



UNIREMINGTON®
CORPORACIÓN UNIVERSITARIA REMINGTON
RES. 2661 MEN JUNIO 21 DE 1996

TRABAJO DE GRADO

Opción Investigación o Proyecto de Grado

Medición y optimización de la capacidad operativa en un almacén de despacho de
mercancías

Corporación Universitaria Remington.

Facultad de Ingeniería.

Ingeniería de Sistemas.

Brayan Baena Ramirez, Elkin Jovany García Henao

Laura V. Suárez Patiño

Trabajo de Investigación

2025

Agradecimientos

El desarrollo de esta investigación se da gracias al acompañamiento y orientación de diferentes personas que contribuyeron positivamente a que se llevara a cabo el proyecto de una manera significativa para nosotros.

En primer lugar, un agradecimiento especial a nuestras familias por el apoyo, ya que son la motivación constante para lograr superar las diferentes etapas de la vida. Con esta motivación emocional y entusiasmo se logra terminar con éxito este proyecto académico y profesional.

Por otra parte, gracias a la institución educativa por brindar el espacio de semillero y los recursos que hicieron posible la ejecución del trabajo, a los docentes que con los conocimientos que nos brindaron en clase y su experiencia aportaron al fortalecimiento de nuestras competencias para la investigación en este caso de estudio.

Finalmente, queremos expresar el agradecimiento a nuestra tutora, por su disposición, dedicación de servicio y asesoría académica que nos sirvió de gran ayuda en nuestro proceso de investigación. Por medio de su guía durante el proceso metodológico, conceptual y la consolidación de los resultados, hace posible culminar este proyecto satisfactoriamente.

Tabla de Contenidos

Resumen.....	8
Palabras clave.....	10
Introducción, Marco teórico o de referencia.....	11
Introducción	11
Marco teórico o de referencia.	12
Capacidad operativa en almacenes	12
Identificación de cuellos de botella.....	14
Gestión de despachos	16
Logística de almacenes	17
Herramientas de desarrollo de software para la optimización Logística	18
Planteamiento del problema.....	20
Justificación	22
Objetivos	23
Objetivo General.....	23
Objetivos específicos	24
Metodología	24
Fase 1:	25
Fase 2:	25
Fase 3:	26

	4
Resultados y Discusión	27
Resultados y análisis de datos en la capacidad operativa	27
Sugerencias, propuestas y fórmula para la capacidad operativa.....	33
Software para cálculo y medición del programa de despachos	35
Conclusiones	39
Referencias.....	41

Lista de tablas

TABLA 1 CANTIDAD DE CAJAS DESPACHADAS 2024.....	28
TABLA 2 CANTIDAD CAJAS POR HORA 2024.....	30

Lista de figuras

FIGURA 1 GRÁFICO CAJAS DESPACHADAS 2024.....	29
FIGURA 2 GRÁFICO CAJAS POR TOTAL HORAS 2024.	32
FIGURA 3 PROGRAMACIÓN DE TRANSPORTES.....	37
FIGURA 4 CAPACIDAD INSTALADA.....	38
FIGURA 5 OPERACIÓN ALMACÉN.....	39

Resumen

La presente investigación tiene como finalidad medir la capacidad operativa de un almacén de despacho, para así lograr optimizar y mejorar en cuanto al rendimiento de los procesos logísticos y aportar significativamente al crecimiento eficiente de la cadena de suministro. Este estudio se da a partir de la necesidad de contar con herramientas de análisis y de planificación para lograr gestionar el almacén de despachos eficientemente y poder cumplir con entregas en los tiempos establecidos, lo que se traduce en el aprovechamiento de los recursos con los que se cuenta.

Para este estudio se emplea una metodología tipo cuantitativo y con diseño no experimental y transversal donde se apoya en datos históricos que se obtienen de un almacén real ubicando en el oriente antioqueño. Se aplica un estudio de caso que permite el análisis de las variables relacionadas con el despacho de cajas y el volumen manipulado al momento de la salida del almacén por los operarios y los tiempos de ejecución de la labor, con el fin de identificar patrones de comportamiento, factores que limitan la operación y oportunidades para mejorar.

La metodología empleada se da en tres fases, donde se identifican factores que limitan la capacidad operativa y se propone una línea base de rendimiento. También, se determina la capacidad operativa con una fórmula que permite establecer un programa de gestión para los despachos. Por otro lado, se tiene la programación de los despachos a través de un software que

permite la automatización, el cálculo de la capacidad operativa y la generación de indicadores de rendimiento en tiempo real.

Los resultados permiten evidenciar que la capacidad operativa del almacén tiene variaciones en el tiempo a través de los meses analizados y los picos de sobrecarga que se dan en varios periodos del año. La implementación del software permite reducir estos picos y optimizar los recursos para mejorar la toma de decisiones en la operación.

En conclusión, el proyecto permite demostrar que la integración de herramientas tecnológicas y metodológicas aumentan la productividad en los procesos logísticos especialmente en un almacén de despachos de mercancía.

Palabras clave

Capacidad operativa

Logística

Despacho de mercancías

Optimización

Software de gestión

Introducción, Marco teórico o de referencia

Introducción

La logística a lo largo de la historia de la humanidad ha venido creciendo aceleradamente y si a eso se suma el avance tecnológico, hace que esta cambie constantemente. Derivado de estos cambios las empresas se ven en la necesidad de ajustar sus procesos logísticos, buscando siempre reducir sus costos y aumentar la utilidad, es por lo que muchas de las decisiones que se toman al respecto son insuficientes para lograr los objetivos que se proponen.

Los almacenes de mercancías son los primeros que están presentes en todo lo relacionado con la logística y eso es gracias a que tienen actividades importantes que si se les da un mal manejo apuntan a que los costos crezcan sin medida y si por el contrario son administrados correctamente, pues ayudan a mantenerse en el margen de lo presupuestado y a aumentar la productividad, lo que en otras palabras se puede expresar es a generar rápidamente utilidad en sus inventarios.

Uno de los problemas más frecuentes en el que incurren los almacenes de despachos es el no control de sus operaciones de distribución de mercancías, ya que si este proceso no es manejado correctamente se generan cuellos de botella en la salida y facturación de productos, altos niveles de almacenamiento, desgaste en el personal en cuanto al trabajo operativo se refiere y lo más inquietante a quedar mal en las entregas de productos a los clientes, generando niveles de servicio muy bajos.

Este trabajo de investigación permite que un almacén de despacho de mercancías pueda medir y controlar sus operaciones de despacho, por medio de un software que permita llevar un adecuado flujo de trabajo y de información, para así agilizar las salidas hacia los clientes y se pueda tener información mucho más clara sobre los despachos programados día a día.

