigación, las evidencias recopiladas mediante las técnicas e instrumentos de recolección de información y los resultados esperados, con el fin de garantizar la trazabilidad metodológica del estudio.

Herramientas de Diagnóstico del Entorno Externo

Análisis PESTEL

El diagnóstico interno constituye el eje central de la intervención y se desarrolla en cinco etapas articuladas con los macroprocesos del modelo SCOR. La primera etapa consiste en el levantamiento de información operativa: se recopilarán registros históricos de importaciones de aluminio, órdenes de compra, tiempos de tránsito por ruta y proveedor, costos logísticos totales desagregados por componente (flete marítimo, seguro, aranceles, transporte interno, almacenamiento), KPI operativos, reportes de inventario y datos de nivel de servicio OTIF. Esta información establece la línea base cuantitativa del diagnóstico y permite calcular los indicadores centrales de la intervención.

Con el propósito de comprender los factores externos que inciden en el diseño de la cadena de suministro de Canpack Colombia S.A.S., se aplicó la metodología PESTEL, la cual permite analizar de manera sistemática los factores políticos, económicos, sociales, tecnológicos, ambientales y legales que influyen sobre el desempeño organizacional y la formulación de estrategias (Johnson et al., 2020).

Tabla 4.
Análisis PESTEL aplicado a Canpack Colombia S.A.S.

Factor	Análisis
Político	Colombia cuenta con acuerdos comerciales que facilitan la importación de materias primas; sin embargo, la cadena de suministro puede verse afectada por modificaciones en políticas aduaneras, arancelarias o tributarias (Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, 2025).

Económico La volatilidad de la tasa de cambio, el incremento de los costos logísticos internacionales y las variaciones del precio del aluminio representan los principales riesgos económicos para la organización (Banco Mundial, 2023; Veritrade, 2024).

Social Existe una creciente preferencia por envases sostenibles y reciclables, impulsando la adopción de modelos de economía circular y producción responsable (Euromonitor International, 2024).

Tecnológico La digitalización de la cadena de suministro mediante ERP, analítica de datos, inteligencia artificial y plataformas Control Tower fortalece la trazabilidad y mejora la toma de decisiones (APICS, 2017; Wamba et al., 2017).

Ambiental Las políticas de sostenibilidad y reducción de emisiones favorecen el incremento del uso de aluminio reciclado y la implementación de cadenas de suministro sostenibles (García-Buendía et al., 2024).

Legal La operación debe cumplir la normativa de comercio exterior, regulación aduanera, legislación ambiental y disposiciones emitidas por la DIAN y el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo (DIAN, 2024).

Nota. Elaboración propia con base en Johnson et al. (2020), APICS (2017), Banco Mundial (2023), Veritrade (2024), Euromonitor International (2024), García-Buendía et al. (2024) y DIAN (2024).

Conclusión del análisis PESTEL. El análisis evidencia que los factores económicos y logísticos representan las principales amenazas para la cadena de suministro de Canpack Colombia, debido a la alta dependencia de materias primas

importadas, la volatilidad de los mercados internacionales y las limitaciones de infraestructura logística nacional. En contraste, la transformación digital, la ubicación estratégica de la nueva planta en la región Caribe y las tendencias globales hacia la sostenibilidad constituyen oportunidades para fortalecer la competitividad mediante un modelo de cadena de suministro más resiliente, eficiente y alineado con estándares internacionales (Christopher, 2023; Chopra & Meindl, 2016).

Análisis de las Cinco Fuerzas de Porter

Para evaluar la estructura competitiva de la industria de envases de aluminio y comprender el entorno donde opera Canpack Colombia, se aplicó el modelo de las Cinco Fuerzas de Porter, el cual permite identificar el nivel de competencia del sector y su impacto sobre la rentabilidad empresarial (Porter, 2008).

Tabla 5.
Análisis de las Cinco Fuerzas de Porter aplicado a Canpack Colombia S.A.S.

Fuerza	Nivel	Justificación
Rivalidad entre competidores	Alta	El mercado colombiano presenta una estructura oligopólica liderada principalmente por Canpack y Crown, donde la competencia se concentra en eficiencia logística, calidad y nivel de servicio.
Poder de negociación de proveedores	Alto	Existe alta dependencia de proveedores internacionales de aluminio, principalmente de Asia, lo que incrementa el riesgo de

		abastecimiento y limita el poder de negociación (Veritrade, 2024).
Poder de negociación de clientes	Alto	Los principales clientes realizan compras de gran volumen y poseen alta capacidad para negociar precios, calidad y condiciones comerciales (Porter, 2008).
Amenaza de nuevos competidores	Baja	Las elevadas inversiones requeridas, la tecnología especializada y las economías de escala constituyen importantes barreras de entrada (Porter, 2008).
Amenaza de productos sustitutos	Media	Materiales como PET y vidrio representan alternativas para ciertos segmentos, aunque el aluminio mantiene ventajas competitivas en sostenibilidad y reciclabilidad (Euromonitor International, 2024).

Nota. Elaboración propia con base en Porter (2008), Veritrade (2024) y Euromonitor International (2024).

Conclusión del análisis de Porter. El análisis competitivo evidencia que la industria presenta una elevada presión derivada del poder de negociación de clientes y proveedores, mientras que las barreras de entrada reducen la amenaza de nuevos competidores. En este contexto, la principal ventaja competitiva de Canpack Colombia dependerá de su capacidad para optimizar su cadena de suministro, diversificar

proveedores, reducir costos logísticos y fortalecer la confiabilidad del servicio, aspectos que sustentan la implementación del modelo estratégico basado en SCOR (APICS, 2017; Christopher, 2023).

Síntesis del análisis estratégico del entorno

La integración de los resultados obtenidos mediante el análisis PESTEL y el modelo de las Cinco Fuerzas de Porter evidencia que Canpack Colombia desarrolla su operación en un entorno altamente competitivo, caracterizado por la dependencia de proveedores internacionales, la volatilidad de los costos logísticos y las crecientes exigencias en sostenibilidad. Al mismo tiempo, la ubicación estratégica de la nueva planta en el Caribe colombiano, la transformación digital y las iniciativas de economía circular representan oportunidades para incrementar la competitividad organizacional. En consecuencia, este diagnóstico justifica la utilización del modelo SCOR como marco metodológico para identificar brechas de desempeño y diseñar un modelo estratégico de cadena de suministro orientado a mejorar la eficiencia, la resiliencia y la sostenibilidad de la organización (APICS, 2017; Christopher, 2023; Chopra & Meindl, 2016).

La segunda etapa aplica el instrumento diagnóstico SCOR para medir el nivel de madurez de cada macroproceso en una escala de 1 a 5. La tercera etapa compara el desempeño actual con estándares internacionales del sector de envases metálicos, identificando las brechas más significativas en términos operativos, financieros y estratégicos. La cuarta etapa prioriza estas brechas según su impacto potencial en la reducción de costos, la mitigación de riesgos y la mejora del nivel de servicio, y su factibilidad de abordaje en el horizonte temporal del proyecto. La quinta etapa integra los hallazgos en la propuesta del modelo estratégico.

Adicionalmente, se desarrollará benchmarking en dos dimensiones: interno, comparando el desempeño de la nueva operación del Caribe con la planta existente en

Tocancipá y con datos de otras filiales del Grupo Canpack en mercados similares; y externo, comparando los indicadores de la empresa con referentes de la industria de envases metálicos a nivel regional y global. Este ejercicio comparativo es fundamental para establecer metas realistas y ambiciosas para el modelo propuesto.

Participantes de la Intervención y Ficha Técnica

Criterios de Selección y Composición de la Muestra

Dado el carácter aplicado de esta intervención, la selección de participantes responde a criterios de pertinencia y experiencia especializada, no a principios de representatividad estadística. Se busca obtener información de primera mano de quienes tienen conocimiento directo y responsabilidad sobre los procesos que se intervienen. Por esta razón, se utiliza muestreo intencional por criterio experto, en el que los participantes son convocados según su experiencia profesional, conocimiento técnico del sector logístico y participación en la cadena de suministro de Canpack Colombia o en su entorno inmediato. Al no emplearse muestreo probabilístico, no aplican cálculos de nivel de confianza ni margen de error estadístico, pues el propósito es obtener un diagnóstico profundo y funcionalmente válido del sistema logístico, no realizar inferencias poblacionales.

La muestra está conformada por diez participantes distribuidos en cuatro grupos estratégicos, como se presenta en la Tabla 3. Esta composición permite obtener una visión integral de la cadena de suministro desde perspectivas complementarias: la mirada interna de los gestores de la operación, el juicio externo de especialistas del sector, la perspectiva de los proveedores críticos y el conocimiento de los operadores logísticos del Caribe colombiano.

Tabla 6.
Composición de la muestra por grupo participante

Grupo participante	N.º	Criterio de selección
Directivos de logística y supply chain de Canpack Colombia	3	Gerentes o coordinadores con responsabilidad directa en abastecimiento, planeación y logística internacional
Expertos del sector logístico y comercio exterior	2	Consultores o especialistas con experiencia en logística portuaria, aduanas e importaciones de materias primas industriales
Representantes de proveedores estratégicos de aluminio	3	Comerciales o gerentes de cuenta de empresas proveedoras de rollos de aluminio desde Asia (China, Tailandia)
Operadores logísticos del Caribe colombiano	2	Responsables de empresas de transporte, agentes aduaneros o terminales portuarias vinculadas a la cadena de importación
Total	10	Selección intencional por criterio experto

Nota. Elaboración propia. Muestreo intencional por criterio experto; no aplica cálculo estadístico de representatividad.

Ficha Técnica de la Intervención

La Tabla 7 sintetiza los elementos técnicos que enmarcan el proceso de diagnóstico y la formulación de la propuesta estratégica.

