

Julita Rivero Sánchez
Antonio Manuel Otoyá Zelada
Guillermo David Evangelista Benites
Paul Martín Jiménez Chávez
Camila Alejandra Luna Victoria Chávez

Costos bajo control

Cómo reducir costos logísticos con una gestión inteligente de inventarios

Administración



Religación
Press

Julita Rivero Sánchez, Antonio Manuel Otoy Zelada,
Guillermo David Evangelista Benites, Paul Martín Jiménez Chávez,
Camila Alejandra Luna Victoria Chávez

Costos bajo control

Cómo reducir costos logísticos con una gestión inteligente de inventarios

Religación Press
[Ideas desde el Sur Global]

Costs under control. How to reduce logistics costs through intelligent inventory management

Custos sob controle. Como reduzir custos logísticos por meio de uma gestão inteligente de estoques

Religación Press

[Ideas desde el Sur Global]

Equipo Editorial

Editorial team

Ana B. Benalcázar

Editora Jefe / Editor in Chief

Felipe Carrión

Director de Comunicación / Scientific Communication Director

Melissa Díaz

Coordinadora Editorial / Editorial Coordinator

Sarahi Licango Rojas

Asistente Editorial / Editorial Assistant

Consejo Editorial

Editorial Board

Jean-Arsène Yao

Dilrabo Keldiyorovna Bakhronova

Fabiana Parra

Mateus Gamba Torres

Siti Mistima Maat

Nikoleta Zampaki

Silvina Sosa

Victor Ancajima Miñán

.....

Religación Press, es parte del fondo editorial del Centro de Investigaciones CICSHAL-RELIGACIÓN | Religación Press, is part of the editorial collection of the CICSHAL-RELIGACIÓN Research Center |

Diseño, diagramación y portada | Design, layout and cover: Religación Press.

CP 170515, Quito, Ecuador. América del Sur.

Correo electrónico | E-mail: press@religacion.com

www.religacion.com

Disponible para su descarga gratuita en | Available for free download at

<https://press.religacion.com>

Este título se publica bajo una licencia de Atribución 4.0 Internacional (CC BY 4.0)

This title is published under an Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) license.



El presente libro tienen el aval del Centro de Investigaciones en Ciencias y Humanidades desde América Latina - CICSHAL.



Título: Costos bajo control. Cómo reducir costos logísticos con una gestión inteligente de inventarios

Derechos de autor | Copyright: Julita Rivero Sánchez, Antonio Manuel Otoya Zelada, Guillermo David Evangelista Benites, Paul Martín Jiménez Chávez, Camila Alejandra Luna Victoria Chávez

Primera Edición | First Edition: 2026

Editorial | Publisher: Religación Press

Materia Dewey | Dewey Subject: 658.7 - Manejo de materiales

Clasificación Thema | Thema Subject Categories: KJMV9 - Gestión de la distribución y la logística | KJMV5 - Gestión de la producción y control de calidad | KJMV1 - Preparación de presupuestos y gestión financiera

BISAC: BUS087000

Público objetivo | Target audience: Profesional / Académico | Professional / Academic

Colección | Collection: Administración

Soportel Format: PDF / Digital

Publicación | Publication date: 2026-06-24

ISBN: 978-9942-594-70-9

Nota obra derivada: El libro retoma y amplía, mediante el trabajo colaborativo de un grupo de investigadores, los hallazgos y aportes presentados en la tesis original: "Modelo de gestión de inventario para reducir costos logísticos de materia prima en ARY Servicios Generales S.A.C., 2022" presentada ante la Universidad Nacional de Trujillo por Julita Rivero Sánchez en 2024.

Note: The book takes up and expands, through the collaborative work of a group of researchers, the findings and contributions presented in the original dissertation: "Modelo de gestión de inventario para reducir costos logísticos de materia prima en ARY Servicios Generales S.A.C., 2022" presented to the Universidad Nacional de Trujillo by Julita Rivero Sánchez in 2024.

[APA 7]

Rivero Sánchez, J., Otoya Zelada, A. M., Evangelista Benites, G. D., Jiménez Chávez, P. M., & Luna Victoria Chávez, C. A. (2025). *Costos bajo control. Cómo reducir costos logísticos con una gestión inteligente de inventarios*. Religación Press. <https://doi.org/10.46652/ReligacionPress.424>

Revisión por pares

El presente libro constituye el resultado de un riguroso proceso de investigación académica, cuya calidad metodológica y solidez argumental han sido validadas mediante un sistema de revisión por pares externos implementado bajo el protocolo de doble ciego, bajo la supervisión del Centro de Investigaciones en Ciencias y Humanidades desde América Latina (CICSHAL). Como garantía de transparencia y rigor científico, los informes de evaluación realizados por los especialistas designados se conservan en el archivo institucional de la editorial, a disposición de las instancias que así lo requieran.

Peer Review

This book is the result of a rigorous academic research process, whose methodological quality and argumentative solidity have been validated through an external peer-review system implemented under a double-blind protocol, under the supervision of the Center for Research in Sciences and Humanities from Latin America (CICSHAL). As a guarantee of transparency and scientific rigor, the evaluation reports prepared by the designated specialists are preserved in the publisher's institutional archives, available to any party that may require them.

Sobre los autores

ABOUT THE

AUTHORS

Julita Rivero Sánchez

Universidad Nacional de Trujillo | Trujillo | Perú

<https://orcid.org/0009-0003-2751-2946>

jriveros@unitru.edu.pe

jurisa.0620@gmail.com

Licenciada en Administración, magíster en Ingeniería Industrial con mención en Gerencia de Operaciones. Formación en planificación, gestión de la calidad y mejora continua, con enfoque en investigación académica. Doctoranda en Administración.

Antonio Manuel Otoy Zelada

Universidad Nacional de Trujillo | Trujillo | Perú

<https://orcid.org/0000-0001-6460-969X>

amotoyaz@unitru.edu.pe

antonio_otoya@hotmail.com

Doctor en Ingeniería Química Ambiental, Maestro en Ciencias y Título profesional de Ingeniero Químico, experiencia docente, Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo (UNASAM) y en la Universidad Nacional de Trujillo (UNT). Miembro de RENACYT.

Guillermo David Evangelista Benites

Universidad Nacional de Trujillo | Trujillo | Perú

<https://orcid.org/0000-0002-1955-6565>

gevangelista@unitru.edu.pe

david_gdeb@hotmail.com

Especialista en métodos numéricos, transferencia de calor, mecánica de fluidos y simulación de procesos. Doctor en Ciencias e Ingeniería. Miembro de RENACYT.

Paul Martín Jiménez Chávez

Universidad Nacional de Trujillo | Trujillo | Perú

<https://orcid.org/0000-0002-5582-5099>

pjimenezc@unitru.edu.pe

pol.jimenezc@gmail.com

Ingeniería Industrial, con formación en optimización de procesos, gestión y mejora continua. Cuenta con maestría en Auditoría y Gestión Pública y es doctorando en Administración.

Camila Alejandra Luna Victoria Chávez

Universidad Nacional de Trujillo | Trujillo | Perú

<https://orcid.org/0009-0005-3724-1320>

calunavictoriac@unitru.edu.pe

camilv96@hotmail.com

Bachiller en Ingeniería Industrial de la Universidad Privada del norte. Magíster en Gerencia de operaciones de la UNT.

Resumen

En un entorno empresarial marcado por la incertidumbre, la volatilidad económica y las exigencias del comercio actual, gestionar inventarios se ha convertido en un desafío estratégico. Este libro ofrece una guía práctica para transformar la administración de existencias en una ventaja competitiva. A través del análisis de la realidad de empresas peruanas y el caso concreto de una firma de servicios generales, se explora la implementación de modelos como el sistema ABC y métodos de revisión continua. La obra demuestra cómo un enfoque ordenado y basado en la clasificación de materiales puede reducir la rotura de stock, evitar compras imprevistas y disminuir los costos de almacenamiento y pedido. Ideal para gerentes, emprendedores y estudiantes, este texto revela que optimizar el inventario no solo ahorra recursos, sino que fortalece la resiliencia y eficiencia operativa en tiempos de cambio.

Palabras clave:

Gestión de inventarios, Costos logísticos, Sistema ABC, Ventaja competitiva, Resiliencia operativa

Abstract

In a business environment characterized by uncertainty, economic volatility, and the demands of contemporary commerce, inventory management has become a strategic challenge. This book offers a practical guide to transforming inventory administration into a competitive advantage. Through the analysis of the reality of Peruvian companies and the specific case of a general services firm, it explores the implementation of models such as the ABC system and continuous review methods. The work demonstrates how an orderly approach based on material classification can reduce stockouts, avoid unforeseen purchases, and lower storage and ordering costs. Ideal for managers, entrepreneurs, and students, this text reveals that optimizing inventory not only saves resources but also strengthens operational resilience and efficiency in times of change.

Keywords:

Inventory management, Logistics costs, ABC system, Competitive advantage, Operational resilience

Resumo

Num ambiente empresarial marcado pela incerteza, volatilidade econômica e exigências do comércio atual, a gestão de estoques tornou-se um desafio estratégico. Este livro oferece um guia prático para transformar a administração de existências em vantagem competitiva. Por meio da análise da realidade de empresas peruanas e do caso concreto de uma firma de serviços gerais, explora-se a implementação de modelos como o sistema ABC e métodos de revisão contínua. A obra demonstra como uma abordagem ordenada e baseada na classificação de materiais pode reduzir a ruptura de estoque, evitar compras imprevistas e diminuir os custos de armazenamento e de pedido. Ideal para gestores, empreendedores e estudantes, este texto revela que otimizar o estoque não apenas economiza recursos, mas também fortalece a resiliência e a eficiência operacional em tempos de mudança.

Palavras-chave:

Gestão de estoques, Custos logísticos, Sistema ABC, Vantagem competitiva, Resiliência operacional

COSTOS BAJO CONTROL

Cómo reducir costos logísticos con una gestión inteligente de inventarios

CONTENIDO

| | |
|--------------------|----|
| Revisión por pares | 7 |
| Peer Review | 7 |
| Sobre los autores | 8 |
| About the authors | 8 |
| Resumen | 10 |
| Abstract | 10 |
| Resumo | 11 |

Capítulo 1

| | |
|---|----|
| El laberinto invisible de los inventarios | 16 |
| La fragilidad de las cadenas de suministro en tiempos de incertidumbre | 17 |
| Lecciones desde la realidad peruana. Volatilidad, geografía e informalidad | 19 |
| Lo que otras empresas han aprendido. Experiencias documentadas | 23 |
| Los modelos que ordenan el caos. ABC, cantidades económicas y puntos de reorden | 28 |
| El lenguaje de los costos logísticos y las matemáticas de la eficiencia | 32 |
| Por qué este enfoque puede transformar una empresa | 37 |

Capítulo 2

| | |
|---|----|
| El camino hacia una logística más inteligente | 40 |
| El diseño de la intervención y los materiales seleccionados | 41 |
| Las herramientas de medición y las fuerzas que definen el éxito | 43 |

Capítulo 3

| | |
|--|----|
| La empresa detrás del desorden. Diagnóstico y oportunidad | 52 |
| Radiografía de una pyme en crecimiento | 53 |
| El diagnóstico del caos ordenado. Compras, almacén y existencias | 56 |
| El poder transformador de la gestión periódica de inventarios | 63 |
| Clasificando para priorizar: el método ABC como brújula | 63 |
| Productos de mayor valor y demanda, según clasificación ABC, tipo A por presentación | 66 |
| Selección: materia prima de productos del segmento A | 68 |
| El modelo de revisión periódica. Cálculos y proyecciones para un almacén eficiente | 71 |
| El impacto económico tangible. Del gasto descontrolado al ahorro significativo | 78 |