Marco teórico o de referencia.

A continuación, se dará a conocer conceptos muy importantes que se deben tener en cuenta para comprender un poco sobre los procesos de un almacén y la causa de cómo se pueden presentar problemáticas que hacen que la capacidad operativa de los despachos se vea afectada en cuanto a la productividad se refiere. Para dar inicio, se presenta cada concepto o teorías de otros autores que en algún momento investigaron también estos temas.

Capacidad operativa en almacenes

Cuando se menciona el termino capacidad operativa del almacén, se hace referencia a los procesos que se realizan a diario y sobre todo al recurso humano que ejecuta las actividades de estos procesos; procesos tales como: Entrada de mercancías, almacenamiento, aprovisionamiento, alistamiento y despacho de mercancías con la ayuda de herramientas para lograr ser productivos en las labores.

De acuerdo con Heizer y Render (2017), la capacidad se representa en una unidad productiva generada por bienes o servicios durante un tiempo determinado, condicionada por recursos que se tengan disponibles. Teniendo en cuenta esto, la capacidad instalada brinda

potencial a un sistema mientras que la capacidad efectiva refleja prácticas de paradas, mantenimientos y eficiencia de una operación.

La utilización en la capacidad operativa indica y permite medir el aprovechamiento de la capacidad instalada. Según Slack et al. (2013), manifiesta sobre la relación entre la producción real y la capacidad disponible, usualmente en términos porcentuales. Este concepto es importante porque se identifican sobrecargas, cuellos de botella en cada proceso y muestra también en cuanto a la utilización de los recursos y el momento en que son bien utilizados.

En cuanto a la productividad en las salidas, Chase y Jacobs (2019), dicen que es un indicador para el desempeño y la relación de la producción que se obtiene con los recursos empleados y se pueden expresar en unidades por hora, por persona o por equipo. El análisis de estos autores permite establecer comparaciones en el tiempo y orientaciones para la mejora en cuanto a la eficiencia operativa se refiere.

Un concepto importante para traer a colación es el dimensionamiento de los recursos humanos donde la práctica derivada de los estudios de capacidad y productividad permite determinar el número adecuado de personas u operarios que se necesitan para cumplir con la demanda de producción donde Stevenson (2018) señala que esta práctica se fundamenta en cálculos que donde se combinan los recursos, la jornada de trabajo y rendimiento promedio por colaborador.

En cuanto a lo cualitativo, a esto se añade lo que dice Ezequiel (2010) “No basta con tener cualidades personales, se necesitan conocimientos acerca del proceso general para garantizar una mayor eficiencia operacional” (p. 13), contribuyendo así a que se deben tener ciertos conocimientos del trabajo a realizar para asegurar que la operación sea eficiente. Claro está que

también se necesita de las cualidades personales para que el recurso humano se desarrolle en el trabajo en equipo, entendiendo y comprendiendo que todos son iguales y con las mismas capacidades.

Una vez entendiendo que el recurso humano es vital para las operaciones logísticas de un almacén, también hay que mencionar que para poder dar un orden y una visión más clara de lo que se quiere lograr, es fundamental administrar adecuadamente los recursos y para ello puede haber diferentes maneras o métodos que permitan ajustarse a lo laboral. Un método muy útil es realizar análisis de los datos que se tenga disponibles, con herramientas que permitan visualizar el comportamiento de una operación en un tiempo específico y así poder priorizar, medir y tomar decisiones que apunten a la productividad.

También, dice Ezequiel (2010) que “Toda actividad a realizar debe tener un sentido en función de los resultados que se espera obtener” (p. 21), con esto se puede decir que si se cuenta con objetivos claros se puede cumplir con cada una de las actividades programadas en un almacén de despacho de mercancías, sin tener que acudir a medidas desgastantes que generan contratiempos en los procesos y a su vez generan cuellos de botella.

Identificación de cuellos de botella

El término cuello de botella se puede considerar que proviene del sector productivo, donde se puede ver o definir como la limitación de la capacidad que hace que sea difícil la fluidez de un proceso (Moore et al., 2013, p. 45).

Conviene subrayar el termino anterior de los autores, donde está claro que los cuellos de botella limitan procesos y hace que todo sea más lento en cuanto a la ejecución de las tareas, para este caso los procesos de un almacén de despachos de mercancía.

Los cuellos de botella son a su vez riesgos que se tienen presentes que pueden causar pérdidas de clientes, de mercancías y también ocasionar incidentes de seguridad para los colaboradores. Los principales cuellos de botella que se pueden identificar en el ámbito laboral de un almacén de despacho de mercancías son los siguientes:

- La recepción lenta de mercancías: Se da cuando se tienen ingresos de mercancía lenta o cuando se recibe más de lo que se puede atender y esto hace que el almacén colapse debido a que no pueda haber espacio suficiente para almacenar y atender el ingreso de la mercancía, creando así un embudo donde no se sabe a qué darle prioridad si a lo que entra o a lo que sale como despacho que a la vez libera espacios para almacenar nuevo producto.
- Almacenamiento: En este proceso de almacenamiento donde se registran y se guardan los productos en una ubicación o zona específica, sino no se almacena correctamente se puede llegar a tener demoras en el proceso de alistamiento y despacho de la mercancía, dado que en el punto anterior si no hay control en las entradas mucho menos se va a poder llevar un almacenamiento adecuado y aquí es muy común ver mercancía perdida ya que puede estar en lugares diferentes o no estar disponible para despacho porque no está registrada correctamente en un sistema de información. Este proceso de almacenaje es importante cuando se lleva adecuadamente, porque permite que el inventario esté disponible y en el lugar correcto para facilitar los despachos,

además si se suma que el almacenamiento es estratégico aún más ayudará a ser productivo en cada proceso.

- Alistamiento y despacho de mercancía: En este punto es muy común encontrarse con cuellos de botella cuando no se cuenta con una programación de transportes efectiva que sirva como guía para ejecutar los despachos del almacén y esto se puede salir de control debido a que si no se cuenta con información oportuna de los vehículos a despachar no se es eficiente y no se cumple con lo programado o lo que se tiene pensado hacer. Esto genera incumplimiento en los clientes, sobrecostos logísticos de almacenamiento y de transportes y bajos niveles de servicio al cliente. También es importante tener en cuenta que si no se tiene un control de los inventarios y un almacenamiento adecuado se tomará más tiempo en los despachos generando cuello de botella en toda la operación y retrasando lo que ya se tiene programado en adelante.
- Sistemas de TI ineficientes: Los fallos en el sistema o la lentitud de en la red, interrumpen las actividades de despacho y generan contratiempos en todo el proceso, este punto es importante para almacenes que son automáticos y que dependen directamente de equipos de cómputo y puntos de acceso a la red.

