

IMPACTO DE LA INVESTIGACIÓN OPERATIVA EN LA MEJORA DE LA EFICIENCIA LOGÍSTICA DE LAS EMPRESAS EN BENGUELA

NANIKAFUAKO AUGUSTO LUSENDE ANDRÉ*

<https://orcid.org/0000-0002-6469-6727>

Departamento de Ingeniería Informática, Instituto Superior Politécnico Benguela,
Angola

ROBERTO CRUZ ACOSTA

<https://orcid.org/0000-0002-7282-8857>

Departamento de Ingeniería Informática, Instituto Superior Politécnico Benguela,
Angola

Recibido: 6 de enero del 2025 / Aceptado: 24 febrero del 2025

Publicado: 10 de junio del 2025

doi: <https://doi.org/10.26439/ing.ind2025.n48.7411>

RESUMEN. En esta investigación se ha evaluado el impacto de la investigación operativa en la optimización de procesos logísticos en empresas de Benguela (Angola). Utilizando un enfoque cuantitativo, se seleccionaron empresas representativas del sector logístico y se aplicaron encuestas y análisis de registros para caracterizar sus procesos y detectar áreas de mejora. Se desarrollaron modelos matemáticos de programación lineal, simulación y teoría de colas para optimizar aspectos como la planificación de rutas, gestión de inventarios y asignación de recursos, y calibrados con datos reales. Los resultados mostraron que la implementación de estas soluciones condujo a mejoras significativas en la eficiencia logística, incluyendo reducciones en costos de transporte y almacenamiento, disminución de tiempos de entrega y aumento en la disponibilidad de productos. Además, se han identificado oportunidades para minimizar el impacto ambiental mediante la optimización de rutas y consolidación de

Este estudio no fue financiado por ninguna entidad.

* Autor corresponsal.

Correos electrónicos en orden de aparición: nanikafuako.andre@ispbenguela.com; roberto.acosta@ispbenguela.com

Este es un artículo de acceso abierto, distribuido bajo los términos de la licencia Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0).

cargas, lo que evidencia que la investigación operativa es una herramienta clave para la sostenibilidad en este sector.

PALABRAS CLAVE: investigación operativa / optimización / modelos matemáticos / programación lineal / logística

IMPACT OF OPERATIONS RESEARCH ON IMPROVING THE LOGISTICS EFFICIENCY OF COMPANIES IN BENGUELA

ABSTRACT. This research evaluated the impact of Operations Research in the optimization of logistics processes in companies in Benguela (Angola). Using a quantitative approach, representative companies from the logistics sector were selected and surveys and record analysis were applied to characterize their processes and detect areas for improvement. Mathematical models of linear programming, simulation and queuing theory were developed to optimize aspects such as route planning, inventory management and resource allocation, calibrated with real data. The results showed that the implementation of these solutions led to significant improvements in logistics efficiency, including reductions in transportation and storage costs, decreased delivery times, and increased product availability. In addition, opportunities were identified to minimize environmental impact through route optimization and cargo consolidation, thus evidencing Operational Research as a key tool for sustainability in this sector.

KEYWORDS: operations research / optimization / mathematical models / linear programming / logistics

INTRODUCCIÓN

La investigación operativa (en adelante, IO) ha emergido como una disciplina crucial para mejorar la eficiencia en diversos sectores industriales, particularmente en el ámbito logístico. En un contexto global en el que la competitividad y la sostenibilidad son cada vez más prioritarias, las empresas enfrentan el desafío de optimizar sus procesos logísticos para mantenerse relevantes en un mercado dinámico. Esta tendencia es evidente en diversas partes del mundo, donde la implementación de modelos de IO ha demostrado ser una herramienta eficaz para la toma de decisiones informadas, reducción de costos operativos y mejora del servicio al cliente.

En Angola, específicamente en la provincia de Benguela, las empresas navegan por un entorno caracterizado por un conjunto de desafíos únicos que incluyen limitaciones en infraestructura, fluctuaciones en la demanda del mercado y la necesidad de adaptarse a condiciones económicas variables. Estas particularidades requieren enfoques innovadores para gestionar las cadenas de suministro y mejorar la eficiencia logística. La IO, a través de sus métodos de optimización matemática y modelos de simulación, ofrece soluciones personalizadas que pueden responder de manera efectiva a los problemas locales considerando las particularidades del contexto en el que operan las empresas angoleñas.

A nivel nacional, los esfuerzos por modernizar y fortalecer la infraestructura logística son fundamentales para impulsar la economía. La creciente atención a la sostenibilidad ambiental también se alinea con las estrategias de desarrollo sostenible planteadas en políticas públicas, lo cual enfatiza la importancia de integrar prácticas logísticas responsables desde una perspectiva económica y ecológica. La IO se posiciona como un motor esencial para estas iniciativas, pues proporciona herramientas que facilitan el diseño de procesos más estratégicos y responsables.

El objetivo en la presente investigación es evaluar el potencial de la IO para afrontar los desafíos logísticos de las empresas en Benguela. Nuestra hipótesis es la siguiente: la integración de modelos de IO no solo incrementa la eficiencia operativa y reduce costos, sino que también potencia la competitividad empresarial y fomenta la sostenibilidad. A partir de ello, buscamos aportar una base científica sólida que respalde la implementación de estas técnicas en los procesos logísticos locales. De este modo, el estudio no solo busca ofrecer un diagnóstico de la situación actual, sino también proponer un conjunto de recomendaciones y estrategias fundamentadas en el uso de la IO que pueden ser adoptadas por las empresas de Benguela para optimizar su desempeño logístico en un mundo en constante cambio.

Los hallazgos de Yan et al. (2024) destacan el potencial transformador de la IO en la gestión empresarial, especialmente en el ámbito de la logística. Al implementar

modelos matemáticos avanzados y calibrarlos con datos empíricos, se lograron mejoras significativas en la eficiencia logística que se tradujeron en reducciones notables de costos y tiempos de entrega. Estos resultados no solo validaron la aplicabilidad de las técnicas de IO en contextos reales, sino que también sugieren que su adopción podría ser fundamental para las empresas de Benguela, lo que les permite optimizar recursos y mejorar su competitividad en un entorno cada vez más complejo.

Zheng et al. (2023) realizaron un análisis exhaustivo de la IO y subrayaron su importancia en la resolución de problemas complejos en ingeniería. Este trabajo profundizó en los fundamentos matemáticos de la IO, para lo cual proporcionaron herramientas clave para abordar desafíos como la asignación óptima de recursos y la toma de decisiones en entornos inciertos. Un aspecto destacado fue la exploración del análisis de decisiones bajo riesgo e incertidumbre, en la que los autores presentan modelos y algoritmos que permiten desarrollar soluciones robustas y adaptables a condiciones cambiantes. Este enfoque resulta especialmente pertinente para las empresas de Benguela, ya que ofrece estrategias efectivas para enfrentar y superar sus desafíos logísticos en un contexto dinámico.