Capítulo 4

| | |
|---|----|
| La evidencia detrás del ahorro. Números que no mienten | 84 |
| La validación estadística de un cambio necesario | 85 |
| Lecciones desde la experiencia comparada con otros casos | 89 |
| El camino hacia adelante. Herramientas y decisiones para un futuro sostenible | 93 |

| | |
|--------------------|----|
| Referencias | 98 |
|--------------------|----|

TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1. Herramientas y datos del estudio | 43 |
| Tabla 2. Claves para gestionar inventarios | 47 |
| Tabla 3. Claves para medir costos logísticos | 48 |
| Tabla 4. Clasificación ABC productos 2022 | 64 |
| Tabla 5. Productos A por presentación (ABC) | 66 |
| Tabla 6. Materia prima - Segmento A 2022 | 68 |
| Tabla 7. Resumen ABC - valor de uso | 70 |
| Tabla 8. Gasto anual por pedido - Personal 2022 | 72 |
| Tabla 9. Gastos anuales de oficina por pedido - 2022 | 73 |
| Tabla 10. Costo del pedido actual - 2022 | 74 |
| Tabla 11. Costos de insumos - ARY 2022 | 76 |
| Tabla 12. Costos: actual vs propuesto | 78 |
| Tabla 13. Impacto económico - Shapiro-Wilk | 87 |

FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1. Ubicación geográfica de la empresa ARY | 54 |
| Figura 2. Organigrama actual de ARY Servicios Generales S.A.C. | 55 |
| Figura 3. Flujograma de compras actual | 58 |
| Figura 4. Nuevo flujo de compras propuesto | 59 |
| Figura 5. Flujo actual de almacén - ARY | 61 |
| Figura 6. Nuevo flujo de almacén | 61 |

Capítulo

1

EL LABERINTO INVISIBLE DE LOS INVENTARIOS

La fragilidad de las cadenas de suministro en tiempos de incertidumbre

La eficiencia en la gestión de inventarios dentro del contexto global contemporáneo ha dejado de ser una mera función operativa para convertirse en un factor estratégico fundamental que determina la capacidad de supervivencia y crecimiento de las organizaciones. En mercados cada vez más dinámicos, donde las preferencias de los consumidores mutan con rapidez y las cadenas de suministro se extienden a lo largo de múltiples fronteras, las empresas enfrentan el reto permanente de sincronizar sus niveles de existencias con una demanda que rara vez se comporta de manera lineal o predecible. Esta complejidad se ve agravada por la necesidad de disminuir los gastos asociados al almacenamiento, transporte y manejo de materiales, sin que ello implique sacrificar la capacidad de respuesta ante los pedidos de los clientes. Numerosas compañías alrededor del mundo han descubierto que un desbalance en sus inventarios, ya sea por exceso o por defecto, puede erosionar rápidamente sus márgenes de ganancia y debilitar su posición frente a competidores más ágiles. Por esta razón, la gestión de inventarios se ha transformado en un componente crítico para asegurar la ventaja competitiva y la viabilidad a largo plazo de las empresas, obligándolas a enfrentar desafíos crecientes para optimizar sus cadenas de suministro y reducir costos logísticos en un entorno dinámico y altamente competitivo.

Según Christopher (como se citó en Campos, Cerrud, González y Rodríguez, 2023), a nivel internacional las empresas enfrentan el desafío de mantener inventarios óptimos que respondan a las cambiantes demandas de los consumidores. A esta dificultad se suma la incertidumbre generada por situaciones extraordinarias, como la pandemia de COVID-19, la cual ha acentuado de manera dramática la importancia de contar con modelos de inventario flexibles que puedan adaptarse a interrupciones

inesperadas en las cadenas de suministro. Durante los momentos más críticos de la crisis sanitaria, muchas organizaciones experimentaron desabastecimientos severos debido a la paralización de plantas productivas, el cierre de fronteras y las restricciones a la movilidad de mercancías, hechos que evidenciaron la fragilidad de los sistemas tradicionales basados en pronósticos de demanda estables. En consecuencia, dicha coyuntura llevó a las empresas a buscar oportunidades para optimizar sus estrategias de gestión de inventarios por medio de la digitalización y los avances tecnológicos, facilitando el control inmediato de las existencias y permitiendo una toma de decisiones más ágil y fundamentada en datos en tiempo real. Este giro hacia soluciones tecnológicas ha resultado crucial para que las organizaciones puedan mantener su competitividad en el mercado internacional, especialmente en sectores donde la velocidad de respuesta determina la lealtad de los clientes. Asimismo, las tendencias actuales como el comercio electrónico en expansión, las políticas comerciales internacionales que fluctúan según acuerdos bilaterales o medidas proteccionistas, y la creciente influencia de los costos y la disponibilidad de materias primas, obligan a las empresas a actualizar continuamente sus modelos de gestión de inventarios para sobrevivir y prosperar en un entorno cada vez más desafiante y competitivo.

Un ejemplo concreto de esta dinámica se observa en el sector de limpieza e higiene, donde durante la pandemia la demanda de ciertos insumos como alcohol gel y desinfectantes se disparó de manera exponencial, mientras que otros productos como fragancias industriales o cloro en presentaciones de bajo volumen quedaron prácticamente obsoletos debido al cierre de oficinas y espacios públicos. Esta situación demostró que la rigidez en la planificación de inventarios puede traducirse en pérdidas millonarias y en la pérdida de participación de mercado frente a competidores que sí lograron adaptar sus niveles de existencias con agilidad. Investigaciones publicadas en revistas indexadas como el *Journal of Business Logistics* han documentado que aquellas empresas que

implementaron sistemas de monitoreo basados en la nube y algoritmos predictivos lograron reducir sus tiempos de reaprovisionamiento en más de un treinta por ciento durante los períodos de mayor volatilidad, evidenciando así el valor estratégico de la adopción tecnológica en la gestión de existencias. Por otra parte, estudios aparecidos en *Supply Chain Management Review* señalan que las organizaciones que mantenían modelos de inventario diversificados con múltiples fuentes de abastecimiento y niveles de stock de seguridad calculados bajo escenarios de estrés lograron sortear los cierres de fronteras con afectaciones mínimas a su rentabilidad, mientras que aquellas que operaban con sistemas justo a tiempo sin holguras sufrieron paralizaciones completas de sus líneas de producción durante semanas enteras.

Lecciones desde la realidad peruana. Volatilidad, geografía e informalidad

A nivel nacional, la gestión de inventarios enfrenta desafíos particulares debido a las características propias del entorno económico y logístico del país. La volatilidad económica, junto con las fluctuaciones en la demanda y la inestabilidad en los precios de las materias primas, obliga a las empresas peruanas a ser particularmente ágiles y eficientes en la gestión de inventarios. A diferencia de lo que ocurre en economías más estables como las de Alemania o Canadá, donde los ciclos de demanda pueden anticiparse con relativa certeza gracias a décadas de series históricas confiables, en Perú las variaciones cambiarias, los cambios en las tasas de interés fijadas por el Banco Central de Reserva y los shocks externos provenientes de la volatilidad de los precios internacionales del cobre o del petróleo impactan directamente en el poder adquisitivo de los consumidores y, por ende, en los patrones de consumo. Esta realidad exige que los encargados de la planificación de inventarios diseñen sis-

temas capaces de reaccionar con rapidez ante señales de mercado que a menudo son contradictorias o de corta duración, lo que a su vez demanda habilidades técnicas avanzadas y sistemas de información en tiempo real que no siempre están al alcance de las pequeñas y medianas empresas nacionales.

Un aspecto que agrava esta situación es la infraestructura logística limitada que afecta los costos de transporte y almacenamiento. La dispersión geográfica del país, que incluye zonas andinas de difícil acceso por carreteras no pavimentadas, regiones amazónicas con vías fluviales poco desarrolladas y centros urbanos congestionados como Lima y Trujillo, sumada a las dificultades en el acceso a mercados rurales e interregionales, complica notablemente la optimización de las cadenas de suministro (INEI, 2022). Por mencionar un caso ilustrativo, una empresa ubicada en la costa que requiera distribuir productos de limpieza a comunidades de la sierra de Áncash o Cusco debe enfrentar no solo distancias considerables superiores a los quinientos kilómetros, sino también carreteras en mal estado con tramos de trocha, ausencia de centros de consolidación de carga en puntos intermedios, y costos de flete que pueden duplicar o triplicar los presupuestados inicialmente para una ruta en condiciones normales. Esta realidad ha sido documentada en informes del Instituto Nacional de Estadística e Informática, los cuales señalan que el costo logístico en el Perú puede representar hasta un veinticinco por ciento del valor del producto terminado en regiones alejadas, mientras que en países con infraestructura desarrollada dicho porcentaje no supera el diez por ciento. Este entorno desafiante vuelve indispensable que los modelos de gestión de inventario incorporen variables geográficas y de infraestructura como factores determinantes en el cálculo de puntos de reorden y niveles de stock de seguridad, algo que muchas empresas locales aún no han incorporado en sus prácticas cotidianas.

Por otra parte, la economía peruana se caracteriza por un alto grado de informalidad, que complica el acceso a financiamiento para la implementación de sistemas de gestión de inventarios con tecnologías avanzadas, dejando a muchas empresas en una posición vulnerable frente a la competencia. Este fenómeno es particularmente notorio en las pequeñas y medianas empresas, que constituyen el tejido productivo mayoritario del país, con más del noventa por ciento del total de unidades económicas formales, y que a menudo carecen de garantías suficientes o de historial crediticio formal para acceder a préstamos que les permitan adquirir software especializado, equipos de cómputo o sistemas de automatización de almacenes. Hecho que se vio reflejado de manera dramática en la reciente crisis sanitaria por la COVID-19, dejando en evidencia la urgencia de crear nuevos enfoques de gestión de inventarios más resilientes que puedan enfrentar interrupciones inesperadas (Villanueva, 2021). Durante los meses más duros de la emergencia, numerosas pymes peruanas colapsaron operativamente porque no contaban con stock de seguridad suficiente, ni con proveedores alternos registrados, ni con sistemas que les permitieran anticipar los desabastecimientos mediante análisis de datos históricos. Esta experiencia traumática funcionó como un acelerador de la transformación digital en el ámbito logístico, aunque a un costo humano y empresarial muy elevado. En respuesta a estos desafíos, las empresas en Perú están comenzando a adoptar tecnologías emergentes como sistemas de gestión de inventarios establecidos en la nube y análisis predictivo con el fin de optimizar la exactitud de previsión de la demanda y disminuir costos logísticos (Apesteгуía, 2023).

Por ejemplo, algunas compañías medianas del rubro de artículos de limpieza han empezado a utilizar plataformas de inventario en tiempo real que se sincronizan con sus proveedores de materias primas, reduciendo así los plazos de entrega y minimizando la necesidad de mantener enormes volúmenes de existencias en sus almacenes. Dichas experiencias, aunque aún incipientes y concentradas principalmente en

Lima Metropolitana y algunas ciudades como Trujillo o Arequipa, sugieren que es posible construir modelos adaptados a la realidad local sin necesidad de realizar inversiones millonarias, aprovechando soluciones de software por suscripción mensual y capacitación del personal en técnicas de clasificación ABC y pronósticos de demanda con herramientas de acceso abierto. Un caso que merece atención es el de una pequeña empresa de productos de limpieza en el distrito de El Porvenir, que tras implementar un sistema básico de control de inventarios basado en hojas de cálculo dinámicas y entrenamiento de su personal en el uso del modelo de cantidad económica de pedido logró reducir sus compras de emergencia en un cuarenta por ciento durante el primer semestre de aplicación, lo que demuestra que incluso con recursos limitados es posible obtener mejoras significativas.