Gestión de despachos

La gestión de los despachos de mercancía va muy en línea con los objetivos planteados por un equipo de trabajo y de acuerdo con lo que se quiere lograr. Es aquí donde se gesta y se realizan estrategias para ejecutar los despachos según lo programado, y así poder ayudar al proceso siguiente (almacén) en la ejecución del programa.

Esta gestión se basa en la información y en los datos que se pueden obtener de los despachos para el control total de la operación y poder tomar decisiones que se requieran para ir en sintonía con los objetivos.

Luego de tener la información como por ejemplo tiempos de alistamiento y trayectos de los vehículos hacia el cliente, se puede realizar una programación que permita cumplir con las entregas, sin tener contratiempos y sin afectar el servicio al cliente, permitiendo que el almacén de despachos pueda preparar los pedidos, alistarlos, realizar etiquetados si es requerido, pueda verificar lo que se va a despachar y sobre todo programar el personal que se necesita para realizar la labor tanto operativa como administrativa.

También, es muy importante tener herramientas tecnológicas, sistemas de gestión y personal capacitado, los cuales ayudan a minimizar los riesgos y a tener el control de la operación de despachos de mercancías (Pulido, 2022, p. 1). Si no se cuenta con estas herramientas, se debe considerar implementar ya que esto mejora la productividad de los procesos del almacén.

Logística de almacenes

Se puede decir que los almacenes se centran en la ubicación, mantención y manipulación de mercancías y materiales (Mora, 2011, p 35), también se podría traer a colación este mismo autor Mora (2011) donde dice que “El nivel de servicio que se proporciona a los clientes estará determinado por la eficacia y la eficiencia de los procedimientos utilizados en la recepción, almacenamiento y despacho de productos” (p.36).

Todo lo anterior según el concepto de almacén y el nivel de servicio, hace que se realicen una serie de actividades apuntando al cumplimiento de las entregas y al mantenimiento del producto en óptimas condiciones y estas actividades no son más que pura Logística en los almacenes. Gracias a la Logística se llevan coordinadamente los procesos buscando siempre ahorrar costos y transportar mercancía de un lugar a otro y apuntando siempre a superar las expectativas de los clientes.

Cabe resaltar también que, si se cuenta con las herramientas adecuadas y según el tipo de negocio, se puede cumplir con todo lo propuesto por un equipo de trabajo. Estas herramientas a las que se hace referencia son los equipos de cómputo y el software, equipos para llevar un adecuado almacenamiento, distribución y transporte de mercancías y sobre todo lo más importante el recurso humano quien realiza las labores y da manejo estas herramientas.

En el siguiente concepto de esta investigación se explicará un poco a cerca de las herramientas de desarrollo de software que son de gran utilidad para los almacenes de despacho de mercancías.

Herramientas de desarrollo de software para la optimización Logística

Existen numerosas herramientas de software para el desarrollo y gestión de la logística en general, en este caso se muestran algunas herramientas que son fundamentales para los procesos del almacén como la programación, el transporte y el despacho de mercancías, los cuales hacen parte principal de esta investigación. Para ello es indispensable empezar citando a Rijal, Bijvank y de Koster (2023), que hablan de la gestión integrada entre las operaciones del almacén y la planificación de rutas de transporte, ya que se permite reducir los tiempos de espera, mejorar el

cumplimiento de entregas y optimizar los recursos disponibles. Esta idea muestra la importancia de tener herramientas de desarrollo de software para la automatización, monitoreo de las operaciones, la identificación y minimización de cuellos de botella, aprovechando al máximo la capacidad operativa del sistema que integra los despachos.

Al tener estos conceptos y herramientas claros hace que sea más fácil la implementación de herramientas existentes o el desarrollo de un software que permita ajustarse a las necesidades puntuales de cada negocio buscando siempre medir los procesos, mejorar en los tiempos y ejecución de las actividades.

Como ejemplo, se mencionan a continuación herramientas que como mínimo hay para tener presente en los procesos logísticos de un almacén de despachos y la programación de transportes de carga.

Si se piensa en desarrollar un software acorde a las necesidades se recomienda utilizar lenguajes de programación como Python, ya que gracias a su facilidad y las librerías que posee permite realizar aplicaciones para la programación de transportes, gestión de almacenes y análisis de datos. También por su versatilidad e integración de otros sistemas como frameworks que permiten interfaces intuitivas para los usuarios.

Esta herramienta permite hacer sistemas que tengan funcionalidades como reportes operativos, indicadores de rendimiento o gestión (KPIs), y programación de rutas, volúmenes de despacho, entregas a clientes y costos que se dan a partir de todas estas operaciones.

Existen herramientas que han sido diseñadas propiamente para la logística, que se pueden también adaptar fácilmente a las necesidades y entre las más comunes se tienen las herramientas de office como por ejemplo Power BI que brinda análisis de datos gracias a su interactividad en

los Dash Board, también existen las herramientas de Google, sistemas de gestión integrados como ERP (Enterprise Resource Planning), WMS (Warehouse Management Systems) que son programas muy completos que tienen operaciones como inventarios, transporte y despacho los cuales son utilizados por las grandes compañías en el mundo.

Planteamiento del problema

Según argumenta Bermúdez (2018), en la importancia de gestión de almacenes:

Las empresas industriales y comerciales con almacenes grandes o pequeños están en la necesidad de tener una efectiva gestión para ser competitivos en el mercado. Sin embargo, muchas empresas a nivel nacional carecen de una planificación para una efectiva gestión en los almacenes, descuidando los niveles de almacenaje, la clasificación, el orden, la limpieza y la estandarización de los procesos, sin prever los costos y el tiempo en ejecutar los procesos de almacén de recepción, almacenaje, preparación de pedidos y despachos (pp. 9).

Esta problemática, también es señalada por otros autores que afirman que la falta de modelos cuantitativos en la toma de decisiones, en los diseños, espacios del almacén y la programación de las tareas conllevan a limitantes en la eficiencia operativa y en la competitividad de un negocio (van den Berg y Zijm, 1999, p. 519).

Además, en los almacenes de distribución de mercancía, si la distribución es desigual en cuanto a las cargas de trabajo y el escaso uso del tiempo operativo hace que se generen cuellos de botella que limitan la capacidad y no se pueda cumplir con los tiempos de despacho, lo que

conlleva a generar retrasos y costos adicionales que afectan el servicio al cliente (Horbulák, 2021, p.112).

En la actualidad la logística ha venido creciendo y tomando unos cambios importantes en la cadena de suministro y por ello estos cambios hacen que los diferentes eslabones de la cadena se vayan estructurando y adoptando nuevas prácticas para así poder responder a la demanda y ser competitivos en los diferentes mercados.