Khakbaz et al. (2024) analizaron de manera profunda la IO y subrayaron su papel crucial en la resolución de problemas complejos dentro del ámbito de la ingeniería. Además, se ahondó en los fundamentos matemáticos de la IO y se ofrecieron herramientas indispensables para enfrentar desafíos como la asignación óptima de recursos y la toma de decisiones en entornos inciertos. Un aspecto relevante fue la exploración del análisis de decisiones bajo riesgo e incertidumbre, en la que los autores desarrollan modelos y algoritmos capaces de generar soluciones robustas y adaptables a condiciones cambiantes. Este enfoque resulta esencial para las empresas que buscan optimizar sus procesos logísticos y mejorar su competitividad en un mercado cada vez más dinámico.

Por su parte, en el estudio de caso de Assiddiqi et al. (2022), se contribuyó a la gestión de la cadena de suministro, al examinar exhaustivamente los desafíos logísticos enfrentados por una empresa peruana. La investigación enfatizó la necesidad de un diagnóstico preciso y la implementación de soluciones personalizadas para mejorar la eficiencia operativa de la organización. Los autores mostraron que la integración de herramientas de IO con principios de *lean supply chain management* (*lean SCM*) puede producir resultados significativos, los que se manifiestan en reducciones de costos y en una mejora notable en la calidad del servicio. Este enfoque integrado es fundamental para que las empresas optimicen sus operaciones logísticas y se adapten a las exigencias del mercado actual.

Luego de describir y analizar estos estudios relacionados a la IO, emergen tendencias y problemáticas que coinciden significativamente con el enfoque de nuestra

investigación. De estos subrayamos la importancia de la IO como herramienta clave para abordar los desafíos logísticos en el contexto de Benguela.

Las problemáticas que enfrentan las empresas en dicha región incluyen la optimización de recursos, la toma de decisiones en entornos inciertos, la integración de diversas metodologías y la adaptabilidad de los procesos operativos (Castro & Salas, 2022). La gestión eficiente de recursos es esencial para mejorar la productividad y reducir costos en las operaciones logísticas (Pérez-Wilson et al., 2019). La implementación de modelos matemáticos y técnicas de optimización permite realizar un análisis exhaustivo de la distribución y utilización de estos recursos, lo que maximiza el rendimiento empresarial.

En cuanto a la toma de decisiones en entornos inciertos, las fluctuaciones del mercado y los cambios en la demanda plantean desafíos que requieren un enfoque estructurado (Corella & Olea, 2023). Los modelos de IO, especialmente los que se centran en el análisis de decisiones bajo riesgo, proporcionan marcos que permiten a las empresas fundamentar sus decisiones en datos y escenarios simulados, lo que aumenta su capacidad de respuesta ante situaciones adversas (Villamil, 2024).

Por lo tanto, es fundamental evaluar el potencial de la IO para enfrentar estos desafíos y mejorar la eficiencia logística de las empresas locales (Coronel et al. 2021). Al aplicar modelos matemáticos y técnicas de optimización, podemos desarrollar soluciones personalizadas que no solo ayuden a las empresas a adaptarse a las condiciones cambiantes del mercado, sino también a prosperar en un entorno competitivo (Montesinos-González, 2022).

Angola, un país en desarrollo con vastos recursos naturales, enfrenta una serie de desafíos logísticos que limitan su crecimiento económico (Herrera Vidal & Molina Guerrero, 2024). En particular, la ciudad de Benguela, situada en la costa atlántica, destaca por su potencial industrial, especialmente en la producción de vidrio (Yan et al., 2024); sin embargo, las empresas en Benguela operan en un entorno marcado por la ineficiencia logística, la falta de infraestructura adecuada y un mercado laboral que carece de capacitación especializada en técnicas de optimización (Zheng et al., 2023).

Un estudio del ICEX España Exportación e Inversiones (Vásquez Romero, 2022) destaca la logística en Angola. Particularmente, en Benguela, esta se encuentra inmersa en un contexto desafiante marcado por infraestructuras deficientes y una distribución predominantemente informal. Por ello, el presente estudio se centra en evaluar el potencial de la IO como herramienta para optimizar los procesos logísticos en esta región.

La IO, con su enfoque en la toma de decisiones fundamentadas en datos y modelos matemáticos, proporciona un marco conceptual robusto para enfrentar los desafíos logísticos de Benguela. La fragilidad de su infraestructura vial, que se caracteriza por

una red de carreteras deterioradas y la concentración del tráfico marítimo en unos pocos puertos, presenta un obstáculo significativo para la eficiencia en las operaciones logísticas (Ruíz et al., 2024). No obstante, la IO puede desempeñar un papel crucial en la mitigación de estos efectos a través de la optimización de rutas, la gestión eficiente de inventarios y la planificación de la producción (Saithong & Luong, 2022).

En Benguela, una provincia de Angola, con un sector empresarial en crecimiento, las empresas enfrentan desafíos logísticos particulares que afectan su operatividad y competitividad. Entre estos retos, se destacan la infraestructura vial deficiente, la congestión en los puertos y la escasez de recursos adecuados (San-José et al., 2023). Estos factores complican la distribución eficiente de productos y la gestión de inventarios, lo que limita la capacidad de respuesta al mercado (Snowdon et al., 2021). La necesidad de adoptar tecnologías y metodologías modernas, como la IO, se vuelve crucial para optimizar procesos logísticos y mejorar la eficiencia en este contexto desafiante (Srivastava et al., 2023).

Asimismo, en un entorno de alta volatilidad, la gestión de inventarios resulta crítica, pero muchas organizaciones dependen de métodos tradicionales, lo que genera una falta de visibilidad en la cadena de suministro (Pham, 2022). Esta situación provoca ineficiencias que elevan los costos operativos y limitan la capacidad de respuesta frente a la creciente demanda del mercado (Rehman, 2023). Además, la escasez de recursos para implementar tecnologías avanzadas y la falta de inversión en infraestructura logística perpetúan un ciclo de ineficiencia que impacta tanto en la producción como en la distribución (Khakbaz et al., 2024).

En Benguela, esta situación logística limita la capacidad de las empresas para mover productos de manera efectiva, lo que genera altos costos y tiempos de entrega prolongados. Asimismo, la ausencia de un sistema de gestión de inventarios adecuado provoca acumulación de productos no vendidos y escasez de artículos solicitados, lo que desajusta la oferta y la demanda. De igual manera, el almacenamiento representa un importante desafío. Muchas empresas carecen de sistemas efectivos para supervisar sus inventarios, lo que resulta en espacios sobreutilizados o infrautilizados que incrementan los costos (Kilic & Tarim, 2024). Esta situación perjudica a la capacidad de respuesta rápida a las necesidades del mercado.