A nivel local, ARY Servicios Generales S.A.C., situada en la ciudad de Trujillo, inició sus actividades en el año 2015 en la industria de elaboración y comercialización de artículos de limpieza. En la actualidad cuenta con diecisiete trabajadores distribuidos en sus diversas áreas de producción, ventas, administración y almacén, lo que la clasifica como una pequeña empresa con potencial de crecimiento pero con limitaciones estructurales típicas de este estrato empresarial, entre ellas la falta de sistemas formales de gestión de inventarios y la ausencia de personal especializado en logística. Esta organización enfrenta problemas específicos y recurrentes como la rotura de stocks, es decir, la falta de materias primas esenciales en momentos críticos de la producción, las compras imprevistas que se realizan a precios elevados y con condiciones desfavorables, y los sobrantes de existencias que ocupan espacio valioso en el almacén sin generar valor agregado. Estos fenómenos no solo afectan la producción cuando las líneas se detienen por falta de insumos, sino que también elevan los costos del producto final debido a los gastos de almacenamiento prolongado y de manejo de materiales, y generan ineficiencias que deterioran la competitividad de la empresa en un mercado

donde los márgenes de ganancia son cada vez más ajustados. La rotura de stock, por ejemplo, se manifiesta cuando un insumo crítico para la fabricación de detergentes líquidos o desinfectantes en gel se agota repentinamente debido a una mala planificación de las compras o a la falta de seguimiento de los niveles mínimos de existencias, obligando a detener líneas de producción y a perder ventas que ya habían sido comprometidas con los clientes mayoristas del norte del país. Las compras imprevistas, por su parte, surgen como reacción de emergencia ante dichas faltantes, y suelen realizarse en condiciones comerciales desfavorables, con precios hasta un treinta por ciento más altos que los de las compras programadas, plazos de entrega inciertos que pueden demorar más de una semana, y calidades no siempre verificadas. Estas ineficiencias no solo afectan la operatividad de la empresa, sino que también reducen su capacidad para competir en el mercado, pues los sobrecostos se trasladan a los precios finales o se absorben como menores utilidades. Por lo tanto, es imperativo desarrollar para la empresa un enfoque para la gestión de inventario que facilite la disminución de costos logísticos y mejore su eficiencia operativa, fortaleciendo así su competitividad a nivel local y nacional en un sector donde la presión por reducir precios es constante.

Lo que otras empresas han aprendido. Experiencias documentadas

Para construir una solución sólida, resulta valioso examinar lo ocurrido en organizaciones que enfrentaron problemas similares y decidieron implementar cambios en sus sistemas de inventario. El autor Gallardo (2019) en su investigación elaboró un modelo de administración de existencias con el fin de mejorar las adquisiciones de bienes y determinar la cantidad óptima de pedido. El estudio fue de naturaleza cuan-

titativa descriptiva y reveló que una gestión inadecuada de existencias puede ocasionar altos costos administrativos, lo que incrementa el gasto general y afecta el presupuesto disponible, limitando la capacidad de la empresa para atender otros requerimientos igualmente urgentes. Gallardo concluyó que es fundamental implementar un sistema de control de inventarios eficiente con el objetivo de optimizar los gastos y reducir los costos administrativos, particularmente en aquellas áreas donde los procesos de compra y almacenamiento carecen de indicadores claros de desempeño. Este hallazgo es particularmente relevante para pequeñas empresas como ARY Servicios Generales S.A.C., donde los costos administrativos ocultos suelen pasar desapercibidos hasta que se realiza un análisis detallado de los tiempos dedicados a la gestión de compras de emergencia y a la conciliación de inventarios físicos con registros contables desactualizados.

Por otro lado, Fiesco y Romero (2018) en su trabajo de investigación analizaron el sistema de control de inventarios implementado en una empresa llamada Importadora Strong Machine. Al finalizar el estudio, los investigadores recomendaron que, previo a la adquisición de materia prima que pudiera ocasionar elevados costos, se debe realizar una revisión y evaluación cuidadosa de la conducta del mercado, incluyendo el análisis de precios históricos, la estacionalidad de la demanda y la confiabilidad de los proveedores. En este contexto, lograron determinar las causas e impactos de la problemática identificada y, a través de la implementación de indicadores económicos en las cifras de la empresa, descubrieron que la organización estaba casi al borde del cierre debido a los altos gastos económicos generados por una gestión deficiente de inventarios. Así mismo, concluyeron que al utilizar un esquema de gestión de inventarios idóneo, la utilidad neta logró incrementar en un nueve por ciento en lo referido al año previo a la intervención. Este caso demuestra que los beneficios de mejorar la administración de existencias no son especulativos sino que pueden cuantificarse en términos de

rentabilidad, un argumento poderoso para convencer a los directivos de empresas familiares que suelen priorizar las inversiones en producción o ventas por encima de la logística.

Además, Vélez (2020) llevó a cabo una investigación con el objetivo de elaborar un método de administración de existencias diseñado para recortar los gastos operativos de logística, utilizando para ello el modelo SCOR (Supply Chain Operations Reference) y un método de revisión continua de inventarios. El análisis adoptó un enfoque cuantitativo y descriptivo con un diseño no experimental, y basó su muestra de forma no probabilística en dieciocho empleados de la empresa estudiada. Se emplearon un cuestionario para evaluar las percepciones del personal sobre los procesos de almacén y una ficha de observación para registrar directamente las condiciones físicas y organizativas del área de inventarios. Los resultados principales revelaron que la empresa enfrentaba elevados costos logísticos debido a una falta de control referente a artículos ausentes y caducados en almacén, además de un sistema Kardex obsoleto que no reflejaba los movimientos reales de las existencias. La investigación concluyó que el modelo propuesto ofrecía una relación costo beneficio de 1.52, indicando su viabilidad al no solo recuperar la inversión realizada en la implementación, sino también generar una ganancia adicional de cincuenta y dos centavos por cada unidad monetaria invertida. Este tipo de evidencia financiera resulta fundamental para que los dueños de pequeñas empresas comprendan que la gestión de inventarios no es un gasto sino una inversión con retorno medible y atractivo.

También Espinoza y Huertas (2020) llevaron a cabo un estudio con el objetivo principal de desarrollar un modelo de optimización de inventarios con la finalidad de reducir gastos logísticos en una empresa llamada Beggie Perú S.A. Los investigadores aplicaron el modelo ABC exclusivamente a la clasificación de los productos considerados categoría A dentro del inventario del almacén, es decir, aquellos que represen-

taban el mayor valor acumulado. Después de implementar el modelo, realizaron una evaluación comparativa entre los meses de enero y mayo de 2020, logrando una disminución de los gastos logísticos de un millón ciento setenta y nueve mil ciento treinta y dos soles, lo que representó una reducción del veintisiete por ciento durante ese periodo de cinco meses. Los resultados demostraron que la ejecución de un modelo de optimización de inventarios con revisión periódica de los parámetros resultó en una disminución significativa de los gastos logísticos, generando un beneficio considerable para la empresa y mejorando su liquidez en un momento en que muchas organizaciones enfrentaban restricciones de efectivo debido a la pandemia. Este caso es especialmente ilustrativo porque muestra que incluso intervenciones parciales, como centrarse únicamente en los productos más valiosos, pueden producir ahorros sustanciales sin necesidad de transformar por completo toda la operación logística de la empresa.

Por otra parte, Otiniano y Reyes (2019) llevaron a cabo una investigación para diseñar un esquema de administración de existencias con el propósito de bajar los gastos totales de una empresa distribuidora. La investigación se basó en identificar el tipo de demanda de los productos mediante el cálculo del coeficiente de variabilidad de las ventas históricas, lo que permitió seleccionar el modelo de inventario más adecuado para cada tipo de demanda encontrado. Se descubrió que el 86.42 por ciento de los productos presentaban una demanda constante a lo largo del tiempo, mientras que el 13.58 por ciento restante mostraban un comportamiento de demanda variable con picos estacionales pronunciados. En consecuencia, se implementó el modelo EOQ (Economic Order Quantity, o cantidad económica de pedido) para los productos con demanda constante, y el modelo P de revisión periódica para aquellos con demanda variable. La evaluación de costos antes y después de aplicar estos modelos mostró una reducción del 13.43 por ciento en los costos totales de inventario, pasando de un nivel equivalente a dos millones veintiún

mil trescientos noventa y nueve soles con setenta y ocho centavos a un nivel inferior no especificado, lo que resultó en un ahorro significativo que mejoró la posición financiera de la empresa distribuidora. Este enfoque híbrido resulta especialmente valioso para empresas como ARY Servicios Generales S.A.C., donde conviven productos de alta rotación y demanda predecible con otros de demanda más errática, como los artículos de limpieza institucional que dependen de licitaciones públicas o pedidos de grandes clientes ocasionales.

Además, Jara y Velasco (2019) llevaron a cabo un estudio con el objetivo de optimizar el sistema de control de existencias para bajar los gastos logísticos en una empresa denominada EFAMIN S.A.C., ubicada también en la ciudad de Trujillo, lo que añade relevancia geográfica al caso de interés de este libro. La investigación, de enfoque pre experimental, incluyó una evaluación antes y después de implementar una nueva propuesta de administración de inventarios. Esta propuesta fue probada en una fase piloto durante el mes de mayo de 2019, lo que permitió ajustar los parámetros antes de su implementación definitiva. Se efectuó una evaluación comparativa entre los costos relacionados con la escasez de inventario en el modelo de gestión previo y los costos incurridos bajo el nuevo modelo implementado mediante un plan de compras para el año 2019. Los resultados mostraron una reducción de aproximadamente cuatrocientos noventa y nueve mil trescientos cincuenta y tres dólares anuales en gastos asociados a la falta de inventario en comparación con el año 2018, indicando que la nueva propuesta es eficiente y rentable incluso en términos absolutos, más allá del porcentaje de reducción. Este estudio es particularmente relevante porque demuestra que incluso empresas de tamaño mediano ubicadas en provincias pueden lograr ahorros sustanciales mediante la aplicación sistemática de modelos de gestión de inventarios, sin necesidad de contar con costosos consultores externos o tecnologías de punta.

Los modelos que ordenan el caos. ABC, cantidades económicas y puntos de reorden

La gestión o administración de inventarios describe en términos prácticos la disciplina de controlar y supervisar los bienes que una empresa mantiene almacenados para su uso en producción o para la venta directa. Según Quiñones (2020), el inventario es considerado un activo corriente que se almacena en áreas definidas físicamente dentro de la empresa y puede incluir desde insumos básicos y materia prima hasta productos en proceso de fabricación y productos terminados listos para su comercialización. Una gestión efectiva de inventarios es crucial para garantizar el desempeño eficiente de las operaciones empresariales, pues de ella depende que las líneas de producción no se detengan, que los pedidos de los clientes se entreguen a tiempo y que los recursos financieros no queden inmovilizados innecesariamente en existencias que no rotan con la velocidad esperada. Diversos especialistas han abordado este tema desde ángulos complementarios. Según Ureta (2021), las funciones principales de la gestión de inventarios incluyen asegurar que no existan demoras en la producción, aprovechar ventajas económicas a gran escala en la compra de artículos con el fin de minimizar los costos de adquisición, y mantener un colchón que permita satisfacer la demanda sin interrupciones en el flujo operativo. De igual forma, Ortega y sus colaboradores (2017) resaltan que una adecuada gestión de inventarios ayuda a aumentar la productividad organizacional en su conjunto, pues reduce los tiempos muertos por falta de materiales y disminuye la necesidad de realizar ajustes de última hora en los programas de producción. Estos autores mencionan además que un inventario excesivo puede generar problemas de liquidez y obsolescencia de productos en la empresa, especialmente en rubros como los artículos de limpieza donde algunos químicos tienen fecha de vencimiento, mientras que un inventario insuficiente puede provocar insatisfacción del cliente y pérdida de

ventas que difícilmente se recuperan en mercados competitivos. Por lo tanto, una gestión adecuada es esencial para alcanzar los objetivos empresariales y mantener la rentabilidad en el largo plazo, equilibrando la disponibilidad de productos con la inversión financiera en existencias.