Con lo anterior, un almacén de despachos de mercancías es un eslabón clave debido a que si no se llevan bien los procesos que se tienen dentro de él, se puede convertir en el cuello de botella y hacer que el resto de los eslabones de la cadena tengan retrasos en sus operaciones, incluso puede generar pérdida de clientes o niveles de servicio deficientes.

Uno de los problemas más frecuentes es la no eficiencia en los procesos de almacenamiento, alistamiento, distribución de mercancía, cargue de vehículos y la programación de los transportes, que conllevan a pérdidas de tiempos e incumplimientos en las entregas a los clientes.

Es muy común ver o escuchar hablar de estas problemáticas y el desgaste que implica en la ejecución de estas tareas, lo que conlleva a tomar medidas desesperadas que tienden a empeorar aún más los procesos. También se identifica la falta de metodologías estandarizadas que permitan una medición precisa de la capacidad operativa en cada proceso del almacén, especialmente en la programación de los despachos que se tienen a diario, los cuales se pueden describir como la caja registradora de una empresa que se dedica a comercializar productos.

Las consecuencias que se presentan y que en realidad son una problemática, se traduce en consecuencias económicas, ya que se puede llegar a tener costos adicionales en la operación, pérdidas en ventas, afectación en el servicio al cliente y sobrecarga laboral para los empleados.

La pregunta principal de esta investigación radica en ¿cómo calcular la capacidad operativa de un almacén de despachos, que permita la identificación de cuellos de botella en la gestión de las actividades de despachos?

Justificación

Esta investigación se justifica en la necesidad de aportar significativamente en las labores de despachos de cualquier almacén, permitiendo la optimización de cada actividad que se lleve a cabo, lo cual va en línea con los principios de la productividad en la logística de hoy en día.

Autores como Heizer y Render (2017) y Slack et al. (2013) resaltan la capacidad operativa como una adecuada utilización que permite garantizar el flujo eficiente en todo sistema logístico de los almacenes y es aquí donde se evidencia que en el almacén no hay métodos que permiten la estandarización para medir la capacidad operativa, lo que conlleva a tener sobrecargas y tiempos que no son para nada productivos, además de la mala asignación de los recursos. Esto resalta la necesidad de tener estudios que permitan cuantificar, controlar y mejorar la capacidad instalada en los procesos del almacén, especialmente en la actividad de despacho de mercancía.

Ciertamente la existencia de los cuellos de botella es uno de los factores principales que limitan la productividad, Moore et al. (2013) señalan que estos cuellos de botella generan restricciones en el flujo operativo y demoras en la operación que dan paso a tener acumulación de tareas y desequilibrio en las cargas de trabajo. Por otro lado, este fenómeno también fue identificado en estudios sobre la gestión del almacenamiento (Horbulák, 2021), allí se demuestran ineficiencias en la distribución de los procesos que al final repercuten directamente en costos e incumplimientos en las entregas a clientes, es por ello por lo que la investigación permite detectar estas limitantes por medio de datos reales que ayudan al análisis de comportamientos y así proponer estrategias para mitigar estos impactos.

Desde un punto de vista práctico este trabajo de estudio brinda una herramienta y una metodología que ayuda a calcular y mejorar la capacidad operativa de un almacén, a eliminar demoras en los procesos y reducir los errores que se presentan en una operación de despachos. Así mismo, el software ayuda a incrementar la productividad y a llevar un control de la operación para brindar información en tiempo real que permita tomar las mejores decisiones.

Un estudio realizado por GEODIS (2025) dice que implementar soluciones integrales en los almacenes que están bien organizados, hace que se mejore la eficiencia entre un 15% y un 60% donde se incrementa la cantidad de unidades realizadas por hora y reduce los desplazamientos dentro del almacén en un 50%, esto es un impacto positivo en la optimización de los procesos de despacho.

Por otro lado, según G2 (2024) habla del costo laboral de un almacén y que este costo puede estar entre el 50% y el 70% de los gastos en lo que tiene que ver con la operación, por tal

razón el uso de tecnologías mejora la productividad de los colaboradores y permite la reducción de costos de toda operación logística.

Finalmente, al integrar herramientas tecnológicas a la logística como lo dicen autores como Rijal, Bijvank y de Koster (2023), que la integración de las operaciones de almacén, el transporte y su sincronización, permiten la optimización de tiempos, recursos y aprovechamiento del tiempo. Así mismo Ezequiel (2010) reconoce que lo técnico y la organización de los procesos garantiza la eficiencia operativa, ya que no solo es tener talento humano y además si este talento no cuenta con las herramientas necesarias pues no aportan al buen desempeño. Entonces teniendo en cuenta lo anterior, el aporte que se tiene con el software que se propone es significativo debido a la automatización, reducción de errores y a tener la visual del proceso en todo momento, para brindar toma de decisiones más acertadas.

Objetivos

Objetivo General

Medir la capacidad operativa de un almacén de despachos de mercancías, mediante la identificación de cuellos de botella, para la gestión de las actividades de despachos.

Objetivos específicos

Identificar los factores que limitan la capacidad operativa de un almacén, analizando datos de los procesos logísticos, para establecer una línea base de rendimiento.

Calcular el programa de gestión de despachos, analizando las diferentes salidas del día, para asegurar que todo se despache según lo programado.

Desarrollar un software que permita medir la capacidad operativa del almacén, utilizando herramientas de desarrollo, para aumentar la productividad en el despacho de mercancías.

Metodología

Esta investigación se enfoca en la medición y optimización de la capacidad operativa de un almacén de despacho de mercancías. Esta metodología es de tipo cuantitativo, con un diseño no experimental y transversal, porque se centra en análisis de datos que fueron recolectados en un periodo de tiempo determinado, para poder describir y proponer soluciones que aporten al desarrollo del proyecto.

La investigación se realiza con un enfoque de estudio de caso donde se analizan los procesos operativos de un almacén situado en el oriente antioqueño. La población de esta investigación son los procesos de despacho de mercancías durante un tiempo de estudio y la muestra está compuesta de los registros que detallan cada despacho realizado y que permiten ver patrones de rendimiento en términos de volúmenes de los despachos y los tiempos que se toma en realizar la operación.

La metodología está estructurada en tres fases principales y cada fase está en sintonía con los objetivos específicos de la presente investigación.

Fase 1:

Se tiene la identificación y análisis de los factores limitantes, que hace referencia al primer objetivo específico y el propósito principal es identificar cada uno de los factores que pueden limitar la capacidad operativa del almacén y así poder establecer una línea base de rendimiento.