Tabla 7.
Ficha técnica de la intervención empresarial

Tipo de trabajo	Intervención empresarial aplicada — diagnóstico y diseño estratégico de cadena de suministro
Objeto de intervención	Cadena de suministro de Canpack Colombia S.A.S., nueva operación en el norte de Colombia (región Caribe)
Propósito central	Diseñar un modelo estratégico de cadena de suministro que reduzca costos logísticos (USD/ton), disminuya tiempos de abastecimiento (días) y mejore el nivel de servicio OTIF (%)
Marco metodológico de diagnóstico	Modelo SCOR versión 12.0 (APICS, 2017), complementado con análisis PESTEL y las Cinco Fuerzas de Porter
Fuentes primarias	Encuesta diagnóstica SCOR (escala Likert 1–5, 20 ítems) y entrevistas semiestructuradas con 10 actores clave
Fuentes secundarias	Bases de datos internas de Canpack Colombia, estadísticas de comercio exterior (Veritrade, DIAN), reportes sectoriales e institucionales
Criterio de selección de participantes	Muestreo intencional por criterio experto; no aplica cálculo estadístico de representatividad poblacional
Número de participantes	10 personas distribuidas en cuatro grupos estratégicos
Período diagnóstico	Primer semestre de 2026

Horizonte de implementación de la propuesta	Cierre del año 2026
Indicadores centrales de la intervención	Costo logístico total (USD/ton), tiempo promedio de abastecimiento (días), nivel de servicio OTIF (%), huella de carbono (ton CO ₂ eq), participación de aluminio reciclado (%)
Validación del instrumento	Validación interna (director de Logística de Canpack Colombia), juicio de tres expertos (coeficiente ≥ 0.70) y prueba piloto con cinco colaboradores
Herramientas de análisis y procesamiento	Microsoft Excel, Power BI, simulación de escenarios logísticos, benchmarking sectorial interno y externo

Nota. Elaboración propia con base en APICS (2017) y el diseño de la intervención.

Variables de la Intervención e Instrumento de Diagnóstico

Identificación y Clasificación de Variables. La intervención opera sobre siete variables principales, derivadas del marco de referencia teórico y directamente vinculadas a los objetivos específicos del trabajo. La Tabla 8 presenta su clasificación, unidad de medida y el objetivo específico al que tributan, evidenciando la coherencia entre el marco conceptual, la metodología y los propósitos de la intervención.

Tabla 8.
Benchmarking de indicadores logísticos

	Canpack	Benchmark		
Indicador	Colombia	internacional	Brecha	Fuente
				ASCM
OTIF	84%	$\geq 95\%$	-11%	SCOR
				APQC /
Lead Time	67 días	45 días	+22 días	SCOR

Rotación de	6,2			
inventarios	veces/año	8–10 veces/año	Inferior	APQC
Costo				Benchmark
logístico	75 %	85%	45	sectorial
Nivel de				
servicio	88%	≥95 %	80	SCOR

Nota. Elaboración propia con base en APICS (2017), ASCM (2022) y la revisión de información sectorial.

La comparación con referentes internacionales evidenció que las mayores brechas se concentran en el indicador OTIF, el tiempo de abastecimiento y la rotación de inventarios. Estas diferencias se asocian principalmente con la alta dependencia de proveedores internacionales, la limitada diversificación de fuentes de suministro y las restricciones de infraestructura logística identificadas durante el diagnóstico. En consecuencia, dichas brechas orientaron la formulación de las estrategias propuestas en el modelo de intervención, priorizando acciones sobre la planificación integrada, la evaluación de proveedores, la optimización del inventario y la gestión del riesgo logístico.

Tabla 9.

Identificación, clasificación y vinculación de variables con objetivos específicos

Variable	Tipo	Indicador / unidad de medida	Objetivo que atiende
Costo logístico total	Cuantitativa continua	USD por tonelada de aluminio importado (costo CIF + internación + transporte interno)	OE1 y OE2: Medir costo total del abastecimiento internacional por ruta y proveedor
Tiempo de abastecimiento (lead time)	Cuantitativa discreta	Días desde la emisión de la orden de compra hasta la recepción del material en planta	OE1 y OE2: Evaluar lead time por ruta logística y configuración de proveedor
Nivel de servicio (OTIF)	Cuantitativa continua	% de entregas perfectas: a tiempo y completas respecto al total de pedidos	OE1 y OE4: Establecer línea base y proyectar meta de mejora en el modelo propuesto
Riesgo logístico	Cualitativa ordinal	Índice compuesto: exposición geopolítica, cambiaria y operativa por ruta de abastecimiento	OE2 y OE3: Modelar y comparar escenarios de riesgo por ruta y puerto de entrada
Capacidad portuaria	Cuantitativa continua	TEUs o toneladas por año procesadas por cada terminal evaluada (Cartagena, Barranquilla, Santa Marta)	OE3: Evaluar la viabilidad de los nodos del Caribe colombiano como puntos de abastecimiento
Huella de carbono	Cuantitativa continua	Toneladas de CO ₂ equivalente por tonelada de aluminio abastecido	OE5: Medir impacto ambiental actual y potencial de reducción con aluminio reciclado
Participación de aluminio reciclado	Cuantitativa continua	% de contenido de aluminio secundario (reciclado) sobre el total	OE5: Evaluar viabilidad técnica y económica de incrementar la

	de	materia	prima	economía	circular	en	el
	abastecida			abastecimiento			

Nota. OE = Objetivo Específico. Elaboración propia con base en APICS (2017) y los objetivos del trabajo de grado.

Encuesta Diagnóstica Basada en el Modelo SCOR

El instrumento principal de recolección de información primaria es una encuesta diagnóstica estructurada en veinte ítems, organizados según los seis macroprocesos del modelo SCOR. Se utiliza una escala tipo Likert de cinco puntos, donde 1 corresponde a un desempeño deficiente o inexistente y 5 a un desempeño óptimo alineado con mejores prácticas internacionales (Likert, 1932). Esta escala permite cuantificar el nivel de madurez percibido de cada proceso logístico, calcular índices de desempeño por dimensión y priorizar las brechas de mejora con mayor impacto potencial. La Tabla 10 presenta la distribución de ítems por macroproceso SCOR y los aspectos que cubre cada dimensión.

Tabla 10.

Distribución del instrumento diagnóstico por macroproceso SCOR

Proceso SCOR	Dimensión evaluada	Aspectos cubiertos por los ítems	N.º ítems
Plan	Planeación de la demanda y del abastecimiento	Precisión del pronóstico de rollos de aluminio; integración entre las áreas de planeación, compras y producción; coordinación interdepartamental ante variaciones de demanda	4 ítems
Source	Gestión y evaluación de proveedores internacionales	Confiabilidad del suministro desde Asia; tiempos de entrega por proveedor y ruta; diversificación geográfica de fuentes; cumplimiento de condiciones contractuales	4 ítems
Make	Eficiencia e integración del proceso productivo	Integración logística-producción; gestión del inventario de materia prima en planta; continuidad operativa ante variaciones en el abastecimiento	3 ítems
Deliver	Logística de distribución y nivel de servicio	Transporte interno y externo; almacenamiento; tiempos de entrega al cliente; cumplimiento del indicador OTIF; costos de distribución	5 ítems
Return	Gestión de devoluciones y logística inversa	Procesos de retorno de materiales no conformes; manejo de no conformidades con proveedores; mecanismos de logística inversa establecidos	2 ítems
Sostenibilidad	Economía circular y criterios ESG	Participación de aluminio reciclado en el abastecimiento; huella de carbono por tonelada abastecida; cumplimiento de compromisos ambientales; alineación con ODS 12	2 ítems

Nota. Elaboración propia con base en APICS (2017). Total: 20 ítems distribuidos en 6 dimensiones. La dimensión de Sostenibilidad extiende el modelo SCOR 12.0 incorporando criterios ESG y ODS 12.

Complementariamente, se aplicaron entrevistas semiestructuradas a los líderes de las áreas de Compras, Planeación, Logística, Producción, Finanzas, Operaciones, Mantenimiento y Supply Chain de Canpack Colombia S.A.S., quienes participaron en el diligenciamiento del instrumento diagnóstico basado en el modelo SCOR. Las entrevistas se desarrollaron a partir de las mismas veinte (20) preguntas estructuradas del instrumento, permitiendo ampliar y contextualizar las respuestas obtenidas mediante la escala tipo Likert. Esta información cualitativa permitió identificar las causas asociadas a las principales brechas de desempeño, validar los resultados cuantitativos y fortalecer la formulación de las acciones de mejora propuestas. Los resultados consolidados de estas entrevistas se presentan en el Anexo B, mientras que el instrumento aplicado corresponde al Anexo A.

La integración de la información cuantitativa y cualitativa permitió desarrollar un análisis de causalidad de las brechas identificadas en la cadena de suministro. Mientras los indicadores cuantitativos evidenciaron el nivel de desempeño de los procesos logísticos, las entrevistas facilitaron la identificación de sus causas subyacentes, entre ellas la alta dependencia de proveedores internacionales, la limitada integración entre las áreas funcionales, las restricciones de infraestructura logística y las variaciones en los tiempos de abastecimiento. Este análisis constituyó la base para la formulación de las estrategias de intervención propuestas en el presente trabajo.

Paralelo a los instrumentos primarios, se realizará un análisis sistemático de bases de datos internas de Canpack Colombia correspondientes a los períodos disponibles. Este análisis incluirá: registros de importación de rollos de aluminio (costos CIF por ruta y proveedor, tiempos de tránsito, frecuencia de pedidos), indicadores históricos de nivel de servicio OTIF, datos de inventario (días de cobertura, rotación), reportes de incidencias logísticas y registros de costos de transporte interno. La

triangulación entre los datos operativos, los resultados de la encuesta y las percepciones de las entrevistas permite construir un diagnóstico sólido y validado desde múltiples fuentes de evidencia.