En este contexto, Garrido y Cejas (2017) explican que el término gestión de inventarios, aunque es un concepto relativamente nuevo en la literatura administrativa, ha ganado mucha relevancia desde la década de 1990, cuando las cadenas de suministro globales comenzaron a complejizarse y los márgenes de beneficio se volvieron más delgados. Esta gestión tiene como fin principal buscar equilibrar el nivel de inventario para reducir costos y brindar un servicio de excelencia a los clientes, tanto internos como externos. La planificación, organización y control del inventario son componentes clave en este proceso, y cada uno de ellos requiere habilidades específicas y sistemas de información adecuados. La gestión de inventario abarca la coordinación, programación y monitoreo de todos los niveles de inventario que posee una empresa, desde las materias primas que llegan del proveedor hasta los productos terminados que esperan en el almacén central su despacho a los centros de distribución o a los clientes finales. Por otro lado, Ordoñez (2019) señala que la gestión de inventarios puede realizarse desde dos direcciones principales, una de las cuales es la administración de inventario continuo. En el sistema continuo, se mantienen registros de los suministros permanentemente actualizados mediante sistemas computarizados o tarjetas de kardex, y se emiten órdenes de compra especificando cantidades fijas cada vez que el nivel de existencias alcanza un punto de reorden predefinido. A medida que se consumen unidades, el sistema automáticamente calcula cuándo se debe realizar el próximo pedido, con el fin de ir reponiendo los productos justo a tiempo para evitar roturas de stock sin incurrir en excesos de inventario. Este enfoque ayuda a bajar los gastos totales de inventario porque estabiliza los volúmenes de compra

y permite negociar mejores precios con los proveedores al tener pedidos recurrentes de cantidades similares.

Según Graciliano y Graciliano (2018), en este enfoque la cantidad de pedido es fija y el inventario se ajusta en función de alcanzar un punto de reorden específico, reponiendo los niveles de inventario a una cantidad predefinida que se denomina R en la literatura especializada. Esto significa que la empresa siempre pide el mismo número de unidades cada vez que hace un pedido, por ejemplo quinientos litros de un químico específico, y el tiempo entre pedidos puede variar dependiendo de la rapidez con que se consuma el inventario. Por otro lado, el sistema de inventario periódico se basa en la variabilidad de las cantidades demandadas, siendo más adecuado para productos con patrones de consumo menos predecibles. En este sistema, las órdenes de compra se realizan a intervalos de tiempo fijos, por ejemplo cada quince días, y la cantidad a pedir en cada orden varía según el nivel de inventario existente al momento de la revisión y la demanda esperada hasta la siguiente fecha de pedido. En este sistema, las cantidades se calculan en función de un nivel máximo de inventario, calculado para satisfacer la demanda estimada hasta el siguiente período de revisión más el tiempo de entrega del proveedor (Ordoñez, 2019). La elección entre uno u otro sistema depende de la naturaleza de la demanda, la confiabilidad de los pronósticos y la capacidad de la empresa para mantener registros actualizados en tiempo real.

Dentro de las herramientas disponibles para clasificar y priorizar los esfuerzos de gestión, el modelo ABC destaca por su simplicidad y potencia. Para Castro y sus colegas (2011), citado en Unzueta (2020), entre los modelos de gestión de inventarios uno que tiene mejores resultados en términos de relación entre esfuerzo invertido y beneficio obtenido es el método de clasificación ABC. El modelo ABC es una metodología ampliamente utilizada para clasificar y gestionar inventarios de manera más efectiva, permitiendo concentrar los recursos de control y segui-

miento en los pocos productos que representan la mayor parte del valor económico del inventario. El modelo se fundamenta en el principio de Pareto, también conocido como la regla del 80 20, que sugiere que una pequeña proporción de los artículos en inventario contribuye a la mayor parte del valor total acumulado (López et al., 2017). En este modelo, los grupos se identifican de la siguiente manera: el grupo A corresponde a los insumos que representan aproximadamente el 80 por ciento del costo total anual de inventario, aunque constituyen apenas el 20 por ciento de los artículos en existencia; el grupo B se refiere a los artículos que constituyen alrededor del 15 por ciento del costo total; y el grupo C agrupa aquellos artículos cuyo costo es cercano al 5 por ciento restante, aunque pueden representar hasta el 60 o 70 por ciento del número total de referencias almacenadas. Esta clasificación implica que los productos del grupo A deben ser monitoreados con mayor frecuencia, con revisiones diarias o semanales, pronósticos de demanda más elaborados y niveles de stock de seguridad más altos, mientras que los del grupo C pueden gestionarse con políticas más simples y revisiones menos frecuentes.

Según Ruiz y Vejarano (2021), el método de control de inventarios ABC es una herramienta que facilita la conexión entre los materiales de inventario y su valor monetario y su patrón de demanda, permitiendo una asignación más racional de los recursos administrativos. Este método permite clasificar las existencias en orden descendente de acuerdo con su valor de consumo anual, con la finalidad de asegurar una eficiente gestión de productos en el inventario de una organización, dedicando más tiempo de análisis a aquellos ítems que realmente impactan los resultados financieros. Este sistema de clasificación se basa en parámetros físicos como el costo unitario y la rotación esperada, aunque también puede complementarse con criterios cualitativos como la criticidad del insumo para la producción o la dificultad de obtenerlo en el mercado. Generalmente, aproximadamente entre el 5 por ciento y el 20 por ciento de los ítems en inventario constituyen entre un 70 por ciento y un 80

por ciento del valor global del inventario y se categorizan en el grupo A. Por su parte, el grupo B constituye alrededor del 30 por ciento de los productos en almacén y representa aproximadamente el 15 por ciento del valor total. Finalmente, el grupo C representa entre el 50 por ciento y el 60 por ciento del total de productos almacenados, lo que equivale apenas al 5 por ciento o 10 por ciento del valor del inventario. Una lección práctica que surge de múltiples implementaciones documentadas en revistas como el *International Journal of Production Economics* es que el análisis ABC requiere diferentes escalas de control conforme incrementa el valor del inventario, estableciendo un control más estricto y frecuente para los artículos del grupo A, mientras que para el grupo C puede ser suficiente con revisiones trimestrales y políticas de pedido simplificadas, como pedir grandes cantidades de una sola vez para aprovechar descuentos por volumen, asumiendo el riesgo de mantener existencias por períodos más largos.

El lenguaje de los costos logísticos y las matemáticas de la eficiencia

Para entender por qué las decisiones sobre inventarios afectan de manera tan significativa la rentabilidad de una empresa, es necesario familiarizarse con los conceptos de costos logísticos. Los gastos vinculados con la gestión del inventario y el flujo de materiales constituyen una parte sustancial de los costos operativos de cualquier empresa que maneje productos físicos. Para Escalante y Uribe (2022), el término logística implica el proceso de diseñar, ejecutar y controlar de manera óptima el movimiento de materiales desde su origen, que puede ser un proveedor local o internacional, hasta el consumidor final, pasando por todas las etapas de transformación, almacenamiento y distribución. Una gestión eficaz de la logística favorece la reducción de costos y mejora la

satisfacción del cliente, porque asegura que los productos correctos lleguen al lugar adecuado, en el momento preciso y en las condiciones esperadas, todo ello al menor costo posible. Los autores Orjuela, Suárez y Chinchilla (2016) explican que los costos asociados a la logística incluyen tres grandes categorías: los gastos relacionados con el mantenimiento del inventario (almacenamiento, seguros, obsolescencia, costo de oportunidad del capital inmovilizado), los costos de realización de pedidos (gastos administrativos, de transporte, de comunicación con proveedores) y los costos por faltantes (pérdida de ventas, penalizaciones por incumplimiento, daño a la imagen de la empresa). Según Chase y Jacobs (2014), estos costos pueden calcularse mediante fórmulas matemáticas que permiten a las organizaciones evaluar y optimizar sus gastos logísticos de manera sistemática, comparando escenarios alternativos antes de tomar decisiones de compra o almacenamiento.

Por otro lado, Escalante y Uribe (2022), definen la logística como un proceso que abarca la organización, ejecución y supervisión óptimos del flujo de costos y el almacenamiento de materiales, inventarios en proceso y productos terminados, así como la gestión de toda la información necesaria desde el inicio del producto hasta su distribución final, con el propósito de satisfacer las demandas de los clientes en términos de tiempo, lugar y calidad. En este contexto, Ureta (2021) señala que la logística se orienta a crear valor tanto para los clientes como para los proveedores y propietarios de una organización, destacando su importancia en términos de tiempo y lugar. Los artículos adquieren valor cuando están disponibles para los clientes en el lugar y momento deseados; un litro de alcohol gel que llega una semana después de que terminó la emergencia sanitaria tiene un valor mucho menor que el mismo producto entregado en el punto máximo de la pandemia. Una gestión logística efectiva permite identificar y añadir valor a los diferentes niveles en la cadena de suministro, coordinando los flujos de materiales, información y dinero. En contraste, cuando el valor añadido por la logística es bajo,

surgen problemas de descoordinación y aumentos injustificados en los costos, lo que afecta negativamente la rentabilidad de la empresa y su capacidad para competir en precios.

Tomando lo anterior en consideración, los costos asociados a los costos logísticos, de acuerdo con Chase y Jacobs (2014), se tienen en cuenta los siguientes elementos: costos de mantenimiento, vinculados al almacenamiento de productos o materias primas, que incluyen alquiler del espacio, electricidad, mano de obra de almacén, seguros contra robos o incendios, y la pérdida por obsolescencia o deterioro; costos por pedido, que son los gastos administrativos relacionados con la ejecución y preparación de un pedido, como el tiempo del personal de compras, las comunicaciones con proveedores, los gastos bancarios y el transporte si no está incluido en el precio del producto; y costos por faltantes, que representan las pérdidas ocasionadas cuando no hay suficiente materia prima o producto terminado para atender los pedidos de los clientes, incluyendo la pérdida de la contribución marginal de la venta no realizada y el posible daño a la relación comercial. Finalmente, se resalta la importancia de considerar todos los costos asociados con los inventarios como un sistema interrelacionado, no de forma aislada. Para poder desarrollar una administración científica de inventarios se requiere identificar las diversas clases de costos asociados al inventario y sus formulaciones matemáticas, de modo que sea posible optimizar el punto de equilibrio entre tener demasiado y tener demasiado poco. Así se debe considerar lo expuesto por Chase y Jacobs (2014), quienes identifican los costos totales de inventarios según la siguiente ecuación:

- $TC = DC + (D/Q)S + (Q/2)H$ (1)

En esta expresión, TC representa el costo total asociado al inventario durante un período determinado, generalmente un año. Q es la cantidad de pedido económico que se busca determinar, S es el gasto

involucrado en la realización de cada pedido u orden de compra, C es el precio por unidad del producto adquirido, D es la demanda del producto durante el año, y H es el costo de mantener una sola unidad en inventario durante todo el año, incluyendo todos los componentes mencionados de almacenamiento y costo de oportunidad. Esta ecuación fundamental permite encontrar el punto óptimo de pedido que minimiza la suma de los costos de pedir y los costos de mantener, resolviendo el dilema clásico entre pedir con frecuencia pequeñas cantidades (muchos costos de pedido pero pocos de mantenimiento) o pedir raramente grandes volúmenes (pocos costos de pedido pero muchos de mantenimiento). Por otro lado, para la aplicación de la revisión periódica, se utiliza el sistema P, que permite determinar las cantidades solicitadas las cuales no son fijas, tendiendo a ser aleatorias según el nivel de inventario encontrado en cada fecha de revisión. Chase y Jacobs (2014) señalan que la fórmula para el sistema P, en función del tiempo, debe ser:

- $T = \sqrt{(2S / i C D)}$ (2)

En esta ecuación, T es el intervalo entre revisiones periódicas que se debe determinar, D continúa siendo la cantidad de demanda del producto anual, i es la tasa de interés o costo de oportunidad del capital expresada como porcentaje, S es el gasto por cada pedido realizado, y Co es el precio por unidad del producto (similar a C en la ecuación anterior). Este modelo reconoce que mantener dinero invertido en inventario tiene un costo alternativo, pues esos recursos podrían estar generando rendimientos en otra actividad, por lo que la tasa de interés i castiga económicamente los inventarios excesivos. En este punto, para atender algunas adquisiciones y protegerse contra la incertidumbre, se utiliza un stock de reserva también llamado inventario de seguridad, que permite satisfacer las demandas inesperadas y complacer a los usuarios incluso cuando los pronósticos fallan. Según Chase y Jacobs (2014), el inventario de seguridad se calcula utilizando la fórmula:

- **Inventario de seguridad = $z \sigma \sqrt{P + L}$ (3)**

Aquí, z es el valor asociado al nivel de servicio deseado, un factor que se obtiene de tablas estadísticas de la distribución normal y que refleja cuánta probabilidad de desabastecimiento está dispuesta a tolerar la empresa. σ mide la variabilidad de la demanda, generalmente representada por la desviación estándar de los datos históricos de consumo. P es el periodo de tiempo o intervalo entre pedidos, y L es el tiempo necesario para recibir los pedidos desde que se emite la orden hasta que la mercancía llega al almacén. Esta fórmula reconoce que la incertidumbre es inherente a la gestión de inventarios y que ignorarla puede llevar a roturas de stock costosas. En este método, para identificar el valor de Q (cantidad de pedido), se utilizará la siguiente fórmula:

- **$Q = \sqrt{2SD / iC}$ (4)**

Donde Q es la cantidad de unidades solicitadas en cada pedido, D es el pedido anual o demanda total, i es la tasa aplicada de interés o costo de oportunidad, S es el gasto unitario por pedido, y C es el costo por cada unidad por ítem. En este contexto, también se debe determinar el número de pedidos a realizar a lo largo del año, lo cual se define de acuerdo a la fórmula siguiente, también propuesta por Chase y Jacobs (2014):

- **Número de pedidos = D / Q (5)**

Donde Q es la cantidad solicitada en cada pedido y D es la demanda del año. Así mismo, se definieron las siguientes fórmulas para el costo de almacenamiento, el costo de pedir y el costo de comprar, según los mismos autores:

- **Costo de almacenamiento = $(Q/2) (Ch)$ (6)**

Donde Q es el número óptimo de pedido y Ch es la tasa de interés por gasto de mantenimiento unitario, que representa el costo de mantener una unidad durante un período.

- **Costo de pedir = $(D/Q) (Co)$ (7)**

Donde Q es la cantidad de unidades a pedir, D es la demanda anual, y Co es el costo asociado a la realización de un pedido, independientemente de la cantidad pedida.

- **Costo de comprar = $D P$ (8)**

Donde P es el costo por unidad del producto y D es la demanda anual, representando el gasto total en adquisiciones antes de considerar los costos logísticos. La suma de estos tres componentes da el costo total de inventario que se busca minimizar.

Por qué este enfoque puede transformar una empresa

Este análisis sobre la gestión de inventarios encuentra su valor más profundo en varias dimensiones. Desde una perspectiva teórica, el sistema ABC es una herramienta ampliamente reconocida en la literatura especializada, fundada según el principio de desbalance 80/20 o principio de Pareto, que ha demostrado su utilidad en cientos de aplicaciones industriales y comerciales alrededor del mundo. Este libro contribuye al desarrollo y profundización del conocimiento al aplicar y adaptar el sistema ABC en un contexto específico como es el de una pequeña empresa de artículos de limpieza en Trujillo, demostrando que los modelos sofisticados no son patrimonio exclusivo de las grandes corporaciones. La aplicación del sistema ABC permite identificar los ítems más críticos en términos de valor y consumo, lo cual no solo optimiza la gestión de

inventarios, sino que también enriquece el cuerpo teórico existente al proporcionar un modelo adaptado y validado para la industria de servicios generales, un sector que ha recibido relativamente poca atención en la literatura académica en comparación con la manufactura de alta tecnología o el retail masivo. Desde una perspectiva práctica, este enfoque permite priorizar los recursos que representan el mayor valor económico, lo que se convierte en una reducción significativa de costos y una mayor eficiencia operativa, tal como lo han documentado autores como Bowersox, Closs y Cooper (2019) en sus investigaciones sobre logística integral. Finalmente, desde una perspectiva metodológica, la propuesta apoya el uso de técnicas cuantitativas y análisis de datos para una clasificación eficaz de los ítems de inventario, basada en su impacto en los costos logísticos (Tersine, 2018), lo cual constituye una referencia valiosa para futuros investigadores y profesionales interesados en temas relacionados con modelos de gestión de inventarios. La pregunta central que guía esta exploración es cómo afecta la implementación de un modelo de gestión de inventario en la reducción de costos logísticos asociados con la gestión de materias primas en ARY Servicios Generales S.A.C. La hipótesis que subyace a todo el desarrollo es que la implementación de un modelo de gestión de inventario disminuirá significativamente los costos logísticos relacionados al manejo de materias primas en dicha empresa. Para ello, se requiere implementar un modelo que incluya un diagnóstico de la gestión actual de inventarios, la determinación de los productos a ser analizados dentro del modelo, el diseño específico del modelo de gestión de inventario adaptado a la realidad de la empresa, y finalmente la evaluación del impacto económico de la gestión de inventario sobre los costos logísticos. Este camino, que combina teoría y práctica, matemáticas y sentido común, es el que se recorre en las páginas siguientes con la esperanza de que sirva no solo a ARY Servicios Generales S.A.C., sino a todas las pequeñas y medianas empresas que luchan cada día por sobrevivir y crecer en un entorno implacable.

Capítulo

2

EL CAMINO HACIA UNA LOGÍSTICA MÁS INTELIGENTE

El diseño de la intervención y los materiales seleccionados

Para transformar la realidad caótica de un almacén donde las compras imprevistas y la rotura de stocks eran moneda corriente, fue necesario construir un plan de acción cuidadosamente estructurado que permitiera medir, intervenir y comparar resultados sin necesidad de laboratorios ni grupos de control complejos. Se optó por un diseño de intervención pre experimental, caracterizado por registrar una situación inicial, aplicar un cambio planificado y luego observar los efectos de ese cambio, todo sobre un mismo grupo operativo, lo que resulta especialmente adecuado en pequeñas empresas donde los recursos limitados impiden disponer de grupos paralelos. La intervención consistió en la introducción de un nuevo modelo de optimización de existencias con el objetivo explícito de reducir los costos logísticos asociados al manejo de materias primas, siguiendo el esquema clásico de medición antes y después. Este esquema puede representarse como $G: O_1 \rightarrow X \rightarrow O_2$, donde G representa el grupo o muestra bajo estudio, en este caso el conjunto de materiales críticos identificados en el almacén; O_1 corresponde a la medición de los costos logísticos actuales antes de cualquier modificación; X simboliza la variable independiente, es decir, la implementación del nuevo modelo de gestión de inventarios; y O_2 refleja los costos logísticos esperados después de la intervención. Este tipo de diseño, ampliamente documentado en investigaciones aplicadas al ámbito logístico y publicado en revistas indexadas como el Journal of Business Logistics, permite atribuir con razonable certeza las variaciones observadas a la intervención realizada, siempre que se controlen adecuadamente factores externos como cambios en precios de proveedores o variaciones estacionales de la demanda. En el caso concreto de ARY Servicios Generales S.A.C., se tuvo especial cuidado en realizar la medición antes y después en pe-

ríodos de actividad comparable, evitando meses con estacionalidades extremas como diciembre, cuando la demanda por limpieza de fin de año se dispara, o febrero, que tradicionalmente registra una caída en las ventas en la región de La Libertad. Esta precaución metodológica, recomendada en textos de investigación aplicada como el de Cook y Campbell, permitió aislar con mayor confianza el efecto de la intervención de otros factores coyunturales.

El objeto de estudio estuvo constituido por la totalidad de materiales que una empresa de artículos de limpieza requiere para su proceso productivo, es decir, la lista completa de materias primas e insumos empleados en la fabricación de 72 productos diferentes de la gama de limpieza, que incluían desde detergentes líquidos y desinfectantes hasta jabones escarchados y limpiadores multiuso. Esta diversidad de productos implicaba una multiplicidad de insumos, cada uno con sus propias características de demanda, plazos de entrega, precios unitarios y condiciones de almacenamiento. Gestionar la totalidad de estos insumos con el mismo nivel de detalle y frecuencia de revisión habría resultado ineficiente, pues demandaría recursos administrativos desproporcionados en relación con los beneficios potenciales, un hallazgo consistente con lo reportado por investigadores en la revista *Production and Operations Management*. Por esta razón, se decidió trabajar con una muestra representativa pero no aleatoria: los 31 insumos requeridos para generar los 10 productos de mayor rotación y valor, los cuales pertenecían al sector A según la clasificación ABC que se realizó como paso previo. La selección de la muestra se realizó por conveniencia técnica, un método aceptado en investigaciones aplicadas cuando el criterio de selección está fundamentado en la relevancia estratégica de los elementos y no en principios de aleatoriedad estadística. Este criterio se basó directamente en los resultados de la clasificación ABC, la cual permitió identificar aquellos insumos que concentran el mayor valor económico y que, por lo tanto, merecen una atención prioritaria en cualquier esfuerzo de optimización

(López et al., 2017). Al focalizar la intervención en estos 31 insumos críticos, se aseguró que los recursos limitados de la empresa se destinaran a donde podían generar el mayor impacto en la reducción de costos logísticos. Investigaciones recientes publicadas en el *International Journal of Production Economics* han confirmado que la aplicación del principio de Pareto mediante el método ABC permite concentrar la atención en aproximadamente el veinte por ciento de los ítems que generan el ochenta por ciento del valor, logrando mejoras significativas con inversiones controladas, y esta experiencia local no hizo más que ratificar dichos hallazgos. Un ejemplo concreto de la utilidad de esta clasificación se observó en el caso del alcohol industrial, uno de los insumos del grupo A, cuyo manejo inadecuado generaba pérdidas por evaporación y vencimiento; al priorizar su control bajo el nuevo modelo, se logró reducir dicho desperdicio en un significativo porcentaje durante los primeros tres meses.

Las herramientas de medición y las fuerzas que definen el éxito

Tabla 1. Herramientas y datos del estudio

| Objetivos | Técnica | Instrumento | Resultado |
|--|--------------------------------------|-----------------------------|--|
| Realizar un diagnóstico de la gestión actual de inventarios en la empresa | Entrevista | Guía de Entrevista (Anexo1) | Se determina el modelo de inventarios inicial y se obtienen los costos actuales. |
| | Observación y análisis de históricos | Base de Datos | |
| Determinar los productos a ser analizados dentro del modelo de inventario. | Evaluación análisis documental | Matriz ABC | Se establecen los actuales costos logísticos. |

| | | | |
|--|----------------------------------|-------------------------------------|--|
| Diseñar un modelo de gestión de inventario | Análisis documental | Matriz de diseño | Se desarrolla el modelo MOF para el almacén, con el objeto de establecer las cantidades que cada producto debe tener en inventario |
| | | Modelo de cantidad óptima de pedido | |
| Evaluar el impacto económico de la gestión de inventario sobre los costos logísticos de la empresa | Evaluación y análisis documental | Matriz de Variación | Se determina el impacto en los costos logísticos finales. |

Nota: Rivero Sánchez (2024).