Se recolectarán datos históricos de la operación de despacho por medio de diferentes fuentes de información que proporciona el almacén a través de reportes operativos que se tengan en el sistema de gestión, registros de salidas y facturación y hojas de cálculo que contienen información detallada de la operación de cada despacho. De allí se toman variables importantes como cantidad de cajas despachadas, volúmenes de la mercancía despachada, tiempos que se tarda cada persona para realizar la labor y la cantidad de personas disponibles por turno o día.

Con los datos que se recolecten, se implementarán técnicas y herramientas de estadística básica como la media, mediana, análisis de gráficos para poder describir el rendimiento del almacén en tiempo atrás y así identificar las horas o días de mayor volumen de despachos y determinar los patrones sobre el uso de los recursos los cuales conllevan a detectar posibles cuellos de botella una vez se pueda analizar los datos recolectados en cuanto a volúmenes y tiempos de la operación.

Fase 2:

Una vez se tiene el cálculo de la capacidad operativa y el programa de despachos, que pertenece al segundo objetivo específico, esta fase permitirá utilizar los datos de la línea base

para desarrollar un modelo que permita calcular la capacidad operativa y en base a este, proponer un programa para la gestión integral de los despachos.

Para ello se empleará una fórmula que se propone para la estimación de la capacidad operativa diaria; tal fórmula es $c = u \cdot r \cdot t$ donde:

c = capacidad operativa (Cajas por día).

u = número de operarios disponibles.

r = rendimiento promedio por operario (cajas por hora), calculado por medio de datos históricos de la fase 1.

t = tiempo operativo en horas (por día), teniendo presente tiempos muertos y pausas.

Este cálculo permite tener un rendimiento máximo que se puede alcanzar con los recursos disponibles, sirviendo como una herramienta para la planificación de la operación diaria.

También, se diseñará una propuesta de programa de gestión de despachos que se basa en la capacidad ya calculada y que distribuya de manera equitativa las cargas de trabajo y asigne los recursos que se necesiten para asegurar que todos los despachos programados se realicen de forma eficiente, evitando contratiempos y retrasos.

Fase 3:

Por último, se tiene esta fase que va encaminada con el tercer objetivo que es el desarrollo de un software para la medición y gestión de los despachos, además que se automatice el cálculo de la capacidad operativa y facilite la programación de los despachos. Se tendrán en cuenta los siguientes aspectos para la realización de esta herramienta tecnológica:

Análisis de requerimientos, para definir las funcionalidades y las características del software las cuales deberán incluir un módulo para la carga de los datos operativos, otro módulo

para el cálculo que incluya la fórmula de la capacidad operativa, una interfaz gráfica para visualización de los resultados de rendimiento en tiempo real y otro módulo para programar despachos y hacerles el seguimiento a estos.

Diseño y desarrollo, donde se seleccionarán las herramientas de desarrollo para crear el software y se propone una herramienta que sería la más adecuada para su realización, esta herramienta sería Python ya que se ajusta a la necesidad de creación de herramienta de entorno web y gracias a las múltiples librerías permite crear más fácil lo antes mencionado en el análisis de los requisitos.

Pruebas y validación cuando el software este ya desarrollado y que pueda someterse a pruebas para asegurar que todo este correcto en cuanto a los cálculos y cumplimientos de los objetivos de medir la capacidad operativa de un almacén.

Resultados y Discusión

Resultados y análisis de datos en la capacidad operativa

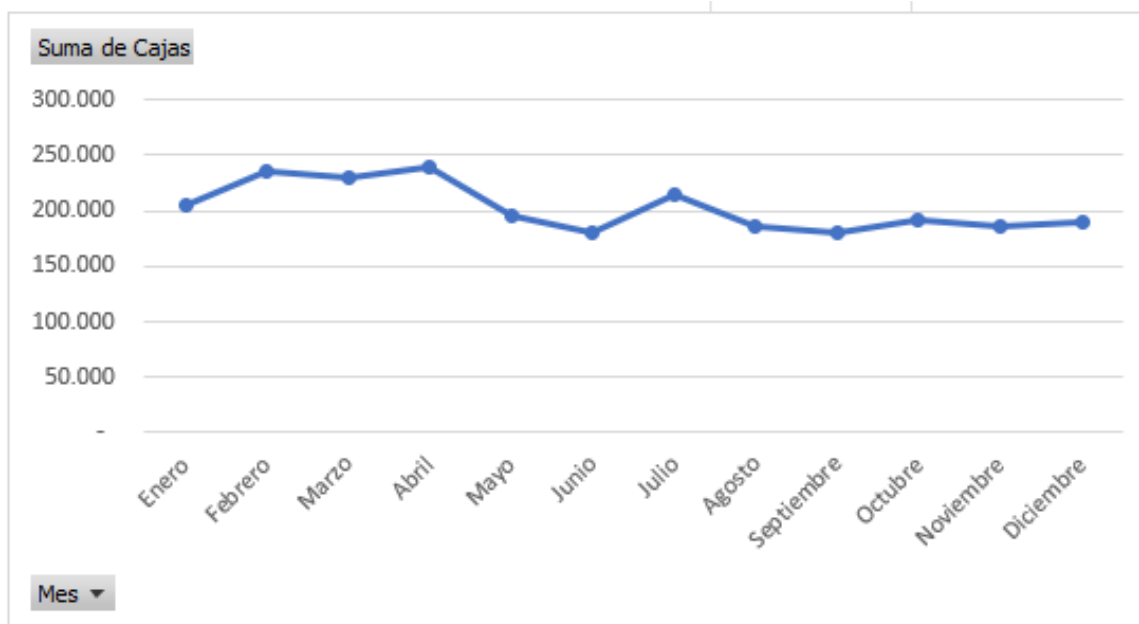
A continuación, se presenta los resultados y el análisis de la capacidad operativa de un almacén de despachos real, donde se evalúan datos del año 2024 y a partir de estos datos o registros de tiempo ya transcurrido se tiene históricos de cantidades de cajas despachadas y la cantidad de recurso humano que intervino en este tiempo. El propósito fue identificar los cuellos de botella, calcular la capacidad instalada y proponer ideas para mejorar la gestión de los despachos.

La siguiente tabla muestra la sumatoria de cajas despachadas por mes, durante todo el año 2024.

Tabla 1 Cantidad de cajas despachadas 2024.

<i>Mes</i>	<i>Cantidad de Cajas</i>
Enero	204.273
Febrero	234.480
Marzo	228.740
Abril	238.342
Mayo	195.839
Junio	180.752
Julio	214.414
Agosto	186.176
Septiembre	179.733
Octubre	191.527
Noviembre	185.176
Diciembre	190.495
Total Año	2.429.947

Título 1. Gráfico tabla 1 cantidad cajas despachadas 2024.