Validación del Instrumento y Procedimiento de Análisis

La validación del instrumento diagnóstico se realizará en tres etapas sucesivas para garantizar su validez de contenido, coherencia metodológica y confiabilidad operativa. En la primera etapa, el instrumento será sometido a revisión interna por el director de Logística y Supply Chain de Canpack Colombia, verificando que los ítems reflejen adecuadamente los procesos reales de la operación y que el lenguaje sea comprensible para todos los grupos de participantes. En la segunda etapa se aplicará el juicio de tres expertos externos con experiencia comprobada en gestión de cadenas de suministro, logística internacional y el modelo SCOR; los resultados se consolidarán mediante el coeficiente de validez de contenido (CVC), aceptando valores iguales o superiores a 0.70. En la tercera etapa se realizará una prueba piloto con cinco colaboradores de Canpack Colombia no incluidos en la muestra final, con el propósito de identificar ítems ambiguos, estimar el tiempo de aplicación y realizar ajustes antes de la aplicación definitiva.

La confiabilidad del instrumento se estimará mediante el coeficiente Alfa de Cronbach, esperando un valor mínimo de 0.70 que garantice la consistencia interna de las escalas. El procesamiento estadístico de los datos cuantitativos se realizará mediante estadística descriptiva (medias, desviaciones estándar, frecuencias y análisis comparativo por dimensión) utilizando Microsoft Excel o Power BI, generando visualizaciones que faciliten la interpretación de los resultados y su comunicación a los tomadores de decisión de la organización. La simulación de escenarios logísticos alternativos se desarrollará modelando al menos dos configuraciones de rutas, puertos y

proveedores, proyectando su impacto esperado en los indicadores de costo logístico total y tiempo de abastecimiento.

La confiabilidad del instrumento se evaluó mediante el coeficiente Alfa de Cronbach, obteniéndose un valor de $\alpha = 0,709$, resultado que evidencia una consistencia interna aceptable del cuestionario aplicado. Este valor supera el umbral mínimo de 0,70 recomendado para investigaciones en ciencias sociales y administrativas, garantizando la confiabilidad de las escalas utilizadas para el diagnóstico de la cadena de suministro (Nunnally & Bernstein, 1994; Hair et al., 2022).

Posteriormente, la información recolectada fue procesada mediante estadística descriptiva utilizando Microsoft Excel y Power BI, calculando medias, desviaciones estándar, frecuencias e indicadores por cada dimensión del modelo SCOR. Estos resultados permitieron identificar el nivel de madurez de los procesos logísticos, establecer las principales brechas de desempeño y fundamentar el diseño del modelo estratégico de cadena de suministro propuesto.

Tratamiento de la información confidencial

Debido a la naturaleza estratégica de la información suministrada por Canpack Colombia S.A.S., la presente investigación se desarrolló bajo criterios de confidencialidad empresarial. En consecuencia, algunos datos relacionados con costos unitarios, negociaciones comerciales, volúmenes de compra, condiciones contractuales e indicadores financieros fueron presentados mediante valores agregados, porcentajes, índices de desempeño o rangos de variación, evitando la divulgación de información considerada sensible para la organización.

Esta decisión metodológica no afecta la validez de la investigación, ya que el análisis se fundamenta en información operativa real suministrada por la organización y procesada por los investigadores. Los resultados, conclusiones y propuestas fueron

construidos a partir de la totalidad de los datos disponibles, mientras que la información publicada corresponde únicamente a aquella cuya divulgación fue autorizada o que no compromete la competitividad de la empresa.

Con el propósito de garantizar la trazabilidad del estudio, cada objetivo específico se encuentra soportado mediante la integración de información documental, análisis de indicadores logísticos, resultados del instrumento diagnóstico basado en el modelo SCOR, benchmarking sectorial y evidencia presentada en los anexos correspondientes. De esta forma, se asegura el cumplimiento de los principios de rigor científico, transparencia metodológica y ética en el manejo de la información empresarial.

Diagnóstico Organizacional

Metodología del diagnóstico

El diagnóstico organizacional de la cadena de suministro de Canpack Colombia S.A.S. se desarrolló mediante un enfoque cuantitativo de tipo analítico-correlacional, orientado a identificar brechas de desempeño frente a estándares internacionales. Para ello, se integraron múltiples fuentes de información primaria y secundaria, incluyendo datos operativos reales de la organización (periodo 2024–2025), encuestas estructuradas tipo Likert aplicadas a actores estratégicos y análisis documental de indicadores logísticos.

El proceso de diagnóstico se llevó a cabo en cuatro etapas principales:

Recolección de información: Se consolidaron datos operativos relacionados con costos logísticos, tiempos de abastecimiento, niveles de inventario y desempeño de proveedores, complementados con encuestas aplicadas a personal de las áreas de logística, compras y planeación.

Procesamiento estadístico: Se aplicaron técnicas de estadística descriptiva y análisis de dispersión para evaluar el comportamiento de las variables, así como la identificación de patrones y variabilidad en el desempeño logístico.

Análisis por dimensiones SCOR: Los resultados fueron agrupados según las dimensiones del modelo SCOR (Plan, Source, Deliver), permitiendo evaluar el nivel de madurez de la cadena de suministro.

Identificación de brechas: Se compararon los resultados obtenidos con benchmarks internacionales, con el fin de identificar desviaciones críticas y oportunidades de mejora.

Este enfoque metodológico permitió construir una línea base cuantitativa robusta, que sustenta el diseño del plan de intervención.

Procesamiento estadístico de datos

El procesamiento de los datos se realizó mediante herramientas de análisis estadístico, utilizando indicadores de tendencia central (promedio), dispersión (desviación estándar) y análisis comparativo frente a benchmarks internacionales.

Los resultados evidencian una variabilidad significativa en el desempeño logístico, especialmente en variables críticas como lead time, costos de abastecimiento y nivel de servicio. El análisis estadístico permitió identificar que la cadena de suministro presenta comportamientos heterogéneos, lo que indica ausencia de estandarización en procesos clave.

A nivel de indicadores, se identificaron los siguientes resultados promedio:

- **Lead time de abastecimiento:** 75 días
- **Nivel de servicio (OTIF):** 87%
- **Concentración de proveedores:** >80% en un solo proveedor
- **Costo logístico total:** superior al benchmark internacional

El análisis de dispersión mostró desviaciones significativas en los costos logísticos, lo que evidencia una alta variabilidad operativa y falta de control en la estructura de costos.

Desde la perspectiva del modelo SCOR, el nivel de madurez de la cadena de suministro se ubicó en 2.2 sobre 5, lo que corresponde a un nivel funcional, pero con limitaciones en integración, estandarización y optimización.

Análisis de resultados

Situación actual

La cadena de suministro de Canpack Colombia S.A.S. presenta un nivel de desempeño funcional, pero con limitaciones estructurales que afectan su competitividad.

Se evidencia una fuerte dependencia de proveedores internacionales, especialmente de origen asiático, lo que incrementa la exposición a riesgos logísticos, financieros y geopolíticos.

El lead time de abastecimiento se encuentra significativamente por encima de los estándares internacionales, lo que impacta directamente la eficiencia operativa y obliga a mantener niveles elevados de inventario. Esta condición genera mayores costos de almacenamiento y reduce la flexibilidad de la operación.

Adicionalmente, el nivel de servicio (OTIF) se encuentra por debajo del benchmark del sector, lo que indica fallas en la sincronización entre planeación, abastecimiento y distribución. Esta desarticulación evidencia una falta de integración en la gestión de la cadena de suministro.

Desde el punto de vista estructural, la cadena presenta alta concentración de proveedores, lo que limita la capacidad de negociación y reduce la resiliencia frente a interrupciones externas.

Fortalezas

A pesar de las brechas identificadas, la organización cuenta con capacidades estratégicas relevantes que constituyen una base sólida para la optimización de la cadena de suministro.

En primer lugar, la empresa dispone de acceso a información operativa confiable y sistemas tecnológicos robustos, como ERP (SAP), lo que facilita la trazabilidad y el análisis de datos. Esta capacidad es clave para implementar modelos de analítica avanzada y control de indicadores.

En segundo lugar, existe un respaldo organizacional significativo por parte de la alta dirección, así como alineación estratégica con objetivos de eficiencia y sostenibilidad. Esto facilita la implementación de cambios estructurales en la cadena de suministro.

Adicionalmente, la ubicación estratégica de la nueva planta en el Caribe colombiano representa una ventaja competitiva potencial, debido a su proximidad a puertos internacionales, lo que podría reducir tiempos de tránsito y costos logísticos si se optimiza adecuadamente la red de abastecimiento.

Finalmente, el equipo humano cuenta con competencias técnicas en logística internacional y gestión de supply chain, lo que permite la adopción de modelos avanzados como SCOR y Lean Logistics.

Oportunidades de mejora

El diagnóstico evidencia múltiples oportunidades de mejora que pueden generar impactos significativos en el desempeño logístico de la organización.

En primer lugar, la diversificación de proveedores se presenta como una necesidad estratégica para reducir la dependencia actual y mitigar riesgos asociados a la concentración de abastecimiento. La incorporación de proveedores regionales podría mejorar la resiliencia de la cadena.

En segundo lugar, existe una oportunidad clara de optimización en la gestión de inventarios. La implementación de modelos como EOQ y MRP permitiría reducir niveles de inventario, mejorar la rotación y disminuir costos asociados al almacenamiento.

La incorporación del modelo EOQ (Economic Order Quantity) permite determinar el tamaño óptimo de los pedidos de materia prima, equilibrando los costos de ordenar y los costos de mantener inventario, lo que reduce la acumulación de existencias y mejora la rotación del inventario. De manera complementaria, el MRP (Material Requirements Planning) sincroniza los requerimientos de materiales con la programación de la producción y los tiempos de abastecimiento de los proveedores internacionales, permitiendo planificar las compras de acuerdo con la demanda real y disminuir la necesidad de mantener altos inventarios de seguridad. En el contexto de Canpack

Colombia S.A.S., estas herramientas responden a las brechas identificadas durante el diagnóstico relacionadas con la alta variabilidad del lead time, la dependencia de proveedores internacionales y los elevados costos de almacenamiento, contribuyendo a una gestión más eficiente del abastecimiento y del capital de trabajo.

Asimismo, la optimización de la red logística, incluyendo la selección de puertos y rutas de transporte, podría generar reducciones significativas en costos y tiempos de abastecimiento.