Para abordar estos desafíos, es crucial que las empresas en Benguela adopten soluciones logísticas modernas, como la automatización y digitalización de procesos, que les permitan optimizar la gestión de la cadena de suministro y satisfacer de manera más eficiente las expectativas del mercado actual. Según el informe del Banco Mundial (2023), la mejora de la infraestructura y la implementación de tecnologías emergentes son clave para fomentar la competitividad en el contexto africano y brindar a las empresas la capacidad de adaptarse a un entorno en constante cambio.

Teniendo en cuenta la situación problemática se plantea la siguiente pregunta: ¿cómo puede la IO contribuir a mejorar significativamente la eficiencia de los procesos logísticos en las empresas de Benguela? Considerando las particularidades del contexto local y los desafíos asociados a la infraestructura y la demanda, contribuye a aumentar la competitividad empresarial y promover la sostenibilidad ambiental. Entonces, como ya se ha señalado al principio de esta introducción, nuestra hipótesis principal es que la aplicación de modelos de IO en los procesos logísticos de las empresas de Benguela permitirá mejorar significativamente su eficiencia, reducir costos, aumentar la competitividad y contribuir a la sostenibilidad ambiental.

En ese sentido, la presente investigación tuvo como objetivo evaluar el potencial de la IO para abordar estos desafíos y mejorar la eficiencia logística de las empresas en Benguela a través de la aplicación de modelos matemáticos y técnicas de optimización, con el fin de buscar desarrollar soluciones personalizadas que permitan a las empresas tomar decisiones más fundamentadas, minimizar los desperdicios, optimizar los recursos disponibles y responder de manera más eficiente a las exigencias del mercado contemporáneo. En este sentido, se pretende contribuir al fortalecimiento de la competitividad regional, lo que promueve una gestión logística más moderna, sostenible y alineada con las mejores prácticas internacionales reconocidas en el ámbito de la logística y la gestión empresarial.

METODOLOGÍA

En esta investigación se ha adoptado un enfoque metodológico mixto, en el que se han combinado elementos cuantitativos y cualitativos para analizar integralmente el contexto logístico en Benguela. El diseño de la investigación fue de tipo exploratorio-descriptivo, con el que se ha buscado identificar variables clave y describir las dinámicas operativas del sector. El alcance fue correlacional, por lo que se ha examinado las relaciones entre diferentes variables logísticas y su impacto en la eficiencia y sostenibilidad.

La etapa inicial consistió en una revisión sistemática de la literatura sobre IO aplicada a la logística, en el que se consultaron bases de datos académicas y especializadas para identificar modelos, técnicas y mejores prácticas relevantes. Posteriormente, se realizó un estudio de casos múltiples y se seleccionaron empresas del sector logístico en Benguela según criterios de relevancia, diversidad operativa y tamaño. En cada caso, se recolectaron datos cuantitativos (costos operativos, tiempos de entrega, niveles de inventario, tasas de rotación) mediante registros internos y encuestas estructuradas. Complementariamente, se obtuvieron datos cualitativos a través de entrevistas semiestructuradas con gerentes y empleados clave, y observaciones directas de los procesos logísticos.

El análisis de datos cuantitativos implicó la construcción de modelos matemáticos utilizando técnicas de programación lineal y simulación. Para ello, se emplearon *softwares* especializados, como Microsoft Excel, AnyLogic, Arena y CPLEX, lo que permitió modelar y optimizar escenarios logísticos, evaluar el impacto de diferentes variables y proponer soluciones para maximizar la eficiencia y minimizar costos. Las variables consideradas incluyeron costos de transporte, tiempos de procesamiento, capacidad de almacenamiento y niveles de servicio al cliente.

La validación de los modelos desarrollados fue un paso crítico en la metodología. Se compararon los resultados obtenidos a partir de los modelos con los datos reales de las empresas y la situación actual de los procesos logísticos. Esta comparación permitió verificar la precisión de los modelos y ajustar los parámetros necesarios para reflejar de manera más fiel la realidad del entorno logístico en Benguela. La validación aseguró que las soluciones propuestas sean viables y aplicables en el contexto local.

Como ya se indicó, la metodología se basó en un enfoque mixto. En la fase cuantitativa, se recolectaron datos a través de encuestas a empresas de diferentes tamaños y sectores, así como de registros internos de las compañías participantes. Estos datos fueron analizados utilizando *softwares* estadísticos como R y SPSS para identificar patrones y tendencias. En paralelo, se realizaron entrevistas semiestructuradas a gerentes de logística y expertos en la materia para obtener una visión más profunda de los desafíos y oportunidades del sector. Los datos cualitativos fueron codificados y analizados mediante técnicas de análisis de contenido. Para modelar y optimizar los procesos logísticos, se emplearon modelos de programación lineal y simulación. Los resultados de estos modelos fueron validados a través de estudios de caso y retroalimentación de los participantes.

La población total de la investigación se compuso por 142 individuos, distribuidos de la siguiente manera: 45 gerentes, 27 propietarios de empresas y 70 funcionarios. Esta diversidad en la muestra permitió obtener una perspectiva amplia sobre la aplicación de modelos de IO en diferentes niveles y roles dentro de las organizaciones. La inclusión de estos tres grupos facilitó un análisis más completo de las prácticas logísticas y su impacto en la eficiencia y competitividad empresarial.

RESULTADOS

En esta sección, se presentan los resultados obtenidos a partir de las encuestas y entrevistas realizadas a gerentes, propietarios de empresas y funcionarios en Benguela, cuyo objetivo es evaluar el potencial de la IO para abordar los desafíos logísticos que enfrentan las organizaciones en la región. A través de la recopilación y análisis de datos, se buscó identificar cómo la implementación de modelos de IO puede contribuir

a mejorar la eficiencia logística, optimizar recursos y, en última instancia, potenciar la competitividad de las empresas (Ma et al., 2024). Los hallazgos aquí presentados proporcionan una base sólida para comprender el impacto de estas prácticas en el contexto empresarial de Benguela.

Se demostró la hipótesis calculando el coeficiente de Pearson, de lo cual resultó una correlación positiva entre la variable independiente y las tres dependientes (dado que se encuentra entre 0 y 1), con un valor encontrado de 0,715. De acuerdo con el coeficiente de determinación, la variable independiente de aplicación de modelos de IO explica en un 52,5 % las variables dependientes de eficiencia logística, costos logísticos y competitividad empresarial. El resto se debe a otros factores. El análisis multivariante de la varianza (*multivariate analysis of variance*, Manova), al realizar las pruebas globales de significación, arrojó que la traza de Pillai alcanzó el valor de 0,381. Dada la complejidad de la distribución de la traza de Pillai, el valor de esta se aproximó a una distribución F que, en este caso concreto, fue de 1,97, el cual es de un grado de significación menor de 0,0001. Ello condujo al rechazo de la hipótesis nula, es decir, se registraron diferencias entre los tratamientos. Por lo anterior, se comprobó que existe correlación entre las variables que describen la aplicación de modelos de IO en los procesos logísticos de las empresas.