En general durante el año analizado se despacharon 2.429.947 cajas en el almacén, lo cual en términos de promedio se tienen 7.788 cajas diarias, teniendo presente que se cuenta con 26 días hábiles operativos al mes, sin contar domingos y el almacén trabajando en 3 turnos que abarcan las 24 horas de un día.

La productividad de cada operario se mide en cajas procesadas por hora hombre, lo cual presenta una mediana de 20,01 cajas/hora y un promedio cercano a 19,5 cajas /hora. Teniendo en cuenta estos valores se establece la capacidad diaria y contando que se tienen 52 operarios distribuidos en turnos de ocho horas para lograr abarcar las 24 horas del día y así tener una base de alrededor 8.330 cajas por día.

En cuanto a la cantidad de cajas despachadas por las horas del día, se puede identificar concentración de movimientos en ciertas franjas horarias críticas que generan cuellos de botella.

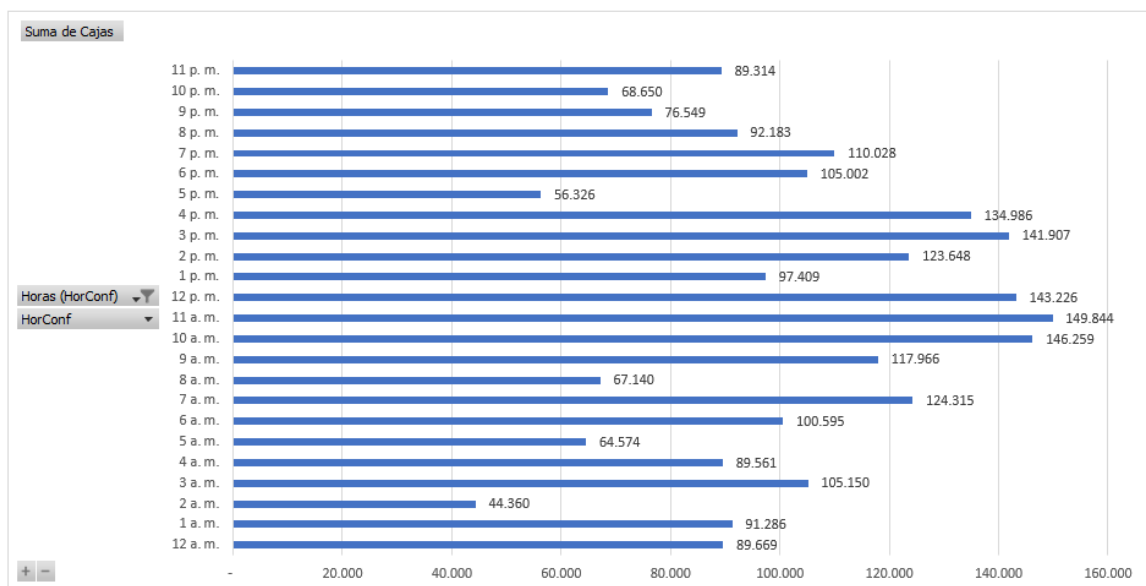
La siguiente tabla e imagen, permite identificar una concentración importante en el flujo de las cajas por hora, en el proceso de despacho.

Tabla 2 Cantidad cajas por hora 2024.

<i>Hora</i>	<i>Cantidad de Cajas</i>
12 a. m.	89.669
1 a. m.	91.286
2 a. m.	44.360
3 a. m.	105.150
4 a. m.	89.561
5 a. m.	64.574
6 a. m.	100.595
7 a. m.	124.315
8 a. m.	67.140
9 a. m.	117.966
10 a. m.	146.259
11 a. m.	149.844
12 p. m.	143.226
1 p. m.	97.409

2 p. m.	123.648
3 p. m.	141.907
4 p. m.	134.986
5 p. m.	56.326
6 p. m.	105.002
7 p. m.	110.028
8 p. m.	92.183
9 p. m.	76.549
10 p. m.	68.650
11 p. m.	89.314
Total general	2.429.947

Título 2. Gráfico tabla 2 cantidad cajas por hora 2024.



De acuerdo con la tabla y la figura presentadas anteriormente, se evidencia gran movimiento de cajas entre las 10 am y las 12 del mediodía y entre las 3 pm y las 4 pm. Mientras que en las horas de 6 am y 9 am es un movimiento mínimo con respecto al total diario confirmando así que se tiene una baja utilización de los recursos durante las primeras horas de la mañana y esto muestra un cuello de botella para las horas de la tarde que impacta la capacidad de la operación del almacén.

Estos resultados permiten una conclusión sobre la operación del año 2024 donde por mes se evidencia una utilización de la capacidad operativa por encima del 100 por ciento en el primer semestre y tendencia de estabilización en el último trimestre como muestra la *figura 1*. Los cuellos de botella se presentan tanto en el uso del recurso humano como en la distribución de los horarios y se abre la posibilidad de plantear nuevas medidas o planes para mejorar los despachos, tales como redistribución de turnos o ajustes en la programación de despachos buscando siempre

una estabilidad que permita una línea base para el aprovechamiento del recurso constantemente y así ayudar en la toma de decisiones estratégicas con relación a la planificación de la capacidad operativa buscando siempre una gestión en el despacho y que sea más equilibrada, utilizando los recursos eficientemente.

En síntesis, evaluar la capacidad operativa con relación de las cajas a despachar y en los horarios establecidos hace que se permita concluir que el sistema a implementar tenga una planificación flexible y que se pueda adaptar a las necesidades, garantizando siempre el cumplimiento en los despachos tanto en los momentos pico y evitando sobrecargas en el personal como en los retrasos en las entregas.

Sugerencias, propuestas y fórmula para la capacidad operativa

En consecuencia del segundo objetivo específico, que consiste en calcular el programa de gestión de despacho y el análisis de las salidas del día a día, se puede determinar que la capacidad operativa instalada en un almacén permite cubrir la mayor parte de los despachos de cada mes y a través de los cálculos se puede ver que en condiciones promedio de productividad y con la dotación del recurso humano, los despachos programados se pueden cumplir dentro de los tiempos establecidos por un almacén, no obstante en meses donde se tenga picos de demanda altos no se pueda llegar a cumplir ya que se si se cuenta con el personal requerido, este tiene la mayor parte del tiempo ocupado y aprovechado al 100 por ciento.

Con lo anterior, teniendo un sistema operando con margen de maniobra reducido, hace que se aumente la vulnerabilidad ante los imprevistos en cuando ausencias de personal, retrasos

o fallas en los procesos. Este hallazgo coincide con lo que plantea Slack et al. (2013), que indican que la saturación de la capacidad limita la flexibilidad y eleva el riesgo operativo.