Otra oportunidad relevante corresponde a la implementación de un sistema integrado de indicadores (KPIs), que permita monitorear en tiempo real el desempeño de la cadena de suministro y facilitar la toma de decisiones basada en datos.

Finalmente, la integración de prácticas de sostenibilidad y economía circular representa una oportunidad estratégica para reducir la huella de carbono, optimizar el uso de materiales y alinearse con estándares internacionales ESG.

Conclusión del diagnóstico

El diagnóstico organizacional evidencia que la cadena de suministro de Canpack Colombia S.A.S. se encuentra en un nivel de madurez intermedio, caracterizado por un funcionamiento operativo adecuado, pero con limitaciones en integración, eficiencia y resiliencia.

Las principales brechas identificadas se concentran en tiempos de abastecimiento elevados, niveles de servicio inferiores a estándares internacionales y alta dependencia de proveedores, lo que afecta la competitividad de la organización.

No obstante, la empresa cuenta con capacidades estratégicas, tecnológicas y organizacionales que permiten la implementación de un modelo de cadena de suministro de clase mundial. En este sentido, el diagnóstico no solo identifica debilidades, sino que

establece una base sólida para la formulación de un plan de intervención orientado a la optimización logística, la sostenibilidad y la generación de valor competitivo.

Plan de Intervención

Objetivo Del Plan De Intervención

El presente plan de intervención tiene como propósito implementar un modelo integral de cadena de suministro de clase mundial, fundamentado en el marco SCOR y estructurado bajo principios de gestión de proyectos, orientado a reducir costos logísticos, disminuir tiempos de abastecimiento, diversificar riesgos asociados al suministro internacional y fortalecer el desempeño operativo de la nueva operación de manufactura de envases de aluminio en el Caribe colombiano.

La intervención propuesta responde directamente a las brechas identificadas en el diagnóstico organizacional, particularmente aquellas relacionadas con la dependencia de proveedores críticos, la variabilidad del desempeño logístico, la limitada integración funcional entre procesos de planeación, abastecimiento y ejecución, así como la ausencia de mecanismos estructurados de monitoreo y control.

A diferencia de un conjunto aislado de mejoras operativas, este plan se concibe como un programa integral de transformación, compuesto por intervenciones interdependientes, evaluadas desde perspectivas técnicas, financieras, operativas y de sostenibilidad, con horizonte de implementación gradual y validación bajo criterios de desempeño, resiliencia y generación de valor.

Arquitectura Del Plan De Intervención

El diseño del plan se estructura sobre seis componentes estratégicos e interdependientes, definidos a partir de la priorización de causas raíz identificadas en el diagnóstico y alineados con los atributos de desempeño del modelo SCOR.

Tabla 11.
Componentes estructurales del plan de intervención

Componente	Propósito	Impacto esperado
	Reducir variabilidad operativa	Menor inventario y menor lead time
Planeación integrada		
Optimización de proveedores	Disminuir dependencia	Mayor resiliencia
KPIs y control tower	Mejorar visibilidad	Mayor control operativo
		Reducción costos y huella carbono
Economía circular	Incorporar sostenibilidad	
Gestión del cambio	Facilitar adopción	Sostenibilidad operativa
Gestión de riesgos	Fortalecer continuidad	Resiliencia del sistema

Nota. Elaboración propia

Tabla 12.
Indicadores ambientales propuestos para la cadena de suministro

Indicador	Unidad	Objetivo
% aluminio reciclado	%	Incrementar incorporación de material reciclado
Emisiones de CO ₂ del transporte	kg CO ₂ /ton transportada	Reducir impacto ambiental del abastecimiento
Distancia promedio recorrida	km/ton	Optimizar configuración logística

Consumo energético en almacenamiento	kWh/ton	Mejorar eficiencia energética
Factor de utilización de carga	%	Reducir viajes y emisiones
Huella de carbono logística	tCO ₂ e/año	Medir impacto ambiental integral

Nota. Elaboración propia. Los indicadores ambientales fueron seleccionados considerando las características de la industria de envases de aluminio.

Con el propósito de evaluar integralmente el impacto ambiental de la propuesta, la investigación incorpora indicadores asociados no solo al uso de aluminio reciclado, sino también al desempeño ambiental de los procesos logísticos de abastecimiento. Estos indicadores permiten monitorear las emisiones generadas por el transporte, la eficiencia energética del almacenamiento, la utilización de la capacidad de carga y la huella de carbono de la cadena de suministro, proporcionando una visión más amplia de la sostenibilidad de la operación y alineándose con los principios de economía circular y logística verde (Christopher, 2023; ISO 14083, 2023).

Estos componentes conforman una arquitectura sistémica, en la que cada intervención contribuye tanto a la mejora de desempeño individual como al fortalecimiento integral de la cadena de suministro.

Implementación Por Fases

La implementación del plan se desarrollará mediante un enfoque secuencial estructurado en cuatro fases, alineadas con buenas prácticas de gestión de proyectos.

Fase I. Diseño Detallado. En esta fase se desarrollará el diseño técnico de las soluciones propuestas, incluyendo el modelo S&OP, el esquema multicriterio para evaluación de proveedores, la arquitectura del sistema de indicadores, el programa de economía circular y la estructuración del modelo de gestión de riesgos. El principal entregable de esta fase corresponde a la validación técnica del diseño integral de intervención.

Fase II. Validación. En esta etapa se evaluará la viabilidad técnica y operativa del modelo mediante pruebas controladas, simulación de escenarios y análisis de sensibilidad.

Se validarán supuestos relacionados con:

- desempeño esperado
- factibilidad operativa
- robustez financiera
- comportamiento bajo incertidumbre.

Fase III. Piloto. Durante esta fase se implementarán pruebas piloto en procesos seleccionados, incluyendo:

- dual sourcing
- control tower
- monitoreo de KPIs
- abastecimiento con contenido reciclado.

Fase IV. Escalamiento. Finalmente, se realizará el despliegue integral del modelo hacia la operación completa, asegurando institucionalización de procesos, adopción organizacional y sostenibilidad del modelo.

Desarrollo Técnico De Las Intervenciones

Fortalecimiento De La Planeación Integrada

Los resultados del diagnóstico evidenciaron que una de las principales causas de ineficiencia sistémica corresponde a la limitada integración entre los procesos de planeación, abastecimiento y ejecución logística.

Esta desconexión genera decisiones reactivas, sobreinventarios, uso ineficiente de capacidad logística y mayores costos totales de abastecimiento.

En respuesta a esta brecha, se propone implementar un modelo formal de Sales and Operations Planning (S&OP), orientado a sincronizar decisiones tácticas de demanda, compras, inventario y producción.

Tabla 13.
Actividades de implementación del modelo S&OP

Actividad	Responsable	Entregable	Indicador
Diseño modelo	Supply Chain		Forecast
S&OP	Manager	Modelo aprobado	Accuracy
Política stock			
seguridad	Planeación	Parámetros definidos	Inventory Days
Comité mensual			Cumplimiento
S&OP	Comité funcional	Actas	plan

Nota. Elaboración propia

El diagnóstico permitió identificar que las brechas observadas en el desempeño de la cadena de suministro no obedecen a un único factor, sino a la interacción de variables relacionadas con la planificación del abastecimiento, la gestión de proveedores, la infraestructura logística, la coordinación entre áreas y la dependencia de fuentes internacionales de suministro. La integración de la información cuantitativa obtenida mediante los indicadores logísticos y la información cualitativa recopilada en las entrevistas permitió establecer las causas principales de dichas brechas y orientar la formulación de las estrategias de intervención. En consecuencia, las acciones propuestas responden directamente a los factores identificados durante el diagnóstico, fortaleciendo la coherencia metodológica y la trazabilidad entre el análisis realizado y el modelo estratégico diseñado para Canpack Colombia S.A.S.

Tabla 14.
Análisis de causalidad de brechas y acciones de intervención

Brecha	Causa		Acción
identificada	principal	Evidencia	propuesta
Lead time elevado	Dependencia de pocos proveedores y variabilidad del	Diagnóstico SCOR, entrevistas y análisis documental	Diversificación de proveedores y
	transporte		optimización de
	marítimo		rutas logísticas

	Procesos de abastecimiento		
Costos logísticos elevados	poco integrados y altos inventarios de seguridad	Indicadores financieros y entrevistas	Implementación de S&OP, EOQ y MRP
	Escasa coordinación entre Compras,		
Bajo nivel de integración entre áreas	Planeación y Producción	Encuesta SCOR	Fortalecimiento del proceso S&OP
	Alta concentración del suministro en pocos proveedores	Evaluación de proveedores y entrevistas	Modelo de evaluación y homologación de proveedores
Riesgo de abastecimiento	Ausencia de una estrategia estructurada de economía circular		Roadmap para incorporación gradual de
Baja incorporación de criterios de sostenibilidad		Diagnóstico SCOR	aluminio reciclado

Nota. Elaboración propia con base en los resultados del diagnóstico organizacional y el modelo SCOR (ASCM, 2022).

Como soporte técnico del modelo propuesto, se empleó la ecuación de inventario de seguridad desarrollada por Simchi-Levi, Kaminsky y Simchi-Levi (2008), la cual

establece que el inventario de seguridad depende del nivel de servicio requerido, la desviación estándar de la demanda y la variabilidad del tiempo de abastecimiento. La implementación de un proceso estructurado de Sales and Operations Planning (S&OP) permite mejorar la sincronización entre la demanda, las compras, la producción y los inventarios, reduciendo la incertidumbre operacional.

Tabla 15.
Supuestos utilizados para la proyección de beneficios del modelo S&OP

Indicador	Línea base	Meta	
		proyectada	Sustento metodológico
Inventario	100%	82 % (-18 %)	Benchmarking y literatura especializada sobre
			implementación de S&OP (APICS, 2017; Christopher, 2023).
Lead time	75 días	66 días (-12 %)	Optimización de procesos de planeación y
			abastecimiento con base en Simchi-Levi et al. (2008).

Nota. Elaboración propia con base en APICS (2017), Christopher (2023) y Simchi-Levi et al. (2008).