Para abordar de manera integral la situación logística en Benguela, fue fundamental combinar el método simplex de programación lineal con otras herramientas y tecnologías. A continuación, se presenta un análisis detallado de los problemas identificados, las causas subyacentes y cómo la implementación de soluciones podría mejorar la operatividad de las empresas en la región.

Al aplicar estas soluciones, se prevé un impacto significativo en la operatividad de las empresas en Benguela:

1. *Reducción de costos.* La optimización de rutas y la gestión de inventarios permitirá disminuir costos operativos y de almacenamiento.
2. *Mejora en la satisfacción del cliente.* Con una mejor disponibilidad de productos y tiempos de entrega más cortos, se espera un aumento de satisfacción del cliente.
3. *Incremento de la eficiencia operativa.* La implementación de tecnologías modernas y la capacitación del personal mejorarán la eficiencia en la gestión logística.

La combinación del método simplex con tecnologías modernas y una gestión integral de la infraestructura de transporte, inventarios y almacenamiento puede transformar la logística en Benguela. Es esencial que las empresas y el Gobierno colaboren para abordar estos problemas de manera efectiva y garantizar un entorno logístico más competitivo y sostenible. La inversión en tecnología, capacitación y mejora de la infraestructura será clave para impulsar el crecimiento económico de la región.

Entonces, para abordar los problemas logísticos en Benguela mediante el método simplex de programación lineal, primero debemos definir el problema de manera clara y establecer variables, restricciones y una función objetivo. A continuación, se presenta un enfoque sistemático que incluye todos los pasos necesarios.

Definición del problema

Objetivo

Optimizar la gestión de inventarios y almacenamiento para minimizar costos y maximizar la eficiencia en la distribución de productos.

Variables

- x_1 : cantidad de producto A por almacenar
- x_2 : cantidad de producto B por almacenar
- x_3 : cantidad de producto C por almacenar

Función objetivo

Minimizar el costo total de almacenamiento:

$$Z = c_1x_1 + c_2x_2 + c_3x_3$$

$$Z = c_1x_1 + c_2x_2 + c_3x_3,$$

donde c_1 , c_2 , c_3 , c_1 , c_2 y c_3 son los costos por unidad de almacenamiento de cada producto.

Restricciones

Las restricciones se basan en la capacidad de almacenamiento y la demanda de los productos:

1. Capacidad de almacenamiento: $x_1 + x_2 + x_3 \leq C$, donde C es la capacidad total de almacenamiento disponible.
2. Demanda de productos: $x_1 \geq D_1$, $x_2 \geq D_2$, $x_3 \geq D_3$, donde D_1 , D_2 , D_3 son las demandas mínimas de cada producto.
3. No negatividad: $x_1, x_2, x_3 \geq 0$.

Ejemplo numérico

Supongamos los siguientes datos:

- Costos de almacenamiento: $c_1 = 5$, $c_2 = 4$, $c_3 = 6$

- Capacidad total de almacenamiento: $C = 100C = 100$
- Demandas mínimas: $D1 = 20D1 = 20, D2 = 30D2 = 30, D3 = 10D3 = 10$

Formulación del problema

La función objetivo y las restricciones se pueden expresar de la siguiente manera:

- Minimizar $Z = 5x1 + 4x2 + 6x3$
- Minimizar $Z = 5x1 + 4x2 + 6x3$

Sujeta a lo siguiente:

- $x1 + x2 + x3 \leq 100x1 + x2 + x3 \leq 100$
- $x1 \geq 20x1 \geq 20$
- $x2 \geq 30x2 \geq 30$
- $x3 \geq 10x3 \geq 10$
- $x1, x2, x3 \geq 0x1, x2, x3 \geq 0$

Método simplex

1. Tabla inicial: convertimos las restricciones en igualdades introduciendo variables de holgura $s1, s2, s3, s4s1, s2, s3, s4$ (véase la Tabla 1):
 - $x1 + x2 + x3 + s1 = 100$
 - $x1 + x2 + x3 + s1 = 100$
 - $x1 + s2 = 20x1 + s2 = 20$
 - $x2 + s3 = 30x2 + s3 = 30$
 - $x3 + s4 = 10x3 + s4 = 10$

Tabla 1
Tabla inicial

Base	x1x1	x2x2	x3x3	s1s1	s2s2	s3s3	s4s4	RHS
s1s1	1	1	1	1	0	0	0	100
s2s2	1	0	0	0	1	0	0	20
s3s3	0	1	0	0	0	1	0	30
s4s4	0	0	1	0	0	0	1	10
Z	-5	-4	-6	0	0	0	0	0

2. Iteraciones del método simplex:

- Identificamos la columna pivote (la más negativa en la fila Z).
- Determinamos la fila pivote usando la razón mínima (RHS / coeficiente de la columna pivote).
- Realizamos operaciones para convertir la tabla a una forma canónica.

3. Continuar el proceso hasta que no haya más elementos negativos en la fila Z.

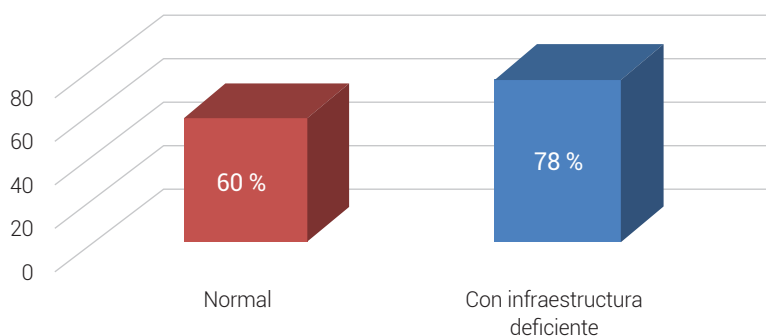
Análisis

Al finalizar el método simplex, se obtuvieron valores óptimos para x_1 , x_2 , x_3 , x_1 , x_2 y x_3 que minimizan el costo total de almacenamiento, lo que evita las restricciones de capacidad y demanda. De igual manera, el uso del método simplex ha permitido a las empresas de Benguela optimizar su gestión de inventarios y almacenamiento, lo que redujo costos y ha mejorado la eficiencia operativa (Mallidis et al., 2022). Al combinar este enfoque con tecnologías avanzadas de gestión de inventarios, se podría transformar significativamente la logística de la región y crear un entorno más competitivo y sostenible.

Es fundamental que las empresas no solo se enfoquen en la optimización matemática, sino que también inviertan en infraestructura y tecnología para lograr resultados sostenibles a largo plazo. Un análisis exhaustivo de las operaciones logísticas en Benguela, utilizando técnicas cuantitativas y cualitativas, ha identificado ineficiencias en la gestión del almacenamiento y los tiempos de entrega (Vásquez Romero, 2022). Estos hallazgos, obtenidos a través de análisis de datos y entrevistas con personal clave, tienen implicaciones directas en la competitividad de las empresas en el mercado local (véase la Figura 1).