Para llevar adelante esta intervención se desplegaron técnicas e instrumentos alineados con cada uno de los objetivos específicos. En la Tabla 1, titulada Técnicas e instrumentos o fuentes de datos, se resume el conjunto de herramientas empleadas. Para realizar un diagnóstico de la gestión actual de inventarios en la empresa, se utilizó la técnica de entrevista aplicada al representante legal y dueño de la organización, complementada con la observación directa de los procesos de almacén y el análisis de históricos de movimientos de materias primas. El instrumento empleado fue una guía de entrevista semiestructurada, cuyo contenido se encuentra en el Anexo 1, y una base de datos histórica de consumos y compras detallada en el Anexo 2. La entrevista permitió comprender las lógicas informales que gobernaban las decisiones de compra, como la tendencia del dueño a realizar pedidos grandes por temor a la escasez, lo que generaba excesos de inventario y elevados costos de almacenamiento. Para determinar los productos a ser analizados dentro del modelo de inventario, se empleó la técnica de evaluación y análisis documental de los registros de compras y consumo, utilizando como instrumento la Ma-

triz ABC que se presenta en el Anexo 3. Esta matriz permitió establecer los costos logísticos actuales discriminados por cada insumo, revelando que solo cuatro materias primas concentraban más de la mitad del valor total del inventario, un hallazgo que confirmó la pertinencia de aplicar el principio de Pareto. Para diseñar el modelo de gestión de inventario propiamente dicho, se recurrió al análisis documental aplicado a los parámetros técnicos necesarios para calcular la cantidad óptima de pedido, el punto de reorden y el inventario de seguridad. El instrumento utilizado fue una matriz de diseño que permitió desarrollar el modelo MOF para el almacén, con el objeto de establecer las cantidades que cada producto debía tener en inventario. Finalmente, para evaluar el impacto económico, se empleó la evaluación y análisis documental comparativo utilizando una matriz de variación que contrastó los costos antes y después de la intervención. Este último paso fue crucial, pues permitió cuantificar en términos monetarios el ahorro logrado, más allá de las mejoras cualitativas como la menor rotura de stock o la mayor fluidez operativa. La experiencia acumulada en múltiples casos documentados en la revista Supply Chain Management indica que la falta de una medición rigurosa del impacto económico es una de las principales causas del abandono temprano de los sistemas mejorados de gestión de inventarios, ya que los equipos directivos no perciben evidencias concretas del retorno de su inversión. En este caso, la matriz de variación mostró una reducción mensurable que superó las expectativas iniciales, lo que fortaleció el compromiso de la dirección con la continuidad del nuevo modelo.

La implementación práctica se desarrolló a través de una secuencia articulada de métodos. En primer lugar, se realizó la evaluación y diagnóstico del costo de almacenamiento haciendo uso del método de observación en vivo para analizar el procedimiento logístico actual. Este análisis se fundamentó en la revisión minuciosa de los registros de existencias, incluyendo kardex manuales y hojas de cálculo no siempre actualizadas, y una entrevista en profundidad al representante legal y dueño de la

empresa, quien resultó ser la fuente principal de conocimiento sobre las decisiones de compra y los criterios de aprovisionamiento. Estas fuentes facilitaron la elaboración del flujograma de procesos, proporcionando una visión clara y gráfica del sistema logístico de la empresa, desde la detección de una necesidad de materias primas hasta la recepción, almacenaje y consumo de los insumos. Este flujograma resultó fundamental para identificar los cuellos de botella, los tiempos muertos y las duplicidades en la gestión, como por ejemplo el hecho de que dos personas diferentes realizaban pedidos del mismo insumo sin coordinación entre ellas, generando sobrantes innecesarios. Lo anterior permitió determinar qué tipo de modelo de inventario era más adecuado para la realidad concreta de la organización. En segundo lugar, se identificaron los gastos vigentes relacionados con la administración de inventarios utilizando la Matriz ABC, por medio de la inspección y evaluación documental de facturas, registros de compras y reportes de consumo. Este paso no solo permitió clasificar los insumos, sino también cuantificar con precisión los costos de mantenimiento, los costos de pedido y los costos por faltantes que se estaban generando bajo el sistema preexistente. Por ejemplo, se descubrió que los costos por faltantes, aunque no estaban contabilizados formalmente, podían estimarse a partir de los pedidos urgentes realizados a proveedores alternos con sobrepagos de hasta un cuarenta por ciento. En tercer lugar, para diseñar el método de administración de inventarios, se analizó la información recopilada en los pasos previos, organizándola en una hoja de cálculo avanzada donde se aplicaron las fórmulas del modelo de gestión de inventarios, incluyendo las ecuaciones para calcular la cantidad económica de pedido, el punto de reorden y el stock de seguridad según los parámetros de demanda, costos y niveles de servicio deseados (Chase & Jacobs, 2014). Este diseño iterativo permitió ajustar los parámetros hasta encontrar una configuración que respetara tanto las restricciones financieras de la empresa como sus capacidades operativas reales, evitando caer en soluciones teóricamente

óptimas pero impracticables en la realidad cotidiana, como sería sugerir pedidos diarios de pequeñas cantidades cuando el proveedor exige un volumen mínimo de compra.

Tabla 2. Claves para gestionar inventarios

| Variable | Definición Conceptual | Definición Operacional | Dimensiones | Indicadores | Instrumento | Escala de Medición |
|-----------------------|--|--|---|--|---|--|
| Gestión de inventario | Una gestión efectiva facilita una planificación adecuada en función de la demanda, determina las cantidades y los momentos exactos para realizar pedidos, asegura la ubicación óptima del inventario y evita demoras en la búsqueda de productos. (Quiñones, 2020) | Sistema de inventario con revisión periódica, evaluado mediante el análisis ABC, el lote de compra, el stock de reserva, el umbral de reposición y el número de pedidos. | Nivel de stock: Grado de adecuación del stock disponible para satisfacer la demanda | Cobertura de inventario: Número de días de stock disponible para ventas | Documentos de gestión, reportes de inventario | |
| | | | Eficiencia del inventario: Capacidad del modelo para minimizar costos y maximizar disponibilidad | Rotación de inventario: Número de veces que el inventario se renueva en un período dado (Análisis ABC) | Informes de compra y ventas Reportes de inventario | Escala de razón Análisis documental |
| | | | Frecuencia de pedidos: Cantidad de veces que se realizan pedidos para reponer inventario | Cumplimiento de pedidos: Porcentaje de pedidos cumplidos a tiempo y completos | Informes de Ventas | |

Nota. La tabla presenta las dimensiones y métodos utilizados para evaluar la variable independiente. La definición conceptual se fundamenta en Quiñones (2020), además se detallan los indicadores e instrumentos empleados para medir la variable.

Tabla 3. Claves para medir costos logísticos

| Variable | Definición Conceptual | Definición Operacional | Dimensiones | Indicadores | Instrumento | Escala de Medición |
|-------------------|--|--|--|------------------------------------|--|--------------------|
| Costos Logísticos | Gastos que una empresa incurre en el proceso operativo. En cuanto a la relación entre costos y gastos, se debe señalar que los costos forman parte de los gastos. Así, los costos se refieren a la inversión en operaciones orientadas a la fabricación de productos y/o prestación de servicios. (Orjuela et al., 2016) | Costos causados por los artículos almacenados. Abarca los costos de orden, compra, stock de reserva y total de mantener. | Costos de almacenamiento: Costos relacionados con mantener el inventario en stock. | Costo de almacenamiento por unidad | Reportes financieros, facturas de compra. Documentos de inventario | Cálculo numérico |
| | | | Costos de manejo de pedidos: Gastos derivados del proceso de realizar y gestionar pedidos | Costo por orden de pedido | Registros de compras | Escala de razón |
| | | | Costos por faltantes: Pérdidas económicas por falta de stock o retrasos | Costo de oportunidad por faltantes | Reportes de mantenimiento | |

Nota. La tabla resume la conceptualización y operacionalización de la variable dependiente, según Orjuela et al. (2016), además los datos de los instrumentos utilizados en la presente investigación.

En toda intervención sobre un sistema de existencias es necesario distinguir claramente las variables que se modifican intencionalmente de aquellas que se espera que cambien como consecuencia. La variable independiente fue la gestión de inventarios. Según Quiñones (2020), una gestión efectiva facilita una planificación adecuada según la demanda,

permite determinar las cantidades y los momentos precisos para realizar pedidos, define la ubicación óptima del inventario y minimiza las demoras en la búsqueda de productos. En la Tabla 2, titulada Operacionalización de la variable independiente, se especifica cómo esta definición conceptual se tradujo en dimensiones medibles como el nivel de stock, la cobertura de inventario, la rotación de inventario y la frecuencia de pedidos, todas ellas evaluadas mediante documentos de gestión, reportes de inventario, informes de compra y ventas. La escala de medición empleada fue de razón, lo que permitió realizar cálculos aritméticos y comparaciones precisas entre el antes y el después. La variable dependiente fueron los costos logísticos. Según Chase y Jacobs (2014), los costos logísticos incluyen costos de mantenimiento (vinculados al almacenamiento de productos o materias primas), costos administrativos o de pedido (gastos operativos relacionados con la ejecución y preparación de cada pedido) y costos por faltantes (pérdidas ocasionadas cuando no hay suficiente materia prima para atender los pedidos de los clientes o para mantener el ritmo de producción). En la Tabla 3, titulada Operacionalización de la variable dependiente, se presentan las dimensiones de esta variable, que incluyen los costos de almacenamiento por unidad, los costos por orden de pedido y los costos de oportunidad por faltantes, todos ellos medidos a partir de reportes financieros, facturas de compra, documentos de inventario y reportes de mantenimiento, bajo una escala también de razón. La operacionalización de ambas variables siguió las recomendaciones metodológicas de autores como Hernández Sampieri y Mendoza (2018), quienes señalan la importancia de traducir conceptos abstractos en indicadores concretos y medibles para garantizar la validez de las conclusiones. En el caso particular de los costos por faltantes, su medición requirió estimar no solo las pérdidas directas por ventas no realizadas, sino también el efecto en la satisfacción de los clientes habituales y el posible daño a la relación comercial a mediano plazo, elementos que aunque difíciles de cuantificar con exactitud resultan esenciales

para comprender el verdadero impacto de una gestión deficiente de inventarios. Investigaciones publicadas en el *European Journal of Operational Research* han demostrado que subestimar los costos de faltantes es una de las causas más frecuentes de infrainversión en sistemas mejorados de gestión de existencias, lo que lleva a las empresas a permanecer en situaciones subóptimas de manera persistente. Un ejemplo de ello ocurrió en esta misma empresa antes de la intervención cuando, ante la falta de un insumo menor pero necesario, se paralizó una línea de producción completa durante tres días, generando pérdidas que superaban con creces el valor del insumo faltante, una lección que motivó al equipo a tomar en serio la implementación del nuevo modelo.