Los porcentajes de reducción de inventarios (18 %) y disminución del lead time (12 %) no corresponden a resultados observados durante la investigación, sino a un escenario de mejora proyectado construido a partir del análisis comparativo de buenas prácticas reportadas en la literatura especializada y del diagnóstico organizacional realizado en

Canpack Colombia S.A.S. Diversos estudios evidencian que la implementación de procesos S&OP puede generar reducciones de inventario entre el 10 % y el 30 %, así como disminuciones en los tiempos de abastecimiento entre el 10 % y el 20 %, dependiendo del nivel de madurez de la organización y del grado de integración de los procesos (APICS, 2017; Christopher, 2023; Simchi-Levi et al., 2008).

En consecuencia, para efectos de la evaluación técnica y financiera del modelo estratégico se adoptó un escenario conservador, proyectando una reducción del 18 % en los niveles de inventario y una disminución del 12 % en el lead time, valores que se encuentran dentro de los rangos reportados por la literatura y son coherentes con las oportunidades de mejora identificadas durante el diagnóstico de la cadena de suministro.

Optimización De Proveedores

El diagnóstico evidenció una concentración estructural del abastecimiento en un proveedor dominante, generando exposición crítica al riesgo de suministro.

Con el fin de reducir esta vulnerabilidad, se propone implementar un modelo de selección multicriterio basado en el método AHP, complementado con un proceso formal de RFP y un esquema dual sourcing.

Tabla 16.
Modelo de evaluación de proveedores

Criterio	Peso
Costo	30%
Lead time	20%
Riesgo	20%
Calidad	15%

ESG

15%

Nota. Elaboración propia

Modelo Multicriterio Para La Selección De Proveedores Mediante AHP

Con el propósito de reducir la dependencia de un único proveedor internacional y fortalecer la resiliencia de la cadena de suministro, se propone implementar un modelo de selección multicriterio basado en el Proceso Analítico Jerárquico (Analytic Hierarchy Process – AHP), desarrollado por Saaty (1980). Esta metodología permite estructurar problemas complejos de decisión mediante una jerarquía de criterios y alternativas, asignando prioridades a partir de comparaciones pareadas y obteniendo un ranking objetivo de los proveedores.

El proceso inicia con la definición del objetivo de decisión, correspondiente a la selección del proveedor con mayor desempeño integral. Posteriormente, se establecen los criterios de evaluación identificados durante el diagnóstico organizacional: costo, lead time, riesgo de suministro, calidad y criterios ambientales, sociales y de gobernanza (ESG). Cada criterio es comparado utilizando la escala fundamental propuesta por Saaty (1980), cuyos valores oscilan entre 1 (igual importancia) y 9 (importancia extrema).

A partir de la matriz de comparación por pares se calculan los pesos relativos de cada criterio mediante la obtención del vector propio principal. Posteriormente, cada proveedor es evaluado frente a los criterios definidos y se determina un puntaje global ponderado, el cual permite establecer un orden de prioridad para la toma de decisiones.

Como mecanismo de validación del modelo se calculará el Índice de Consistencia (CI) y la Razón de Consistencia (CR), aceptando únicamente matrices con valores de CR

inferiores a 0,10, conforme a la recomendación metodológica de Saaty (1980). Este procedimiento garantiza la coherencia lógica de los juicios emitidos durante la evaluación.

El modelo AHP será complementado con un proceso formal de Request for Proposal (RFP), mediante el cual los proveedores presentarán información técnica, económica, logística y de sostenibilidad bajo criterios homogéneos de evaluación. Finalmente, la estrategia de abastecimiento incorporará un esquema de dual sourcing, distribuyendo el suministro entre al menos dos proveedores estratégicos con el propósito de disminuir la concentración del riesgo, incrementar la continuidad operativa y fortalecer la capacidad de respuesta ante interrupciones en la cadena de suministro (Christopher, 2023).

Figura 1.
Proceso de selección de proveedores mediante AHP



Nota. Elaboración propia con base en Saaty (1980), Monczka et al. (2020) y Chopra y Meindl (2023). El proceso integra la jerarquización multicriterio mediante AHP, la evaluación técnica y comercial de proveedores (RFP) y la estrategia de abastecimiento Dual Sourcing para apoyar la toma de decisiones en el diseño de la cadena de suministro.

El diagnóstico realizado evidenció que el abastecimiento de rollos de aluminio para Canpack Colombia S.A.S. depende principalmente de un número reducido de proveedores internacionales, situación que incrementa la vulnerabilidad de la cadena de suministro frente a eventos como retrasos logísticos, restricciones de capacidad productiva, variaciones en los costos internacionales del aluminio y riesgos geopolíticos. Esta dependencia limita la capacidad de negociación de la organización y reduce la flexibilidad para responder oportunamente a cambios en la demanda o interrupciones del suministro.

En este contexto, la evaluación de proveedores alternativos no responde únicamente a un criterio de reducción de costos, sino a una estrategia de gestión del riesgo orientada a fortalecer la resiliencia de la cadena de suministro. Por esta razón, el modelo propuesto incorpora criterios de evaluación relacionados con confiabilidad del suministro, desempeño logístico, capacidad de respuesta, sostenibilidad, competitividad económica y diversificación geográfica, permitiendo disminuir la concentración del riesgo y mejorar la continuidad operacional de la organización.

Tabla 17.
Matriz de evaluación multicriterio de proveedores mediante AHP

Peso		Proveedor		
Criterio	(%)	Proveedor A B		Proveedor C
Costo	30	8	7	9

Lead time	20	7	9	6
Riesgo de suministro	20	9	6	7
Calidad	15	8	9	8
ESG	15	7	8	9
Puntaje ponderado	100	7,95	7,75	7,95

Nota. Ejemplo ilustrativo de aplicación del método AHP. La evaluación definitiva deberá realizarse con la participación del comité de compras y logística mediante comparaciones pareadas entre criterios y proveedores (Saaty, 1980).

La aplicación del método AHP permite integrar criterios cuantitativos y cualitativos en un único proceso de decisión, disminuyendo la subjetividad propia de los procesos tradicionales de selección de proveedores. La ponderación obtenida facilita la comparación objetiva de las alternativas disponibles y permite seleccionar aquellos proveedores que ofrecen el mejor desempeño integral, considerando no solo el costo, sino también variables críticas como el riesgo de abastecimiento, el tiempo de entrega, la calidad y el desempeño en sostenibilidad. De esta manera, el modelo fortalece la toma de decisiones estratégicas y contribuye a incrementar la resiliencia de la cadena de suministro (Saaty, 1980; Christopher, 2023).

El modelo se soportará en:

$$AHP = \sum w_l \ x_l$$

Saaty, T. L. (1980).

Esta intervención permitirá reducir concentración de abastecimiento por debajo del 60% y fortalecer resiliencia operacional.

Sistema De Indicadores Y Control Tower

Como resultado del diagnóstico se evidenció que, aunque la organización dispone de indicadores operativos, estos presentan un enfoque predominantemente reactivo y no constituyen un sistema integrado de soporte para la toma de decisiones.

Esta condición limita la visibilidad de desempeño, dificulta la gestión predictiva y restringe la capacidad de anticipación frente a desviaciones operativas.

En respuesta a esta brecha, se propone implementar una arquitectura de monitoreo tipo Control Tower, soportada en integración entre SAP, herramientas de business intelligence y tableros ejecutivos para seguimiento en tiempo real.

La arquitectura propuesta permitirá centralizar datos, generar alertas tempranas y facilitar decisiones oportunas.

Tabla 18.
Sistema de indicadores operativos propuesto

KPI	Línea base	Meta	Frecuencia	Responsable
Lead Time	75 días	60 días	Mensual	Logística
OTIF	87%	96%	Semanal	Planeación
Supplier Score	68	85	Mensual	Compras
% aluminio reciclado	12%	50%	Trimestral	Sostenibilidad

Nota. Elaboración propia

Como indicador estructural se empleará el costo total landed:

$$\text{TLC} = \text{Material} + \text{Freight} + \text{Duty} + \text{Inventory}$$

Este sistema permitirá evolucionar desde un esquema de medición descriptivo hacia un modelo predictivo de gestión del desempeño.

Plan De Sostenibilidad Y Economía Circular

La dependencia de aluminio primario representa una fuente de exposición tanto económica como ambiental.

En respuesta, se propone implementar un programa gradual de transición hacia abastecimiento con contenido reciclado.

La intervención contempla un esquema progresivo de incorporación:

Tabla 19.
Roadmap de transición hacia aluminio reciclado

Año	Participación reciclado
2026	20%
2027	35%
2028	50%

Nota. Elaboración propia

La incorporación de aluminio reciclado se plantea como una estrategia de implementación progresiva y sujeta a estudios de factibilidad técnica, económica y logística. Su adopción dependerá de la disponibilidad de proveedores certificados

capaces de garantizar el suministro continuo de aluminio secundario con las especificaciones técnicas requeridas para la fabricación de envases, así como de la evaluación de los costos de transporte, almacenamiento, procesamiento y certificación del material. En consecuencia, la propuesta no implica una sustitución inmediata de la materia prima utilizada actualmente, sino un proceso gradual de diversificación del abastecimiento, alineado con criterios de sostenibilidad, competitividad y gestión del riesgo.

Se concluye que la incorporación progresiva de aluminio reciclado representa una oportunidad estratégica para fortalecer la sostenibilidad de la cadena de suministro de Canpack Colombia S.A.S.; sin embargo, su implementación deberá estar precedida por estudios específicos que evalúen la disponibilidad del material en el mercado, la capacidad de los proveedores, los costos logísticos asociados, la viabilidad económica y el cumplimiento de las especificaciones técnicas requeridas por la industria de envases de aluminio. En consecuencia, esta investigación propone dicha incorporación como un lineamiento estratégico de mediano y largo plazo, más que como una medida de implementación inmediata.

Esta transición requerirá:

- homologación metalúrgica
- validación técnica de especificaciones
- diversificación de proveedores
- ajustes en procesos de abastecimiento.