Figura 1

Tiempo de entrega promedio (minutos)



Hemos determinado que el tiempo de entrega se incrementa en un 30 % cuando la infraestructura es deficiente. Esto significa que, en promedio, los envíos tardan treinta minutos más en llegar a su destino cuando las condiciones de las carreteras, puentes o vías de transporte no son las adecuadas. ¿Qué significa este aumento del 30 %?

- *Retrasos en las entregas.* Los productos o mercancías tardan más tiempo en llegar a su destino final, lo que puede generar insatisfacción en los clientes y afectar la reputación de la empresa.
- *Aumento de costos.* Los retrasos implican un mayor consumo de combustible, desgaste de los vehículos y horas extras para los conductores, lo que se traduce en un incremento en los costos operativos.
- *Disminución de la eficiencia.* La infraestructura deficiente reduce la capacidad de la empresa para realizar entregas a tiempo y de manera eficiente, lo que puede afectar su competitividad en el mercado.

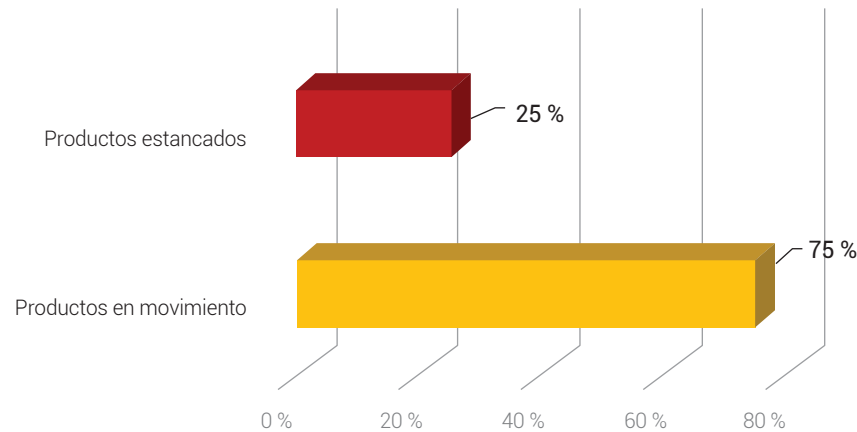
El aumento del 30 % en el tiempo de entrega debido a la infraestructura deficiente es un indicador claro de que esta problemática tiene un impacto significativo en las operaciones de las empresas. Por lo tanto, es fundamental tomar medidas para mitigar este efecto y mejorar la eficiencia de las entregas.

Asimismo, dicho incremento se atribuye a una infraestructura deficiente. Los gerentes han enfatizado que esta situación impacta directamente en la eficiencia de las entregas, lo que resulta en un aumento promedio de treinta minutos en los envíos (Hernández et al., 2022). Este dato fue respaldado por funcionarios, quienes señalaron que las condiciones inadecuadas de las carreteras y las vías de transporte provocan retrasos que afectan tanto la satisfacción del cliente como la reputación de la empresa.

Por otro lado, el análisis del inventario pone de manifiesto una situación preocupante. Un 25 % de los productos se encuentra estancado, es decir, no han registrado movimiento en los últimos tres meses. Esta cifra revela un desequilibrio significativo entre la oferta y la demanda, lo que sugiere una serie de problemas subyacentes (véase la Figura 2). Del mismo modo, el análisis del inventario ha revelado que un 25 % de los productos se encuentra estancado, es decir, sin movimiento en los últimos tres meses. Los propietarios han expresado su preocupación por este desequilibrio entre oferta y demanda, por lo que se sugiere que esto podría ser resultado de una sobreproducción, en la que la cantidad de productos fabricados supera la demanda real del mercado (Baek, 2024). Esta percepción fue corroborada por los funcionarios, quienes señalaron que la falta de alineación entre la producción y las tendencias del consumidor agravan aún más la situación.

Figura 2

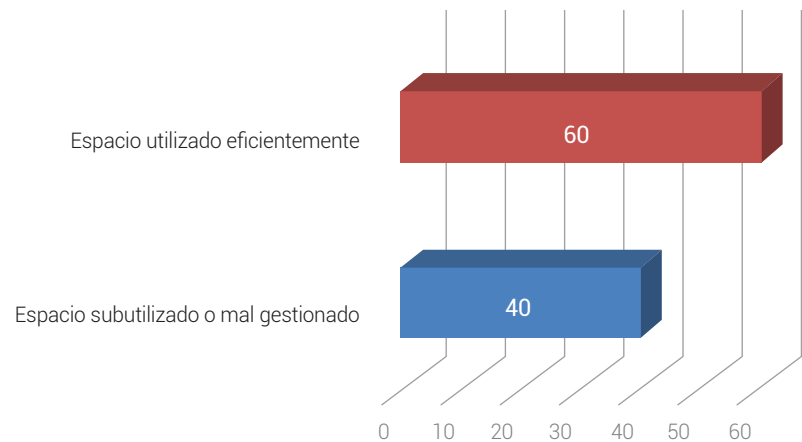
Sistema de gestión de inventarios efectivo



El hallazgo de que el 40 % del espacio de almacenamiento se encuentra subutilizado o mal gestionado revela una ineficiencia significativa en las operaciones logísticas de la empresa (véase la Figura 3). Esta situación no solo implica un desperdicio de recursos valiosos, como el espacio físico y los costos asociados a su mantenimiento, sino que también puede generar una serie de problemas operativos.

Figura 3

Porcentaje de gestión del almacenamiento



La mayoría de los encuestados coincidieron en que la situación actual se debe a una planificación inadecuada del *layout* del almacén y a una gestión deficiente del inventario (Blancas-Rivera et al., 2023). Asimismo, los gerentes señalaron que la falta de optimización en los procesos logísticos contribuye a este problema, lo que resulta en un desperdicio de recursos valiosos y costos adicionales relacionados con el mantenimiento del espacio.

La subutilización del espacio puede atribuirse a diversos factores, como una planificación inadecuada del *layout*, una gestión ineficaz del inventario o la falta de optimización en los procesos operativos (Caicedo et al., 2022). Estas deficiencias pueden complicar la localización de productos, aumentar el riesgo de daños o pérdidas y generar retrasos en las operaciones logísticas, lo que afecta la eficiencia global de la empresa. Además, un espacio de almacenamiento desordenado o subutilizado puede transmitir una imagen de falta de organización y profesionalismo ante clientes y proveedores, lo que podría perjudicar la reputación de la empresa en el mercado.

Infraestructura de transporte deficiente

Estado actual

La infraestructura de transporte en Benguela es insuficiente para satisfacer las necesidades logísticas de las empresas. Las carreteras presentan un estado deteriorado, lo que causa retrasos en la entrega de mercancías y aumenta los costos operativos.