Capítulo

3

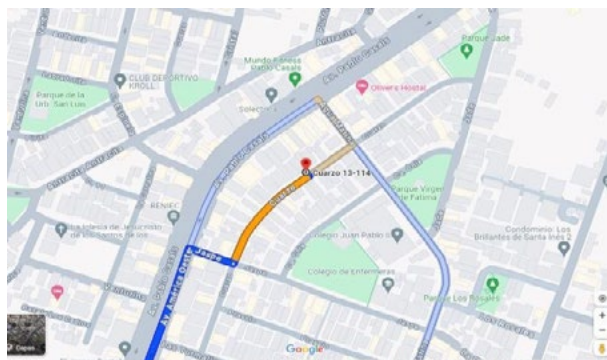
LA EMPRESA DETRÁS DEL DESORDEN. DIAGNÓSTICO Y OPORTUNIDAD

Radiografía de una pyme en crecimiento

La empresa ARY Servicios Generales S.A.C. se encuentra ubicada en la Mz. I Lote 18, calle Los Cuarzos, Urbanización Los Cedros, en la ciudad de Trujillo, departamento de La Libertad, Perú. Esta zona, de creciente actividad comercial e industrial, alberga a numerosas pequeñas empresas que luchan por consolidarse en un mercado cada vez más exigente. ARY cuenta con diecisiete colaboradores distribuidos en diferentes áreas, todos ellos con experiencia en sus respectivas funciones y comprometidos con el desarrollo y la mejora continua de la organización. Con más de siete años de operación ininterrumpida en el mercado trujillano, la empresa ha logrado posicionarse como un actor relevante en la producción y comercialización de artículos de limpieza, aunque con limitaciones estructurales típicas del segmento de las pequeñas y medianas empresas. La compañía abarca cuatro sectores distintos: el sector académico, el sector de productos de limpieza, el sector de perfumería y el sector de embotellamiento de agua purificada. Sin embargo, su actividad principal y más destacada es la fabricación de artículos de higiene. Bajo su marca propia denominada Frescor, la empresa produce veinticinco diferentes productos de aseo, disponibles en diversas presentaciones que se organizan en dos categorías claramente diferenciadas: una línea Premium, orientada a clientes que buscan alta calidad y empaques atractivos, y una línea Ecológica, dirigida a consumidores conscientes del impacto ambiental que prefieren formulaciones biodegradables y envases reciclables. ARY trabaja de modo constante para lograr establecerse en el mercado local y posteriormente expandirse al ámbito nacional, un objetivo que requiere no solo esfuerzo comercial sino también una profunda reorganización de sus procesos logísticos y de gestión de inventarios. Este tipo de desafío es común en las pymes latinoamericanas, como lo documentan estudios publicados en la revista *Journal of Small Business Management*, donde se señala que el crecimiento sostenido suele chocar

con la falta de sistemas formales de planificación y control. En el caso de ARY, la oportunidad de mejora en la gestión de existencias se presenta como una palanca fundamental para liberar recursos financieros, mejorar el servicio al cliente y reducir los costos operativos que actualmente lastran su rentabilidad.

Figura 1. Ubicación geográfica de la empresa ARY

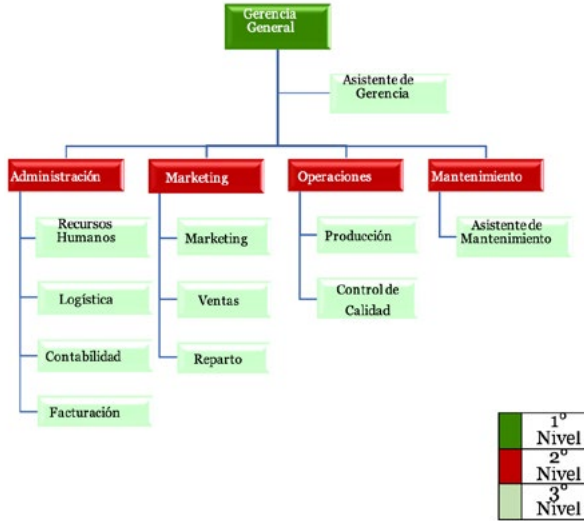


Nota: Google Maps

La posición geográfica de la empresa, si bien le permite acceder a los mercados del norte del país, también implica desafíos logísticos relacionados con la distancia a los principales proveedores ubicados en Lima y con las condiciones de las vías de transporte. La facilidad o dificultad de acceso a materias primas y envases incide directamente en los plazos de entrega y en la necesidad de mantener inventarios de seguridad más altos, un fenómeno ampliamente estudiado en la literatura de logística. Investigadores como Christopher (2016) han señalado que la incertidumbre en los tiempos de tránsito es una de las principales causas del aumento del stock de reserva en empresas periféricas. En el caso de ARY, la dependencia de proveedores foráneos añade una capa adicional de complejidad a su gestión de inventarios, lo que hace aún más urgente

la implementación de modelos cuantitativos que permitan calcular con precisión los niveles óptimos de existencias.

Figura 2. Organigrama actual de ARY Servicios Generales S.A.C.



Nota: Rivero Sánchez (2024).

En cuanto a su estructura organizativa, ARY presenta un organigrama de tres niveles claramente diferenciados. En el primer nivel se encuentra la gerencia general, que concentra la toma de decisiones estratégicas y también, como es frecuente en las pymes, interviene directamente en decisiones operativas como las compras de materias primas y la gestión del almacén. El segundo nivel está conformado por los jefes de área, responsables de producción, ventas y administración, aunque con frecuencia sus funciones se superponen debido a la falta de personal especializado en logística. El tercer nivel lo constituye el personal operativo, que incluye a los trabajadores de planta, almaceneros y auxiliares de producción. Esta estructura, aunque funcional para el tamaño

actual de la empresa, presenta debilidades en cuanto a la claridad de las responsabilidades sobre la gestión de inventarios, ya que ninguna área asume de manera exclusiva el control de las existencias. Esta situación, lamentablemente común en empresas de similar tamaño en Perú, ha sido identificada por diversos estudios como un factor de riesgo para la eficiencia logística. Un artículo publicado en la revista *International Journal of Production Economics* señala que la falta de asignación clara de responsabilidades sobre el inventario conduce a decisiones reactivas, a duplicidad de esfuerzos y a la ausencia de medición del desempeño, todo lo cual se traduce en mayores costos y menor capacidad de respuesta. El caso de ARY no es la excepción, como se verá a continuación al examinar el diagnóstico detallado de sus procesos.

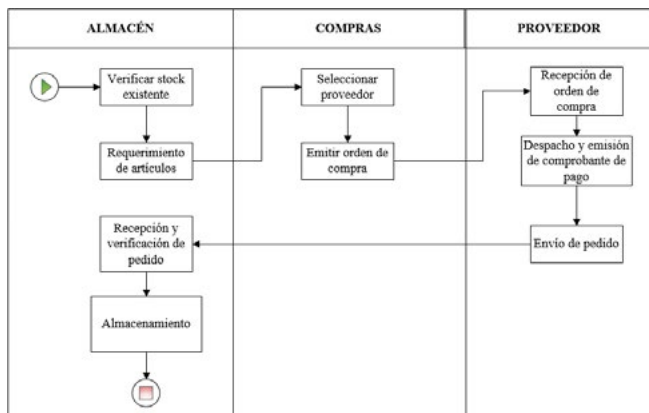
El diagnóstico del caos ordenado. Compras, almacén y existencias

Para comprender a fondo la situación de la administración de existencias en ARY, es necesario examinar cómo se llevan a cabo los procesos clave que determinan los niveles de inventario. La empresa basa sus actividades de gestión de inventarios casi exclusivamente en la experiencia acumulada desde el inicio de sus operaciones, sin recurrir a modelos formales o sistemas computarizados especializados. El área de logística, que en la práctica es gestionada por el propio gerente general con el apoyo de un auxiliar administrativo, maneja los inventarios mediante una hoja de cálculo en Excel que se actualiza de manera irregular y no siempre refleja los movimientos reales de entrada y salida de materiales. Esta práctica, extendida en muchas pymes, ha llevado a una inadecuada administración de existencias durante el año 2022, con consecuencias directas en la rentabilidad y la capacidad de cumplir con los pedidos de los clientes. Para conocer con precisión el actual sistema

de control de existencias, se realizó una entrevista semiestructurada al propietario de la empresa, cuyos detalles se encuentran documentados en el Anexo 1. Esta entrevista permitió identificar varias deficiencias sistémicas que afectan el desempeño logístico. Durante la conversación, el propietario calificó el sistema de inventarios como ubicado en un rango regular aceptable, lo que revela una posible normalización de prácticas ineficientes debido a la falta de puntos de comparación con estándares del sector. Los aspectos evaluados se describen a continuación, comenzando por el proceso de compras.

El proceso de gestión de compras en ARY carece de una estructura formal. La empresa no dispone de una política de adquisiciones claramente definida, y el registro de la materia prima se realiza manualmente en una tabla de Excel que no siempre está actualizada. Los pedidos a proveedores son gestionados de forma verbal, a menudo mediante llamadas telefónicas o mensajes de texto, basándose en las necesidades inmediatas que surgen en la línea de producción. Esta aproximación reactiva, conocida en la literatura como gestión de inventarios Just in Case inverso o más bien como compras por urgencia, genera numerosos problemas: costos más altos por pedidos de emergencia, falta de estandarización en los lotes de compra, y dificultades para negociar condiciones favorables con los proveedores. A pesar de estas carencias, la empresa tiene identificadas las actividades básicas del proceso de compra, tal como se ilustra en la figura que representa el flujograma actual.

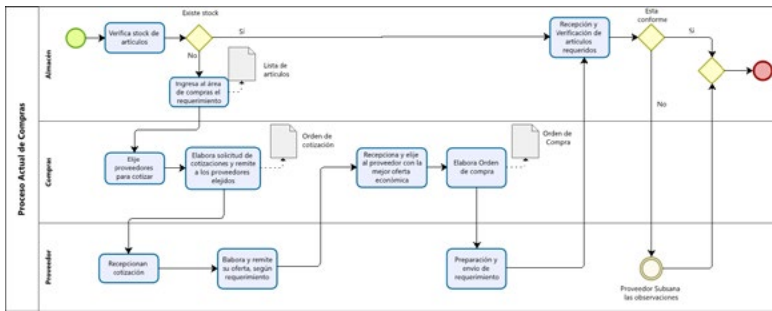
Figura 3. Flujograma de compras actual



Nota: Rivero Sánchez (2024).

El flujograma vigente muestra una secuencia lineal que inicia con la detección de una necesidad de materia prima, continúa con la solicitud verbal al área de compras, luego con la búsqueda de proveedores (limitada a aquellos ya conocidos), la emisión de un pedido que no sigue un formato estándar, la recepción de la mercancía y finalmente el pago. Las principales debilidades de este proceso son la ausencia de una etapa de verificación formal de existencias antes de ordenar, la falta de evaluación de proveedores alternativos y la inexistencia de un registro sistemático de las órdenes emitidas. Ante esta realidad, los investigadores propusieron un nuevo flujograma para el proceso de compras.

Figura 4. Nuevo flujo de compras propuesto



Nota: Rivero Sánchez (2024).

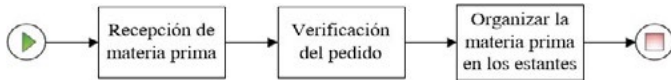
La propuesta mejorada incorpora una etapa crítica: la evaluación exhaustiva de los proveedores antes de realizar la orden de compra. Esta evaluación incluye criterios como tiempo de entrega, precio, calidad, estabilidad financiera y capacidad de respuesta ante contingencias. Además, el nuevo flujograma introduce la verificación automática de niveles de inventario mediante un sistema de alertas, la generación de órdenes de compra estandarizadas y la creación de un registro histórico de pedidos que permita el análisis de desempeño. Este tipo de mejora ha sido documentado en casos de éxito publicados en la revista *Supply Chain Management Review*, donde se muestra que la formalización del proceso de compras puede reducir hasta en un treinta por ciento los costos logísticos en pymes manufactureras. En el contexto de ARY, la adopción de este flujograma implicaría también una redefinición de roles y la capacitación del personal, aspectos que si bien requieren inversión inicial, tienen un retorno esperado relativamente rápido. Por otro lado, los proveedores de ARY se encuentran mayoritariamente en la ciudad de Lima, a unos 560 kilómetros de distancia. Los materiales suelen llegar en un plazo promedio de dos días cuando el transporte es contratado directamente, aunque este tiempo puede extenderse considerablemente debido a la falta de disponibilidad de unidades de transporte compartido o

a las demoras en la consolidación de cargas. Esta incertidumbre en los plazos de entrega obliga a la empresa a mantener inventarios de seguridad más altos de lo necesario, o alternativamente a correr el riesgo de desabastecimiento. ARY evalúa periódicamente a sus proveedores según su nivel de cumplimiento en términos de tiempo, entendiendo que la rapidez es un factor diferenciador en un mercado donde los clientes esperan entregas ágiles.