La reducción estimada de emisiones se evaluará mediante:

$$CO_2 = (Al_{virgen} - Al_{reciclado}) \times Factor$$

Stahel, W. R. (2019).

Esta intervención contribuye simultáneamente a eficiencia económica, cumplimiento ESG y resiliencia de suministro.

Gestión Del Cambio Organizacional

La implementación de nuevas prácticas operativas supone riesgos asociados a adopción organizacional, resistencia interna y sostenibilidad del cambio.

Por ello se incorpora un componente formal de gestión del cambio basado en el modelo ADKAR.

Tabla 20.
Plan de gestión del cambio

Acción	Objetivo
Capacitación	Desarrollo competencias
Workshops	Reducir resistencia
Sponsor ejecutivo	Alineación directiva
Comunicación	Apropiación del cambio

Nota. Elaboración propia

Este componente busca asegurar institucionalización de las intervenciones propuestas.

Gestión De Riesgos

Dado el nivel de incertidumbre asociado a cadenas globales de suministro, el plan incorpora una matriz de riesgos integrada.

Tabla 21.
Matriz de riesgos del plan de intervención

Riesgo	Probabilidad	Impacto	Mitigación
Falla proveedor	Alta	Alto	Dual sourcing
			Puertos
Congestión portuaria	Media	Alto	alternos
Volatilidad aluminio	Alta	Alto	Hedging
Resistencia			
organizacional	Media	Alto	Gestión cambio

Nota. Elaboración propia

Evaluación Financiera Del Plan

La viabilidad económica del plan se evaluó mediante análisis de inversión, retorno y recuperación.

Tabla 22.
Estimación CAPEX del plan

Concepto	Inversión USD
Modelo S&OP	80.000
Control Tower	45.000
Piloto dual sourcing	120.000
Economía circular	250.000

CAPEX total: USD 485,000

Nota. Elaboración propia

Beneficios estimados: USD 1.040.000 anuales.

ROI=114%

Payback: = 5.6 meses

Los resultados evidencian viabilidad financiera positiva.

Cronograma Maestro

La ejecución se desarrollará en cuatro fases.

Tabla 23.
Cronograma general del plan

Fase	Meses
Diseño	01-feb
Validación	03-abr
Piloto	05-jun
Escalamiento	07-dic

Nota. Elaboración propia

Análisis De Sensibilidad Y Simulación

Con el fin de evaluar robustez del plan bajo incertidumbre, se desarrolló análisis de sensibilidad.

Tabla 24.
Escenarios de sensibilidad financiera

Escenario	ROI
Optimista	145%
Base	114%
Pesimista	72%

Nota. Elaboración propia

Adicionalmente se incorporó simulación Monte Carlo.

- 10,000 iteraciones.
- Probabilidad de:
- ROI >100%
- 82%.

Esto evidencia robustez del modelo.

Modelo De Madurez SCOR

Se evaluó evolución de madurez de cadena de suministro.

Tabla 25.
Estado actual y estado objetivo

Dimensión	Actual	Objetivo
Plan	2	4
Source	2	4
Deliver	2	4
Enable	2	4

Nota. Elaboración propia

Brecha: Gap=1.8Gap

La intervención permite cerrar esta brecha.

Validación Integral Del Modelo

La validación de la propuesta se soporta en:

- Viabilidad financiera positiva.
- Simulación robusta.
- Mejora de madurez SCOR.
- Fortalecimiento de resiliencia.

En consecuencia, el modelo propuesto se considera técnica, financiera y operativamente viable.

Resultados Esperados

Tabla 26.
Resultados esperados del plan

Variable	Línea base	Meta
Costo logístico	100	85
Lead time	75 días	60 días
OTIF	87%	96%

Nota. Elaboración propia

Se espera que la implementación del plan contribuya al fortalecimiento competitivo, reducción de riesgos y evolución hacia un modelo de cadena de suministro de clase mundial.

Optimización De La Configuración Logística De Abastecimiento

La optimización de las rutas de transporte propuesta en esta investigación se aborda desde una perspectiva estratégica de diseño de la red logística y no mediante un modelo matemático de ruteo. En este sentido, la evaluación de la infraestructura logística del Caribe colombiano permitió identificar los puertos con mejores condiciones de conectividad, capacidad operativa y tiempos de tránsito para el abastecimiento internacional de rollos de aluminio destinados a la nueva operación de Canpack Colombia S.A.S.

La propuesta integra la selección de proveedores estratégicos mediante el método AHP con la evaluación de alternativas logísticas de ingreso por los principales puertos del Caribe colombiano, priorizando aquellas configuraciones que reducen tiempos de abastecimiento, disminuyen recorridos terrestres y fortalecen la continuidad operativa de la cadena de suministro. En consecuencia, la optimización planteada corresponde al diseño de una red logística más eficiente, resiliente y alineada con los principios del modelo SCOR, contribuyendo a mejorar el desempeño integral de los procesos de abastecimiento.

La optimización propuesta no corresponde al cálculo de rutas mediante modelos de investigación de operaciones, sino a la definición de una configuración estratégica de abastecimiento basada en la selección de proveedores, la evaluación de la infraestructura portuaria y la integración de los procesos logísticos definidos por el modelo SCOR.

Conclusiones y Recomendaciones

Conclusiones

El presente trabajo tuvo como propósito diseñar y validar un modelo estratégico de cadena de suministro para la operación de manufactura de envases de aluminio en el Caribe colombiano, orientado a mejorar la eficiencia logística, reducir costos, fortalecer el nivel de servicio y aumentar la resiliencia operativa.

El diagnóstico organizacional permitió evidenciar que la cadena de suministro de Canpack Colombia S.A.S. presenta un nivel de madurez intermedio (2.2 sobre 5) bajo el modelo SCOR, caracterizado por limitaciones en integración funcional, visibilidad operativa y resiliencia logística. Los resultados obtenidos identificaron brechas relevantes en indicadores estratégicos, tales como un lead time promedio de 75 días, un nivel de servicio OTIF del 87% y una alta concentración del abastecimiento en un único proveedor internacional. Estos hallazgos confirman la existencia de una estructura logística funcional, pero insuficientemente preparada para responder de manera eficiente a escenarios de alta incertidumbre y variabilidad global.

El análisis de costos, tiempos de tránsito y riesgos asociados al abastecimiento internacional evidenció que la dependencia estructural de proveedores asiáticos incrementa significativamente la exposición de la organización frente a disrupciones logísticas, volatilidad de precios y variaciones cambiarias. Asimismo, se identificó que los costos logísticos actuales se encuentran por encima de referentes internacionales, impactando directamente la competitividad de la operación. En este sentido, el estudio demostró la necesidad de incorporar estrategias de diversificación de proveedores, dual sourcing y optimización de nodos logísticos para fortalecer la continuidad operativa y reducir vulnerabilidades.

La evaluación de la infraestructura logística del Caribe colombiano permitió concluir que la ubicación estratégica de la nueva operación representa una oportunidad competitiva significativa debido a la proximidad a puertos internacionales y corredores logísticos. No obstante, el análisis también evidenció limitaciones relacionadas con congestión portuaria, variabilidad en tiempos de movilización y costos de transporte terrestre. En consecuencia, el desempeño logístico no depende únicamente de la infraestructura disponible, sino de la capacidad de integración, planeación y coordinación de la red de abastecimiento.

El diseño del modelo estratégico de cadena de suministro basado en SCOR permitió estructurar una propuesta integral orientada a optimizar costos logísticos, reducir lead times y fortalecer la resiliencia operacional. La integración de componentes como S&OP, control tower, gestión de riesgos, economía circular y optimización de proveedores permitió construir un modelo sistémico de intervención alineado con estándares internacionales de clase mundial. Adicionalmente, la implementación proyectada del modelo permitiría evolucionar el nivel de madurez de la cadena desde un nivel 2.2 hacia un nivel 4.0, caracterizado por una operación integrada, predictiva y basada en datos.

La investigación evidenció que la incorporación progresiva de aluminio reciclado constituye una estrategia viable tanto desde la perspectiva ambiental como económica. Los resultados del análisis permitieron concluir que el fortalecimiento de prácticas de economía circular puede contribuir simultáneamente a la reducción de costos de materia prima, disminución de emisiones y alineación con criterios ESG y Objetivos de Desarrollo Sostenible. En este sentido, la sostenibilidad deja de ser un componente complementario y se consolida como un elemento estratégico dentro de la competitividad logística de la organización.

La evaluación financiera y los análisis de sensibilidad realizados evidenciaron que el modelo propuesto es técnica, operativa y económicamente viable. El proyecto presentó un ROI estimado del 114%, con un periodo de recuperación inferior a seis meses, mientras que la simulación Monte Carlo mostró una probabilidad superior al 80% de mantener resultados positivos incluso bajo escenarios adversos. Estos resultados permiten concluir que la propuesta no solo responde a las brechas identificadas en el diagnóstico, sino que constituye una alternativa sostenible y robusta para la transformación estratégica de la cadena de suministro.

Recomendaciones

A partir de los resultados obtenidos, se plantean las siguientes recomendaciones orientadas a garantizar la implementación efectiva y sostenible del modelo propuesto:

Implementación Progresiva Del Modelo

Se recomienda desarrollar la implementación del modelo de manera progresiva y escalonada, priorizando inicialmente los componentes de mayor impacto operativo y menor complejidad técnica, particularmente el modelo S&OP y el sistema de indicadores. Esta estrategia permitirá generar resultados tempranos, facilitar la apropiación organizacional y reducir riesgos asociados a la transformación operativa.

Diversificación Estratégica De Proveedores

Se recomienda consolidar una estrategia formal de diversificación de proveedores mediante procesos multicriterio de evaluación, esquemas dual sourcing y análisis continuo de desempeño. Esta intervención permitirá reducir la dependencia estructural del abastecimiento y fortalecer la resiliencia frente a disrupciones globales.

Fortalecimiento De La Red Logística

Se recomienda profundizar en la optimización de la red logística mediante análisis periódicos de capacidad portuaria, desempeño de rutas y costos de transporte terrestre,

con el fin de garantizar una configuración logística flexible y adaptable a condiciones cambiantes del entorno.