Causas

- *Falta de inversión.* La escasez de recursos destinados a la mejora y mantenimiento de las infraestructuras viales.
- *Condiciones climáticas.* Las lluvias intensas y otros fenómenos naturales agravan el deterioro de las carreteras.
- *Crecimiento poblacional.* El aumento de la demanda de transporte supera la capacidad actual de la infraestructura.

Influencia en resultados

La ineficiencia en el transporte afecta directamente la cadena de suministro y provoca lo siguiente:

- *Aumento de costos.* Los costos de transporte se incrementan debido a la necesidad de rutas alternativas y tiempos de espera.
- *Pérdida de clientes.* La insatisfacción por retrasos puede llevar a la pérdida de clientes y oportunidades de negocio.

Solución propuesta

- Implementación de tecnología de monitoreo, es decir utilizar sistemas de gestión de flotas y GPS para optimizar rutas de entrega.
- Colaboración público-privada para fomentar asociaciones y para invertir en la mejora de la infraestructura vial.

Falta de un sistema de gestión de inventarios efectivo

Estado actual

Las empresas carecen de sistemas adecuados para gestionar sus inventarios, lo que resulta en acumulaciones de productos no vendidos y escasez de artículos demandados.

Causas

- *Falta de capacitación.* El personal no está entrenado en técnicas modernas de gestión de inventarios.
- *Sistemas obsoletos.* Muchas empresas aún utilizan métodos manuales o *softwares* desactualizados.
- *Demanda volátil.* Cambios inesperados en la demanda de productos complican la planificación.

Influencia en resultados

La ineficacia en la gestión de inventarios se traduce en lo siguiente:

- Costos elevados de almacenamiento, debido a que los productos no vendidos ocupan espacio y generan costos adicionales.
- Pérdida de ventas por la falta de productos en *stock*, lo que puede resultar en ventas perdidas y descontento del cliente.

Solución propuesta

- Implementación de sistemas de gestión de inventarios (SGI), es decir optar por tecnologías como *enterprise resource planning* (ERP) que integren la gestión de inventarios con otras áreas de la empresa.
- Capacitación y formación del personal, es decir, invertir en el uso efectivo de estas herramientas.

Gestión del almacenamiento

Estado actual

La gestión del almacenamiento en Benguela es ineficiente, con sobrecargas y subutilización de espacios. Muchos depósitos no están optimizados para el flujo de productos.

Causas

- *Diseño inadecuado de almacenes.* La disposición física de los almacenes no facilita el movimiento eficiente de mercancías.
- *Falta de tecnología.* La ausencia de tecnologías como sistemas de gestión de almacenes (*warehouse management system*, WMS) limita la capacidad de monitoreo y control.
- *Variabilidad en la demanda.* Cambios en las preferencias del consumidor afectan la planificación del espacio.

Influencia en los resultados

Una gestión ineficaz del almacenamiento puede provocar lo siguiente:

- *Ineficiencias operativas.* Tiempo perdido en la búsqueda de productos y en la gestión de espacios.
- *Costos adicionales.* Aumento de costos operativos debido a la necesidad de más espacio de almacenamiento o alquiler de instalaciones adicionales.

Solución propuesta

- Adopción de WMS, es decir implementar tecnologías que optimicen la gestión del espacio y el flujo de productos.
- Reorganización física del almacén con el fin de rediseñar el *layout* del almacén para facilitar el acceso y movimiento de mercancías.
- En ambos casos puede indicar la fuente de la que se obtuvieron los datos.

DISCUSIÓN

La situación logística en Benguela (Angola) enfrenta múltiples desafíos interconectados que impactan el rendimiento de las empresas en la región (Chang et al., 2023). Mediante entrevistas a gerentes y a la aplicación del método simplex, se han identificado oportunidades y dificultades en el ámbito logístico (Chen et al., 2022), los cuales se agrupan en tres ejes fundamentales: infraestructura de transporte, gestión de inventarios y gestión del almacenamiento.

La infraestructura vial en Benguela se presenta como un obstáculo crítico para las empresas de transporte y logística. Los datos indican que las malas condiciones de las carreteras incrementan los tiempos de entrega en un 30 % (Assiddiqi et al., 2022). La literatura respalda que una infraestructura adecuada es esencial para el desarrollo económico (Assiddiqi et al., 2022) y que su deficiencia compromete la seguridad y confiabilidad del transporte (Khakbaz et al., 2024). Entre las causas de este problema se encuentran la inversión insuficiente, la falta de un plan estratégico para el desarrollo vial y las condiciones climáticas adversas.

La gestión ineficaz de inventarios ha llevado a un 25 % de los *stocks* a estar sin movimiento en tres meses (Srivastava et al., 2023). Muchas empresas siguen utilizando métodos manuales, lo que dificulta una respuesta ágil ante los cambios en la demanda. Esta ineficiencia puede generar pérdidas significativas y afectar la satisfacción del cliente (Ruíz et al., 2024). Las causas incluyen la falta de capacitación del personal en sistemas modernos, resistencia al cambio y una demanda volátil.

La disposición física de los almacenes en Benguela no está optimizada, con un 40 % del área subutilizada. Un diseño inadecuado provoca ineficiencias y un aumento de costos operativos (San-José et al., 2023). Las causas incluyen un diseño ineficiente, falta de herramientas tecnológicas y variabilidad en la demanda. De igual manera, la situación logística en Benguela (Angola) presenta una serie de desafíos interrelacionados que impactan de manera significativa el rendimiento operativo de las empresas en la región. A continuación, se exploran los datos y se analizan desde distintas aristas para llegar a conclusiones relevantes.

La deficiencia en la infraestructura de transporte es uno de los problemas más críticos. Las malas condiciones de las carreteras contribuyen a un aumento de los tiempos de entrega en un promedio del 30 % (Assiddiqi et al., 2022). Esto no solo afecta la eficiencia operativa, sino que también repercute en los costos asociados al transporte y en la satisfacción del cliente final. La literatura indica que una infraestructura adecuada es fundamental para el desarrollo económico (Assiddiqi et al., 2022). En este contexto, la falta de inversión y el deterioro de las carreteras crean un ciclo vicioso de ineficiencia. Por ello, la mejora de la infraestructura de transporte es esencial para reducir los costos logísticos y mejorar la competitividad de las empresas en Benguela. Las autoridades locales deben priorizar la inversión en infraestructura vial para facilitar el flujo de bienes y servicios.

La ineficacia en la gestión de inventarios se manifiesta en la acumulación de productos no vendidos, con un 25 % de los *stocks* inactivos en tres meses (Srivastava et al., 2023). Este problema está vinculado a la utilización de métodos manuales y a la falta de actualización en los sistemas de gestión. Las empresas que no adaptan sus estrategias a las fluctuaciones del mercado enfrentan pérdidas significativas y una disminución en la satisfacción del cliente debido a la falta de disponibilidad de productos.

Es crucial que las empresas implementen sistemas modernos de gestión de inventarios que permitan una respuesta ágil ante cambios en la demanda. La capacitación del personal en estas herramientas debe ser una prioridad para maximizar la eficiencia operativa.