De igual manera con lo identificado anteriormente, de los meses críticos en los cuales la capacidad disponible no era suficiente para atender todos los despachos, se sugiere la necesidad de implementación de actividades de apoyo como la redistribución de turnos, contratación temporal o ajustar los horarios de salida como dicen Heizer y Render (2014) donde enfatizan en la importancia de alinear la planificación de la capacidad con la demanda para el cumplimiento de los compromisos operativos, mientras que Stevenson (2018) menciona que los planes de contingencia son importantes tenerlos ya que responden a cambios o sucesos no previstos.

De acuerdo con la fase dos de la metodología antes mencionada, donde se incluye el cálculo de la capacidad operativa y el programa de despachos para alcanzar este objetivo y mitigar un poco los imprevistos que se puedan llegar a presentar cuando la demanda supere la capacidad instalada.

Es necesario recordar que esta fase permite utilizar los datos para proponer un modelo para calcular la capacidad operativa y con base a estos se propone un programa para la gestión de los despachos, empleando la fórmula ($c = u \cdot r \cdot t$) donde se estima la capacidad operativa diaria que permite aprovechar el recurso al máximo y no tener sobrecargas en franjas horarias, aprovechando el tiempo desde que se empieza la operación del almacén hasta finalizar día.

En conclusión, al contar con análisis de los despachos diarios y la gestión de los despachos a través del programa de gestión es importante para establecer planes de contingencia para garantizar la flexibilidad operativa y la planificación anticipada, permitiendo tener una

definición de indicadores de alerta que a su vez ayudan a ajustar la asignación de recursos en los tiempos de mayor presión de demanda como indica Chase & Jacobs (2019).

Software para cálculo y medición del programa de despachos

Según los objetivos previos se diseña y crea un software que permite calcular de una forma más automatizada el programa de despachos, también se recolectaran datos por medio de este, para brindar un análisis en tiempo real y así poder tomar decisiones de acuerdo con lo que se va viviendo en el día a día. Todo esto se da a partir de la problemática antes mencionada donde no se podía calcular la capacidad y se tenían demoras en el proceso de despachos. Con el software, se logra tener información como las cajas a despachar y los horarios de la operación en una interfaz amigable para el usuario, ya que le permite también tener reportes gráficos del comportamiento de la operación y de esta forma se tiene un sistema que sirve de apoyo para tomar decisiones, mejorar la visibilidad de cuellos de botella y tener con antelación información sobre los picos de mayor demanda de tiempo y que se puedan gestionar con la asignación de recursos eficientemente.

El desarrollo de este software es un importante avance ya que permite dar paso a la eficiencia del proceso como tal y permite la eliminación de hacer cálculos manualmente, reduciendo los errores humanos en la consolidación de la información. Lo anterior va en línea con lo que plantean Slack et al. (2013), sobre la integración tecnológica lo que permite optimizar los recursos que se tienen y garantizar un mejor control de la capacidad operativa. De igual manera, Chase et al. (2017) sostienen que los sistemas de información aplicados a la operación

logística contribuyen a incrementar la precisión de la planificación y a mejorar la toma de decisiones estratégicas. Así mismo, Ander-Egg (2010) señala que no basta con contar con las cualidades personales de los trabajadores, sino que se requiere de conocimientos y herramientas que estructuren de forma más eficiente el proceso. Bajo estos comentarios el software no solo agiliza el análisis y la generación de reportes, sino que también permite tener una mejora continua en el desempeño del almacén a lo largo del tiempo.

A continuación, se presenta la descripción y las respectivas imágenes del software, estas son las más representativas para la planeación, medición y ejecución de los despachos.

Primero se tiene una interfaz que corresponde al módulo de programación de trasportes, el cual permite la gestión de los despachos diarios de una manera organizada. Aquí se registran los datos que son esenciales; tales como: fecha de despacho, el proveedor de transporte, el cliente, el tipo de vehículo, número de despacho, placa del vehículo, valor del flete y la cantidad de cajas a despachar. También, se tienen observaciones adicionales que permiten tener la planeación de la logística como especificaciones de la carga y observaciones relevantes del cliente. Esta herramienta permite la centralización de la operación y el resumen de los despachos del día en cuanto al total de cajas y el porcentaje de utilización de la capacidad instalada, como se muestra en la siguiente imagen.

Título 3. Pantalla del software programación transportes.

Inicio Transportes
Cerrar sesión

PROGRAMACIÓN DE TRANSPORTES

FORMULARIO

Fecha Despacho: Proveedor Transporte: Ciudad Destino:

Nombre Cliente(s): Tipo Vehículo: Número Despacho:

Volumen Mercancía: Placa Vehículo: Valor Flete:

Cantidad de Cajas: Almacén de Cargue: Observaciones:

Seleccionar Fecha:

RESUMEN DEL DIA

TOTAL CAJAS DÍA	0
Capacidad Operativa	1000.0
Porcentaje Capacidad	0.0%

Fecha Despacho	Proveedor Transporte	Ciudad Destino	Nombre Cliente(s)	Tipo Vehículo	Número Despacho	Volumen Mercancía	Placa Vehículo	Valor Flete	Cantidad Cajas	Almacén Cargue	Observaciones	Acciones
2025-09-10	Transportes Rápidos	Bogotá	Tienda	Furgón	D-122	5.00	ABC123	1500000.00	75	Medellin	Cliente nuevo	
2025-09-10	Transportes Rápidos	Bogotá	Cliente Prueba	Camión	D-23456	8.00	UMR789	4000000.00	200	Bogotá	Prioritario	
2025-09-08	Transportes Rápidos	Bogotá	Cliente Prueba	Camión	D-2134	8.00	RPT789	1500000.00	32	Medellin	Pedido urgente	
2025-08-22	Transportes Rápidos	Bogotá	Elkin	Camión	D-31	10.00	DSE123	2000000.00	1105	Medellin	Cita 7:30am	
2025-08-11	Transportes Rápidos	Bogotá	Cliente Prueba	Camión	D-11	15.00	LBC123	7000000.00	750	Medellin	Manera	

Otra de las funciones es la interfaz que corresponde al módulo de la capacidad instalada el cual permite el registro de la cantidad de recursos o talento humano disponibles en el almacén para las actividades dentro de este. Aquí se tienen variables como el número de personas, productividad que se expresa en cajas por hora y la cantidad de horas laborables dentro del almacén. Con esta información que se suministra, se da aplicación de la fórmula de la capacidad operativa antes mencionada ($c = u \cdot r \cdot t$), para el cálculo automático en cuanto a la capacidad total de procesamiento diario. Esta funcionalidad permite al usuario de transportes planear con precisión y al líder de la operación tener el monitoreo del desempeño de los recursos, para asegurar que la operación no se vaya a afectar por la demanda y la capacidad disponible.