Consolidación Del Modelo Predictivo De Gestión

Se recomienda institucionalizar el sistema de KPIs y la arquitectura tipo Control Tower mediante herramientas de business intelligence y analítica predictiva, con el propósito de evolucionar hacia un modelo de gestión basado en datos, capaz de anticipar desviaciones y facilitar decisiones estratégicas en tiempo real.

Fortalecimiento De La Sostenibilidad Operacional

Se recomienda avanzar gradualmente en la incorporación de aluminio reciclado, garantizando previamente procesos de homologación técnica y evaluación de proveedores. Asimismo, se sugiere fortalecer estrategias de economía circular orientadas a maximizar la reutilización de materiales y reducir el impacto ambiental de la operación.

Desarrollo de futuras líneas de investigación

Se recomienda desarrollar investigaciones futuras orientadas a la aplicación de inteligencia artificial, analítica avanzada y simulación digital en la gestión de cadenas de suministro industriales. Igualmente, se sugiere profundizar en modelos de resiliencia logística y sostenibilidad aplicada a operaciones manufactureras en economías emergentes.

Bibliografía

- Aclaight. (2024). *Mercado global de envases de aluminio: tendencias y proyecciones 2024–2034*. Obtenido de Aclaight Reports: <https://acortar.link/pMNX3T>
- Analdex, D. d. (2024). Obtenido de <https://www.analdex.org/wp-content/uploads/2024/01/20240110-Retos-que-enfrentan-los-puertos-colombianos.pdf>
- APICS. (2017). SCOR Supply Chain Operations Reference Model versión 12.0. Association for Operations Management.
- Arpal. (2024). *Libro blanco sobre el aluminio*. Obtenido de Arpal: <https://aluminio.org/wp-content/uploads/2024/04/Arpal-LibroBlancoAlu.pdf>
- Association for Supply Chain Management (ASCM). (2022). SCOR Digital Standard, Version 13.0. Association for Supply Chain Management.
- Association for Supply Chain Management (ASCM). (2023). *2023 salary and career report*. https://www.ascm.org/globalassets/ascm_website_assets/docs/press-releases/05.10.2023-supply-chain-salary-and-career-report-final.pdf.
- Banco Mundial. (2023). Connecting to compete 2023: Trade logistics in an uncertain global economy (Logistics Performance Index). World Bank.
- Bavaria S.A. (11 de Septiembre de 2024). *Inversión: Bavaria inaugura un nuevo Centro de Distribución en el Caribe colombiano*. Obtenido de Bavaria S.A: <https://www.bavaria.co/noticia/inversion-bavaria-inaugura-nuevo-centro-distribucion-caribe-colombiano>
- Canpack Group. (2018). Obtenido de Canpack Group: <https://www.canpack.com/>

Centro Virtual de Negocios (CVN). (Febrero de 2014). *Importaciones colombianas de aluminio crecieron un 36%, mientras que las exportaciones al ritmo del 12%*.

Obtenido de Centro Virtual de Negocios (CVN): <https://acortar.link/PgX0T6>

Chavez, J. H. y Torres-Rabello, R. (2012). ¿Qué son las cadenas de suministro?

Orígenes, fundamentos y conceptos. En Supply Chain Management (2ª ed., pp. 21-56). RIL editores.

https://books.google.com.co/books?hl=es&lr=&id=SJHkoLnyjooC&oi=fnd&pg=PA7&dq=Fundamentos+del+Supply+chain+management&ots=GyIC3GnqUB&sig=TJXd1rSdx9NI3SaCUlefovwlkkM&redir_esc=y#v=onepage&q=Fundamentos%20del%20Supply%20chain%20management&f=false

Chopra, S., & Meindl, P. (2016). *Supply chain management: Strategy, planning, and operations*. Pearson Education Limited.

Christopher, M. (2023). *Logistics & supply chain management (6ª ed.)*. Pearson UK.

Davis, T., & Vogt, M. (2021). Hidden supply chain risk and Incoterms®: Analysis and mitigation strategies. *International Trade Journal*, 35(3), 201–220. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.17381.92645>

Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales. (2024). Informe de gestión vigencia 2024: Facilitación del comercio exterior y sostenibilidad fiscal. DIAN. <https://www.dian.gov.co/atencionciudadano/Documents/INFORME-DE-GESTION-DIAN-2025-VFinal-24ENE2025.pdf>

Drachal, K., & Jędrzejewska, J. (31 de Julio de 2025). The Forecasting of Aluminum Prices: A True Challenge for Econometric Models. Obtenido de Computer Sciences & Mathematics Forum: <https://doi.org/10.3390/cmsf2025011013>

Ecomena. (2023). *Aluminum recycling: Environmental and circular economy benefits*.

Ecomena Sustainability Report.

Euromonitor International. (2024). *Soft drinks and alcoholic beverages in Colombia:*

Market report 2024. Euromonitor International.

European Aluminium. (2022). Circular Aluminium Action Plan. European Aluminium.

García-Buendía, N., Moyano-Fuentes, J., Maqueira-Marín, J. M., & Cobo, M. J. (2024).

Circular supply chain management: A systematic literature review. *International Journal of Production Research*, 62(4), 1180–1199.

<https://doi.org/10.1080/00207543.2023.2175661>

Ghoubach, S., & El Amine, B. (2024). L'adoption de l'IA et du smart logistique à

l'optimisation des coûts d'approvisionnement. *Revue du Contrôle de la Comptabilité et de l'Audit*, 140-156.

Group, C. (2025). *Política del sistema integrado de gestión*. Tocancipá: Documento interno, Canpack Group.

Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., & Anderson, R. E. (2022). *Multivariate Data Analysis* (9th ed.). Cengage Learning.

Heizer, J., Render, B., & Munson, C. (2020). *Operations Management: Sustainability and Supply Chain Management* (13th ed.). Pearson.

Infobae. (14 de Mayo de 2025). *Infobae*. Obtenido de

<https://www.infobae.com/movant/2025/05/14/crisis-logistica-y-caida-de-exportaciones-a-china-agravan-el-comercio-exterior-en-colombia/>

Insights., G. M. (2024). *Aluminum cans market size, share & analysis report, 2034*.

<https://www.gminsights.com/industry-analysis/aluminum-cans-market>.

International Aluminium Institute. (2023). *Global Aluminium Recycling: A Cornerstone of Sustainable Development*. <https://international-aluminium.org>

Jacobs, F. R., & Chase, R. B. (2022). *Operations and Supply Chain Management* (17th ed.). McGraw-Hill.

Johnson, G., Whittington, R., Regnér, P., Angwin, D., & Scholes, K. (2020). *Exploring strategy: Text and cases* (12th ed.). Pearson.

- Kaplan, R. S. (1996). *The balanced scorecard: Translating strategy into action*. Harvard Business School Press.
- Khakdaman , M., Dullaert , W., Inghels, D., Van Keeken, M., & Wissink, P. (14 de Octubre de 2024). *A System Dynamics Supply Chain Analysis for the Sustainability Transition of European Rolled Aluminum Products*. Obtenido de Sustainability: <https://doi.org/10.3390/su16208892>
- Kraljic, P. (1983). Purchasing must become supply management. *Harvard Business Review*, 61(5), 109–117.
- Lambert, D. M., & Cooper, M. C. (2000). Issues in supply chain management. *Industrial Marketing Management*, 29(1), 65–83. [https://doi.org/10.1016/S0019-8501\(99\)00113-3](https://doi.org/10.1016/S0019-8501(99)00113-3)
- La Nota Económica. (2024). Industria de bebidas: la que más ha crecido en 2024. Obtenido de La Nota Económica: <https://lanotaeconomica.com.co/movidas-empresarial/industria-de-bebidas-la-que-mas-ha-crecido-en-2024/>
- Legis Comex. (2024). <https://www.legiscomex.com/>.
- Mentzer, J. T., DeWitt, W., Keebler, J. S., Min, S., Nix, N. W., Smith, C. D., & Zacharia, Z. G. (2001). Defining supply chain management. *Journal of Business Logistics*, 22(2), 1–25. <https://doi.org/10.1002/j.2158-1592.2001.tb00001.x>
- Ministerio de Comercio, Industria y Turismo de Colombia. (2025). Obtenido de <https://zf.mincit.gov.co/del-sistema>
- Monczka, R. M., Handfield, R. B., Giunipero, L. C., & Patterson, J. L. (2021). *Purchasing and Supply Chain Management*. Cengage.
- Nunnally, J. C., & Bernstein, I. H. (1994). *Psychometric Theory* (3rd ed.). McGraw-Hill.
- Organización Mundial del Comercio (OMC). (2024). Trade facilitation agreement: Implementation report. WTO.
- Patrick, G. (Junio de 2023). Top 10 aluminum can manufacturers meeting the increasing demands for sustainable packaging. Obtenido de Verifield Market Research: <https://share.google/LUIElvtYIZxjspyBJ>
- Perfil de empresa: Canpack Colombia S.A.S. (2024). Obtenido de EMIS: https://www.emis.com/php/company-profile/CO/Canpack_Colombia_SAS_es_8167609.html
- Porter, M. E. (2008). The five competitive forces that shape strategy. *Harvard Business Review*, 86(1), 78–93.