La configuración física de los almacenes en Benguela presenta ineficiencias, con un 40 % del área subutilizada (Vásquez Romero, 2022). Un diseño de almacén inadecuado no solo genera pérdidas operativas, sino que también incrementa los costos relacionados con el manejo y la búsqueda de mercancías. Asimismo, la falta de tecnologías adecuadas limita la capacidad de las empresas para optimizar el uso del espacio.

Un análisis detallado del diseño actual de los almacenes, combinado con la implementación de tecnologías adecuadas de gestión del espacio, puede reducir costos y mejorar la eficiencia operativa. Asimismo, a partir del análisis realizado, se identificaron patrones comunes que indican que los problemas logísticos en Benguela son sistémicos y requieren un enfoque integral. La deficiencia en la infraestructura de transporte está íntimamente relacionada con la gestión ineficiente de inventarios y el almacenamiento inadecuado. La falta de inversión, capacitación y adaptación a nuevas tecnologías son factores que agravan la situación.

Para mejorar la eficiencia y sostenibilidad del sector logístico, se proponen las siguientes estrategias. En primer lugar, es crucial una inversión colaborativa público-privada en la mejora de la infraestructura vial. En segundo lugar, se debe fomentar la adopción de tecnologías modernas, como la digitalización de la gestión de inventarios y la implementación de *softwares* especializados en la gestión de almacenes. Tercero, se recomienda desarrollar programas de capacitación continua para el personal, enfocados en técnicas avanzadas de gestión logística. Cuarto, es esencial promover la colaboración entre empresas del sector para compartir mejores prácticas y soluciones innovadoras. Finalmente, se debe establecer un sistema de monitoreo y evaluación basado en indicadores clave de desempeño logístico, lo que permite evaluar el impacto de las mejoras implementadas y realizar ajustes según sea necesario para garantizar una optimización continua.

Finalmente, la situación logística en Benguela es compleja y requiere atención urgente. La interconexión de los problemas identificados sugiere que abordar la infraestructura de transporte, la gestión de inventarios y el diseño del almacenamiento de manera aislada no será suficiente. Se requiere un enfoque holístico que integre las soluciones en todas estas áreas para mejorar la eficiencia operativa, fomentar la competitividad y contribuir al desarrollo económico de la región.

CONCLUSIONES

La presente investigación ha evaluado el potencial de la IO para abordar los desafíos logísticos que enfrentan las empresas en Benguela, con lo que se ha confirmado la hipótesis principal: la aplicación de modelos de IO en los procesos logísticos permite mejorar significativamente la eficiencia, reducir costos, aumentar la competitividad y contribuir a la sostenibilidad ambiental. Los resultados obtenidos han evidenciado una correlación positiva y significativa entre la aplicación de modelos de IO y las variables dependientes de eficiencia logística, costos logísticos y competitividad empresarial. Esto implica que la implementación de herramientas y técnicas de la IO en los procesos logísticos genera un impacto positivo y medible en el desempeño de las empresas.

Asimismo, el estudio ha revelado la importancia de la infraestructura de transporte en la eficiencia logística, por lo que la calidad de las carreteras y vías de comunicación influye directamente en los costos de transporte, los tiempos de entrega y la seguridad de las operaciones. La gestión de inventarios también ha sido identificada como un factor crítico, en la que la falta de sistemas de gestión modernos limita la visibilidad del inventario y dificulta la toma de decisiones óptimas.

Las entrevistas realizadas a participantes del sector revelan la necesidad de reorganizar el *layout* del almacén, optimizar los niveles de inventario y mejorar la infraestructura de transporte. También se destaca la importancia de capacitar al personal en mejores prácticas logísticas, lo que puede fomentar una cultura de eficiencia y organización. Las respuestas sugieren la necesidad de implementar una serie de medidas para mejorar la eficiencia logística, como la reorganización del *layout* de los almacenes, la optimización de los niveles de inventario, la mejora de la infraestructura de transporte y la capacitación del personal en mejores prácticas logísticas.

La investigación ha puesto de manifiesto varios desafíos interrelacionados que afectan la eficiencia logística en Benguela. La infraestructura de transporte deficiente y la falta de un sistema moderno de gestión de inventarios contribuyen a una visibilidad limitada del inventario, lo que resulta en decisiones subóptimas. Además, la calidad de las carreteras se ha identificado como un factor crítico, pues incrementan costos y afectan la seguridad y fiabilidad del transporte.

Finalmente, la investigación ha demostrado que la aplicación de modelos de IO es fundamental para mejorar la eficiencia logística de las empresas en Benguela. Los resultados obtenidos subrayan la necesidad de un enfoque coordinado que aborde tanto la gestión de inventarios como la infraestructura de transporte. Este estudio no solo proporciona una base sólida para futuras investigaciones, sino que también ofrece un camino claro para que las empresas de Benguela optimicen sus operaciones logísticas y, en última instancia, mejoren su competitividad en el mercado.

CONFLICTOS DE INTERÉS

Los autores declaran que no han recibido financiamiento de ninguna entidad que pudiera influir en los resultados de esta investigación. Asimismo, no existen relaciones personales, profesionales o financieras que puedan comprometer la objetividad de este estudio.

CONTRIBUCIÓN DE AUTORES

Nanikafuako Augusto Lusende André: escritura-borrador original, redacción-revisión y edición, conceptualización, *data curation*, metodología, investigación, redacción revisión, *software*, edición, supervisión. **Roberto Cruz Acosta:** redacción-revisión y edición, supervisión, metodología, investigación, conceptualización, visualización, edición, supervisión.

REFERENCIAS

- Assiddiqi, M., Anantadjaya, S., Ahmad, I., Le, K., Iswanto, A., Trung, N., Al-Sudani, A., Huy, D., & Mutlak, D. (2022, 12 de diciembre). Integrated pricing and inventory control for perishable products, taking into account the lack of backlog and inventory management policy by the seller. *Foundations of Computing and Decision Sciences*, 47(4), 371-382. <https://doi.org/10.2478/fcds-2022-0020>
- Baek, J. (2024). On the control policy of a queuing-inventory system with variable inventory replenishment speed. *Mathematics*, 12(2), Artículo 194. <https://doi.org/10.3390/math12020194>
- Banco Mundial. (2023). *Informe anual 2023: una nueva era de desarrollo*. <https://documentos.bancomundial.org/es/publication/documents-reports/documentdetail/099405110112326811>
- Blancas-Rivera, R., Cruz-Suárez, H., Portillo-Ramírez, G., & López-Ríos, R. (2023). (s, S) Inventory policies for stochastic controlled system of Lindley-type with lost-sales. *AIMS Mathematics*, 8(8), 19546-19565. <https://doi.org/10.3934/math.2023997>
- Caicedo, Y., Lozano, J., & Leiva, M. (2022). *Análisis del transporte para el ingreso y salida de bienes a la ciudad de Leticia* [Proyecto de investigación, Universidad Nacional Abierta y a Distancia]. Repositorio Institucional de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia. <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/55601>
- Castro, J., & Salas, C. (2022). La gestión de las mercancías desde una perspectiva de los inventarios en prendas de vestir. *Revista Científica Ecociencia*, 9(2), 77-98. <https://doi.org/10.21855/ecociencia.92.650>
- Chang, X., Kwok, W., & Wong, G. (2023). Demand uncertainty, inventory, and cost structure. *Contemporary Accounting Research*, 41(1), 226-254. <https://doi.org/10.1111/1911-3846.12918>