Título 4. Pantalla del software capacidad instalada.

Inicio Capacidad Instalada Cerrar sesión

CAPACIDAD INSTALADA

Seleccionar Fecha: dd/mm/aaaa

Nuevo Registro

Operarios: Cajas por Hora:

Cantidad de Horas:

TOTAL CAJAS DIA 0

Operarios (U) 5

Cajas por hora (R) 25.0

Horario (T) 8.0

Capacidad Operativa (C) 1000.0

Porcentaje Capacidad 0%

Listado de Capacidades

ID	Operarios	Cajas/hora	Cantidad de horas	Fecha Registro	Acciones
1	5	25.00	8.00	2025-09-07 17:46:18	

El siguiente módulo corresponde a la ejecución de la operación diaria como tal, y este permite la materialización de la planeación antes hecha por el personal de transportes y la función principal es registrar en tiempo real el estado de cada despacho, el avance que se tiene de cada despacho programado y la hora de llegada de cada vehículo asignado para el transporte de la mercancía. A través de esta interfaz se permitirá tener indicadores como el estado de la operación diaria y el nivel de servicio que ofrecen los proveedores de transporte, representando así la consolidación del proceso donde la planeación y la capacidad instalada se traduce en productividad y trazabilidad de la información.

Título 5. Pantalla del software ejecución del despacho en almacén.

Fecha Despacho	Proveedor	Ciudad Destino	Cliente(s)	Tipo Vehículo	Número Despacho	Volumen	Placa	Valor Flete	Cantidad_Cajas	Almacén Cargue	Observaciones	Prioridad	Hora Cargue	COP	Tiempo Alistamiento	Hora Llegada	Cumple Proveedor	Muelle cargue	Estado Despacho	Hora Salida	Acciones
2025-07-24	Logística Express	Medellin	Tienda	Furgón	D-1	10.00	UMR789	3000000.00	None	Rionegro	Mercancía delicada	1	18:30:00	10000000.00	2 Horas	18:00:00	1	Picking	20:30:00		
2025-09-08	Transportes Rápidos	Bogotá	Cliente Prueba	Camión	D-2134	8.00	RPT78Y	15000000.00	32	Medellin	Pedido urgente	1	7:20:00	30000000.00	2 Horas	None	None	None	None		
2025-09-10	Transportes Rápidos	Bogotá	Cliente Prueba	Camión	D-23456	8.00	UMR789	4000000.00	200	Bogotá	Prioritario	1	7:20:00	8000000.00	2 Horas	None	None	None	None		
2025-08-11	Transportes Rápidos	Bogotá	Cliente Prueba	Camión	D-11	15.00	ABC123	7000000.00	750	Medellin	Neveras	2	7:30:00	15000000.00	Express	None	None	None	None		
2025-08-22	Transportes Rápidos	Bogotá	Elkin	Camión	D-31	10.00	DSE123	2000000.00	1105	Medellin	Cita 7:30am	2	6:07:00	20000000.00	1.5 horas	None	None	None	None		

Conclusiones

Este estudio resalta que la capacidad operativa de un almacén de despachos depende del buen uso de los recursos, del talento humano y aprovechamiento del tiempo operativo,

La fórmula planteada permite la planificación adecuada de las actividades y el control de estas por medio del sistema.

Los cuellos de botella identificados en la operación permiten ver claramente la afectación sobre la utilización de los recursos y la estabilidad de la operación.

El software permite optimizar los procesos logísticos para permitir el flujo de trabajo eficiente, la reducción de errores y la toma de decisiones por medio de datos reales.

La herramienta desarrollada a través de sus módulos permite una adecuada gestión en la planificación, programación, cálculo de la capacidad y seguimiento continuo en las actividades diarias.

En general, la investigación permite fortalecer la logística en las empresas que adopten este tipo de modelo, para lograr ser productivos y tener control de sus operaciones.

Referencias

Bermúdez, J. C. (2018). *Importancia de la gestión de almacenes en las empresas: Revisión de la literatura* (Trabajo de investigación). Universidad Privada del Norte.

<http://hdl.handle.net/11537/15287>

Ander-Egg, E. (2010). *Para mejorar la capacidad operativa*. Editorial Brujas.

<https://elibro.net/es/ereader/remington/78044?page=14>

Moore, C., Bilodeau, N., Vitkus, P., & Powell, E. (2013). *BPM CBOOK* (Versión 3.0).

CreateSpace Independent Publishing Platform.

Pulido Peña, J. A. (2022). *Logística en despacho de mercancías: La innovación en la cadena de suministros* (Ensayo de pregrado). Universidad Militar Nueva Granada. Repositorio UNIMILITAR.

Mora García, L. A. (2011). *Gestión logística en centros de distribución, bodegas y almacenes*.

Ecoe Ediciones. <https://elibro.net/es/lc/remington/titulos/69182>

Rijal, A., Bijvank, M., & de Koster, R. (2023). Dynamics between warehouse operations and vehicle routing. *Production and Operations Management*, 32(5), 1821–1839.

<https://doi.org/10.1111/poms.14051>

Van den Berg, J. P., & Zijm, W. H. M. (1999). Models for warehouse management:

Classification and examples. *International Journal of Production Economics*, 59(1–3), 519–528.

[https://doi.org/10.1016/S0925-5273\(98\)00114-5](https://doi.org/10.1016/S0925-5273(98)00114-5)

Horbulák, J. (2021). Simulation as logistic support to handling in the warehouse: Case study [PDF]. *TEM Journal*, 7(1), 112–117. <https://doi.org/10.18421/TEM71-13>

GEODIS. (2025). *Real world warehouse optimization: Results & impact*. <https://geodis.com/us-en/blog/real-world-warehouse-optimization-results-impact>

G2. (2024). *50+ warehouse automation statistics to streamline operations*. <https://www.g2.com/articles/warehouse-automation-statistics>

Chase, R. B., & Jacobs, F. R. (2019). *Administración de operaciones: Producción y cadena de suministros* (15.^a ed.). McGraw-Hill Education.

Heizer, J., Render, B., & Munson, C. (2017). *Dirección de la producción y de operaciones: Decisiones estratégicas* (11.^a ed.). Pearson Educación.

Slack, N., Brandon-Jones, A., & Johnston, R. (2013). *Administración de operaciones* (7.^a ed.). Pearson Educación.

Stevenson, W. J. (2018). *Administración de operaciones* (13.^a ed.). McGraw-Hill Education.