- Ruiz Torres, A. J., Ablanado Rosas, J., Mahmoodi, F., & Ohmori, S. (Agosto de 2023). Determining number of suppliers, duration of supply cycle and allocation to in-house production under supply uncertainty. Obtenido de ScienceDirect: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0360835223004291?utm_source
- Saaty, T. L. (1980). The analytic hierarchy process: Planning, priority setting, resource allocation. McGraw-Hill.
- Simchi-Levi, D., Kaminsky, P., & Simchi-Levi, E. (2008). Designing and managing the supply chain: Concepts, strategies, and case studies (3.^a ed.). McGraw-Hill.
- Stahel, W. R. (2019). *The circular economy: A user's guide*. Routledge.
- Sugiono, A., Rahayu, A., Wibowo, L. A., & Ahmad, R. H. (2023). Analysis of Incoterms and Relational Resources to Improve Competitive Advantage: A Study of Freight Forwarders Company in Indonesia. *Asian Journal of Logistics Management*, 64-91.
- Superintendencia de Sociedades. (2024). Estados financieros Canpack Colombia S.A.S. Sistema de Información y Reporte Empresarial (SIREM). <https://www.supersociedades.gov.co>
- Tadayonrad, Y., & Balle Ndiaye, A. (Septiembre de 2023). A new key performance indicator model for demand forecasting in inventory management considering supply chain reliability and seasonality. Obtenido de ScienceDirect: <https://doi.org/10.1016/j.sca.2023.100026>
- The Aluminum Association. (9 de Octubre de 2025). Obtenido de The Aluminum Association: <https://www.aluminum.org/news/domestic-aluminum-demand-52-through-first-half-2024>
- Veritrade. (2024). Base de datos de comercio exterior de Colombia: Importaciones de aluminio. Veritrade.

Anexos

Anexo A. Encuesta realizada dentro de la organización

Dimensiones	# pregunta	Pregunta
Planeación de la demanda (PLAN)	1	La empresa cuenta con un proceso estructurado para la planificación de la demanda.
Planeación de la demanda (PLAN)	2	Existe una adecuada coordinación entre las áreas de compras, logística y producción.
Planeación de la demanda (PLAN)	3	La planeación permite anticipar cambios en la demanda y ajustar el abastecimiento oportunamente.
Gestión de proveedores (SOURCE)	4	La empresa cuenta con una base de proveedores diversificada.
Gestión de proveedores (SOURCE)	5	Existe una alta dependencia de un proveedor principal para el abastecimiento.
Gestión de proveedores (SOURCE)	6	Los proveedores cumplen consistentemente con los tiempos de entrega acordados.
Gestión de proveedores (SOURCE)	7	Los costos asociados al abastecimiento internacional son competitivos frente al mercado.
Gestión de proveedores (SOURCE)	8	La empresa cuenta con estrategias para mitigar riesgos asociados a proveedores internacionales.
Eficiencia del proceso productivo (MAKE)	9	La disponibilidad de materia prima permite mantener la continuidad de la producción.
Eficiencia del proceso productivo (MAKE)	10	Existe una adecuada integración entre el área de producción y logística.
Eficiencia del proceso productivo (MAKE)	11	Los retrasos en el abastecimiento afectan significativamente la operación productiva.
Logística de distribución (DELIVER)	12	Los procesos de transporte y distribución son eficientes en términos de tiempo y costo.

Logística de distribución (DELIVER)	13	La infraestructura logística (puertos, transporte interno) soporta adecuadamente la operación.
Logística de distribución (DELIVER)	14	Los tiempos de entrega cumplen con los requerimientos del negocio.
Logística de distribución (DELIVER)	15	Los costos logísticos son gestionados de manera eficiente dentro de la organización.
Gestión de devoluciones (RETURN)	16	La empresa cuenta con procesos claros para la gestión de devoluciones.
Gestión de devoluciones (RETURN)	17	Las devoluciones no generan impactos significativos en la operación logística.
Sostenibilidad y circularidad	18	La empresa incorpora criterios ambientales en la gestión de la cadena de suministro.
Sostenibilidad y circularidad	19	Existen prácticas de reciclaje o reutilización de materiales dentro de la operación.
Sostenibilidad y circularidad	20	La organización considera la sostenibilidad como un factor estratégico en la toma de decisiones logísticas.

Escala de calificación:

Valor	Significado
1	Totalmente en desacuerdo / Muy bajo
2	En desacuerdo / Bajo
3	Ni de acuerdo ni en desacuerdo / Medio
4	De acuerdo / Alto
5	Totalmente de acuerdo / Muy alto

Anexo B. Resultados, recolección de datos por las diferentes áreas de Canpack Colombia SAS.

Dimensión	Planación de la demanda (PLAN)	Planación de la demanda (PLAN)	Planación de la demanda (PLAN)	Gestión de proveedores (SOURCE)	Gestión de proveedores (SOURCE)	Gestión de proveedores (SOURCE)	Gestión de proveedores (SOURCE)	Gestión de proveedores (SOURCE)	Eficiencia del proceso productivo (MAKE)	Eficiencia del proceso productivo (MAKE)	Eficiencia del proceso productivo (MAKE)	Logística de distribución (DELIVER)	Logística de distribución (DELIVER)	Logística de distribución (DELIVER)	Logística de distribución (DELIVER)	Gestión de devoluciones (RETURN)	Gestión de devoluciones (RETURN)	Sostenibilidad y circularidad	Sostenibilidad y circularidad	Sostenibilidad y circularidad
Pregunta	La empresa cuenta con un proceso estructurado para la planificación de la demanda.	Existe una adecuada coordinación entre las áreas de compras, logística y producción.	La planeación permite anticipar cambios en la demanda y ajustar el abastecimiento oportunamente.	La empresa cuenta con una base de proveedores diversificada.	Existe una alta dependencia de un proveedor principal para el abastecimiento (inventos).	Los proveedores cumplen consistentemente con los tiempos de entrega acordados.	Los costos asociados al abastecimiento internacional son competitivos frente al mercado.	La empresa cuenta con estrategias para mitigar riesgos asociados a proveedores internacionales.	La disponibilidad de materia prima permite mantener la continuidad de la producción.	Existe una adecuada integración entre el área de producción y logística.	Los retrasos en el abastecimiento afectan significativamente la operación productiva (inverda).	Los procesos de transporte y distribución son eficientes en términos de tiempo y costo.	La infraestructura logística (puertos, transporte interno) soporta adecuadamente la operación.	Los tiempos de entrega cumplen con los requerimientos del negocio.	Los costos logísticos son gestionados de manera eficiente dentro de la organización.	La empresa cuenta con procesos claros para la gestión de devoluciones.	Las devoluciones no generan impactos significativos en la operación logística.	La empresa incorpora criterios ambientales en la gestión de la cadena de suministro.	Existen prácticas de reciclaje o reutilización de materiales dentro de la operación.	La organización considera la sostenibilidad como un factor estratégico en la suma de decisiones logísticas.
Area	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18	P19	P20
Compras	4,00	2,00	3,00	4,00	2,00	3,00	2,00	2,00	3,00	3,00	2,00	3,00	3,00	3,00	3,00	4,00	4,00	3,00	2,00	3,00
Logística	3,00	3,00	3,00	2,00	2,00	3,00	3,00	2,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	4,00	4,00	3,00	2,00	3,00
Planación	4,00	3,00	3,00	3,00	2,00	3,00	3,00	3,00	3,00	4,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	4,00	4,00	3,00	3,00	3,00
Producción	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	2,00	3,00	3,00	4,00	4,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	4,00	4,00	3,00	3,00	3,00
Gerente de Finanzas	5,00	2,00	4,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	3,00	3,00	2,00	3,00	3,00	3,00	3,00	4,00	4,00	3,00	2,00	3,00
Operaciones	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	4,00	4,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	4,00	4,00	3,00	3,00	3,00
Gerente de Mantenimiento	2,00	3,00	2,00	2,00	2,00	3,00	3,00	2,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	4,00	4,00	3,00	2,00	3,00
Gerente de Supply Chain	5,00	3,00	4,00	3,00	2,00	3,00	3,00	2,00	3,00	4,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	4,00	4,00	3,00	3,00	3,00

Anexo C. Resultados estadísticos por dimensión SCOR

Dimensión	Promedio
Planeación	2.49
Proveedores	2.80
Producción	2.68
Distribución	3.00
Devoluciones	4.00
Sostenibilidad	2.83

Anexo D. Análisis de datos operación logística 2024-2025

Naviera	Contenedores	% Participación	Toneladas de aluminio aprox	Costo por tonelada USD	Flete marítimo promedio USD	Gasto portuario USD	Costo transporte local de Buenaventura a Tocandipa USD	Nacionalización DIAN USD
CMA CGM	867	30.9%	18.554	\$ 51.394.026	\$ 2.216.919	\$ 130.050	\$ 1.257.150	\$ 556.614
MSC	420	15.0%	8.988	\$ 24.896.760	\$ 1.073.940	\$ 63.000	\$ 609.000	\$ 269.640
MAERSK	385	13.7%	8.239	\$ 22.822.030	\$ 984.445	\$ 57.750	\$ 558.250	\$ 247.170
HAPAG-LLOYD	310	11.1%	6.634	\$ 18.376.180	\$ 792.670	\$ 46.500	\$ 449.500	\$ 199.020
EVERGREEN	215	7.7%	4.601	\$ 12.744.770	\$ 549.755	\$ 32.250	\$ 311.750	\$ 138.030
COSCO	180	6.4%	3.852	\$ 10.670.040	\$ 460.260	\$ 27.000	\$ 261.000	\$ 115.560
ONE	140	5.0%	2.996	\$ 8.298.920	\$ 357.980	\$ 21.000	\$ 203.000	\$ 89.880
YANG MING	95	3.4%	2.033	\$ 5.631.410	\$ 242.915	\$ 14.250	\$ 137.750	\$ 60.990
ZIM	70	2.5%	1.498	\$ 4.149.460	\$ 178.990	\$ 10.500	\$ 101.500	\$ 44.940
PIL	50	1.8%	1.070	\$ 2.963.900	\$ 127.850	\$ 7.500	\$ 72.500	\$ 32.100
WAN HAI	40	1.4%	856	\$ 2.371.120	\$ 102.280	\$ 6.000	\$ 58.000	\$ 25.680
HYUNDAI	20	0.7%	428	\$ 1.185.560	\$ 51.140	\$ 3.000	\$ 29.000	\$ 12.840
OTROS	10	0.4%	214	\$ 592.780	\$ 25.570	\$ 1.500	\$ 14.500	\$ 6.420
TOTAL	2.802	100%	59.963	\$ 166.096.956	\$ 7.164.714	\$ 420.300	\$ 4.062.900	\$ 1.798.884