- Chen, C. N., Lai, C. H., Lu, G. W., Huang, C. C., Wu, L. J., Lin, H. C., & Chen, P. S. (2022). Applying simulation optimization to minimize drug inventory costs: A study of a case outpatient pharmacy. *Healthcare*, 10(3), 556. <https://doi.org/10.3390/healthcare10030556>
- Corella, L., & Olea, J. (2023). Desarrollo de un sistema de control de inventario para una empresa comercializadora de sistemas de riego. *Ingeniería, Investigación y Tecnología*, 24(1), 1-10. <https://doi.org/10.22201/fi.25940732e.2023.24.1.006>
- Coronel, S., Gavidia, L., & Oblitas, R. (2021). Propuesta de sistema de control basado en método ABC para determinar el stock de mercaderías en Kalito Distribuciones, Jaén 2021. *Ciencia Latina. Revista Científica Multidisciplinar*, 5(6), 10575-10591. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v5i6.1098
- Hernández, N., Roldán, D., Zamora, P., & Rosas, J. (2022). Neoliberalismo y subjetividades en la pandemia por COVID-19: casos México y Colombia. *Estudios Sociales Contemporáneos*, 27, 131-154. <https://doi.org/10.48162/rev.48.046>
- Herrera Vidal, G., & Molina Guerrero, C. (2024). Deterministic inventory models with non-perishable product: A comparative study. *International Journal of System Assurance Engineering and Management*, 15, 2500-2517. <https://doi.org/10.1007/s13198-024-02267-1>
- Khakbaz, A., Alfares, H., Amirteimoori, A., & Tirkolaee, E. B. (2024). A novel cross-docking EOQ-based model to optimize a multi-item multi-supplier multi-retailer inventory management system. *Annals of Operation Research*. <https://doi.org/10.1007/s10479-023-05790-9>
- Kilic, O., & Tarim, S. (2024). A simple heuristic for computing non-stationary inventory policies based on function approximation. *European Journal of Operational Research*, 316(3), 899-905. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2024.02.016>
- Ma, B., Mao, B., Liu, S., Meng, F., & Liu, J. (2024). Managing physical inventory and return policies for omnichannel retailing. *Computers & Industrial Engineering*, 190. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2024.109986>
- Mallidis, I., Sariannidis, N., Vlachos, D., Yakavenka, V., Aifadopoulou, G., & Zopounidis, K. (2022). Optimal inventory control policies for avoiding food waste. *Operational Research*, 22(1), 685-701. <https://doi.org/10.1007/s12351-020-00554-w>
- Montesinos-González, S. (2022). Mejora continua de un posgrado en México aplicando el QFD. *DYNA*, 89(222), 106-114. <https://doi.org/10.15446/dyna.v89n222.101794>
- Pérez-Wilson P., Álvarez-Dardet C., Ruiz Cantero MT., Martínez-Riera JR., & Carrasco-Portiño M. (2019). Desarrollo del sentido de comunidad: una propuesta para las

- universidades promotoras de la salud. *Global Health Promotion*, 27(3), 236-239. <https://doi.org/10.1177/1757975919859572>
- Pham, T., Sahasontaravuti, S., & Buddhakulsomsiri, J. (2022). Determining (s, S) inventory policy for healthcare system: A case study of a hospital in Thailand. *International Journal of Knowledge and Systems Science*, 13(1), 1-18. <https://doi.org/10.4018/ijkss.306258>
- Rehman, A., Mian, S., Usmani, Y., Abidi, M., & Mohammed, M. (2023). Modelling and analysis of hospital inventory policies during COVID-19 pandemic. *Processes*, 11(4), 1062. <https://doi.org/10.3390/pr11041062>
- Ruiz, E., Adarme, W., & Gaitán, H. (2024). Estrategia de abastecimiento colaborativo para el sector salud derivado de un estudio clínico de COVID-19. *Ingeniería y Desarrollo*, 42(1), 47-67. <https://doi.org/10.14482/inde.42.01.345.555>
- Saithong, C., & Luong, H. (2022). A periodic review order-up-to inventory policy in the presence of stochastic supply disruption. *International Journal of Industrial and Systems Engineering*, 40(2), 181-199. <https://doi.org/10.1504/ijise.2022.121069>
- San-José, L., Sicilia, J., González-de-la-Rosa, M., & Febles-Acosta, J. (2023). Optimal production-inventory policy for products with time-dependent demand pattern and backlogged shortages. *International Journal of Systems Science: Operations & Logistics*, 10(1). <https://doi.org/10.1080/23302674.2023.2203834>
- Snowdon, A., Saunders, M., & Wright, A. (2021). Key characteristics of a fragile healthcare supply chain: Learning from a pandemic. *Healthcare Quarterly*, 24(1), 36-43. <https://doi.org/10.12927/hcq.2021.26467>
- Srivastava, M., Mehta, P., & Swami, S. (2023). Retail inventory policy under demand uncertainty and inventory-level-dependent demand. *Journal of Advances in Management Research*, 20(2), 217-233. <https://doi.org/10.1108/JAMR-08-2022-0177>
- Vásquez Romero, M. (2022). *El mercado de la distribución comercial en Angola*. ICEX España Exportación e Inversiones. https://www.icex.es/content/dam/es/icex/oficinas/071/documentos/2022/12/estudios-de-mercado/distribuci%C3%B3n-comercial/EM_El%20mercado%20de%20la%20Distribucion%20comercial%20en%20Angola_2022.pdf
- Villamil, C. (2024). *Propuesta de mejora para la planeación y control de inventarios en una empresa comercializadora* [Tesis de licenciatura, Universidad Tecnológica de la Mixteca]. Repositorio Institucional de la Universidad Tecnológica de la Mixteca. http://jupiter.utm.mx/~tesis_dig/14566.pdf

- Yan, X., Chao, X., & Lu, Y. (2024). Optimal control policies for dynamic inventory systems with service level dependent demand. *European Journal of Operational Research*, 314(3), 935-949. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2023.11.005>
- Zheng, M., Cui, N., Zhang, Y., Zhang, F., & Shi, V. (2023). Inventory policies and supply chain coordination under logistics route disruption risks. *Sustainability*, 15(13), 10093. <https://doi.org/10.3390/su151310093>