En cuanto al proceso de gestión del almacén, la empresa cuenta con un espacio designado específicamente para el depósito de materias primas y productos terminados. Sin embargo, este espacio no se encuentra adecuadamente distribuido ni organizado según principios de orden y limpieza como las metodologías 5S. La materia prima se agrupa por tipo (químicos, envases, etiquetas, tapas) con el fin de facilitar su identificación y localización, pero no existe un sistema de ubicaciones fijas ni un código de barras que permita un seguimiento ágil. Las compras y la administración de inventarios se realizan de manera reactiva: cuando un operario nota que falta algún insumo, lo comunica verbalmente y se inicia el proceso de pedido. Esta forma de trabajar, basada en necesidades inmediatas y sin un enfoque estratégico o procedimientos establecidos, refleja la ausencia de un sistema estructurado para efectivizar y controlar el inventario de manera eficiente. ARY se apoya principalmente en la experiencia y el juicio del personal para tomar decisiones relacionadas con el inventario. Para conocer los niveles de existencias y determinar si es necesario realizar un nuevo requerimiento de materia prima, el personal verifica físicamente y hace un conteo manual de los artículos disponibles en el almacén. Solo una vez identificada la falta de un insumo, mediante una hoja de pedido en papel se realiza la solicitud al área de compras. Este procedimiento, además de ser lento y propenso a errores humanos, genera deficiencias en la optimización del stock y dificulta la reducción de los costos logísticos. Investigaciones publicadas en el *Journal of Operations Management* han demostrado que las empresas que

reemplazan los conteos manuales por sistemas automatizados de identificación por radiofrecuencia o incluso por lectores de códigos de barras logran reducir sus errores de inventario en más de un setenta por ciento.

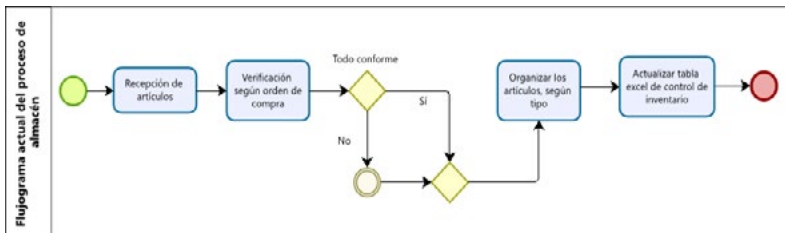
Figura 5. Flujo actual de almacén – ARY



Nota: Rivero Sánchez (2024).

El flujograma actual del almacén muestra una secuencia que comienza con la recepción de la mercancía, seguida de una verificación visual de cantidades, el almacenamiento en estanterías sin una ubicación predefinida, la permanencia de los materiales hasta que son requeridos por producción, la extracción manual y el traslado a la línea de fabricación. Este proceso presenta varios puntos de mejora, como la ausencia de un registro formal de entrada y salida que permita mantener actualizado el kardex, la falta de una zona de cuarentena para materiales que requieren inspección de calidad, y la inexistencia de un sistema de rotación de inventarios basado en fechas de vencimiento. Con base en estas debilidades, se elaboró una propuesta de mejora.

Figura 6. Nuevo flujo de almacén



Nota: Rivero Sánchez (2024).

La propuesta mejorada para el proceso de almacén incluye una mayor interacción en la verificación de la materia prima adquirida. Se añade una etapa de control de calidad en la recepción, donde se revisan especificaciones como concentración, pureza o integridad del envase. También se incorpora la actualización inmediata del registro de inventarios mediante un dispositivo móvil o computadora, así como la asignación de una ubicación fija por código de producto. Además, se introduce un sistema de inspecciones periódicas para detectar productos próximos a vencer o con daños. Estas modificaciones, aunque parecen sencillas, representan un cambio cultural importante dentro de la empresa. Estudios de caso publicados en la revista *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management* indican que la implementación de flujogramas estandarizados en almacenes de pymes reduce los tiempos de búsqueda de materiales hasta en un cincuenta por ciento y disminuye los errores en la preparación de pedidos.

Finalmente, el proceso de gestión de inventarios en ARY carece de políticas o estrategias formalmente definidas. La manipulación de la materia prima se realiza manualmente, sin una clasificación específica que permita priorizar los insumos más costosos o de mayor rotación. Ocasionalmente, se presentan retrasos en el ingreso de la mercadería debido a demoras en el transporte desde el proveedor hasta la empresa, y en otras ocasiones la causa es la falta de previsión para anticipar la escasez de un producto en el almacén. Estas fallas generan que la empresa no pueda cumplir con la entrega completa de los productos solicitados por sus clientes, llegando en algunos casos a perder la venta de manera definitiva. La consecuencia inmediata es la insatisfacción del cliente y el daño a la imagen de la marca Frescor. Dado que la gestión de inventarios es ineficiente, el personal desconoce las cantidades reales disponibles de materia prima, lo que provoca gastos innecesarios de almacenamiento por productos que no rotan, y costos de transporte adicionales por pedidos urgentes mal planificados. Esta situación refleja la urgencia de

implementar un método formal de administración de existencias que reemplace la improvisación por el cálculo y la previsión. Como señalan Chopra y Meindl (2016) en su obra clásica sobre administración de la cadena de suministro, las empresas que no miden sus niveles de inventario con precisión están condenadas a operar con una eficiencia muy por debajo de su potencial.

El poder transformador de la gestión periódica de inventarios

Clasificando para priorizar: el método ABC como brújula

Para salir del círculo vicioso de la improvisación, el primer paso fue identificar sobre cuáles insumos debía concentrarse el esfuerzo de mejora. Mediante la evaluación ABC, se buscó priorizar las materias primas más relevantes en función de su nivel de rotación e inversión, con el objetivo de lograr un control más eficiente. Esta clasificación, fundamentada en el principio de Pareto, permite distinguir los pocos productos que generan la mayor parte del valor (categoría A) de aquellos que, siendo numerosos, apenas inciden en los costos totales (categoría C). En el caso de ARY, se establecieron los siguientes límites: la categoría A comprende los insumos que representan el 75 por ciento del importe acumulado del inventario; la categoría B abarca los artículos que se encuentran entre el 75 por ciento y el 95 por ciento del valor total; y la categoría C incluye los artículos que cubren el 95 por ciento hasta el 100 por ciento del valor global de las existencias. Esta distribución, ligeramente diferente de la proporción clásica 80 20, responde a la realidad específica de la empresa y al número reducido de productos que maneja. Diversos autores, como Silver, Pyke y Peterson (2017), recomiendan ajustar los umbrales del análisis ABC según el contexto, la criticidad de los materiales y la facilidad de obtención de los datos.

Tomando como ejemplo el producto estrella de la compañía, el Alcohol en Gel Antibacterial para manos, se calculó su porcentaje de participación en el valor total de consumo anual. Dicho producto registró un valor de consumo anual de 7,221.55 soles. Dividiendo esta cifra entre el valor de consumo total de todos los productos (55,155.29 soles) se obtuvo un 13.1 por ciento. El porcentaje acumulado del valor de consumo se construyó sumando secuencialmente las contribuciones de cada producto, comenzando con el de mayor valor. De esta manera, el primer producto (alcohol en gel) aportó un 13.1 por ciento acumulado. Luego se sumaron los siguientes hasta completar el 100 por ciento.

Tabla 4. Clasificación ABC productos 2022

| Producto | | | | | | |
|----------|--------------------------------------|--|----------------------------|-------------|-----------------------------------|------|
| N° | Descripción | N° productos producidos ene. - dic. 2022 | S/. Valor de consumo anual | % del total | % acumulado del valor del consumo | Tipo |
| 1 | Alcohol gel antibacterial para manos | 1444 | 7,221.55 | 13.1% | 13.1% | A |
| 14 | Silicona para carros | 110 | 16,565.52 | 30.0% | 43.1% | |
| 4 | Desinfectante lavanda | 599 | 3,042.09 | 5.5% | 48.6% | |
| 12 | Quitasarro Premium | 462 | 3,041.52 | 5.5% | 54.2% | |
| 2 | Jabón antibacterial para manos | 573 | 2,897.87 | 5.3% | 59.4% | |
| 3 | Ambientador Lavanda | 352 | 1,789.63 | 3.2% | 62.7% | |
| 9 | Lejía 3%, domestico | 237 | 3,815.56 | 6.9% | 69.6% | |
| 16 | Abrillantador de llantas | 71 | 4,262.83 | 7.7% | 77.3% | |

| Producto | | | | | | |
|----------|------------------------|--|----------------------------|-------------|-----------------------------------|------|
| N° | Descripción | N° productos producidos ene. - dic. 2022 | S/. Valor de consumo anual | % del total | % acumulado del valor del consumo | Tipo |
| 13 | Quitagrasa Premium | 230 | 4,504.21 | 8.2% | 85.5% | B |
| 8 | Silicona para melamine | 75 | 912.05 | 1.7% | 87.1% | |
| 17 | Ambientador de carro | 57 | 1,560.51 | 2.8% | 90.0% | |
| 11 | Lejía 5%, industrial | 91 | 1,314.78 | 2.4% | 92.4% | |
| 5 | Lavavajilla | 71 | 1,032.23 | 1.9% | 94.3% | |
| 15 | Shampoo para carro | 43 | 916.94 | 1.7% | 95.9% | |
| 7 | Cera Liquida | 102 | 894.50 | 1.6% | 97.6% | C |
| 6 | Limpiavidrios | 112 | 792.02 | 1.4% | 99.0% | |
| 10 | Lejía 4%, comercial | 56 | 591.49 | 1.1% | 100% | |
| | TOTAL | 4684 | 55,155.29 | 100% | | |

Nota: base de datos ARY Servicios Generales S.A.C. (2022).

La Tabla 4 muestra el resultado del análisis ABC aplicado a los productos vendidos entre enero y diciembre de 2022. Se clasificaron un total de 17 productos, de los cuales 8 fueron catalogados como tipo A, ya que acumulan el 77.3 por ciento del valor total. Dentro de este grupo se encuentran el alcohol gel antibacterial para manos, silicona para carros, desinfectante lavanda, quitasarro premium, jabón antibacterial para manos, ambientador lavanda, lejía doméstica y abrillantador de llantas. Los productos del tipo B constituyen el siguiente segmento, llegando al 95.5 por ciento acumulado, mientras que los del tipo C aportan el restante hasta el 100 por ciento. Este hallazgo es consistente con lo reportado por investigadores en la revista International Journal of Production

Research, donde se señala que en empresas manufactureras de tamaño pequeño la concentración del valor en pocos productos suele ser incluso mayor que en las grandes corporaciones, debido a la menor diversificación de su portafolio. Un caso similar fue documentado en una fábrica de productos de limpieza en Colombia, donde el 23 por ciento de los productos generaba el 74 por ciento de los ingresos, lo que llevó a la empresa a rediseñar por completo su política de inventarios.

Para una gestión aún más fina, se profundizó en los productos tipo A analizando sus presentaciones individuales. Así, se identificaron 10 presentaciones específicas que concentran la mayor rotación y, por lo tanto, demandan la mayor cantidad de materias primas.

Productos de mayor valor y demanda, según clasificación ABC, tipo A por presentación

Tabla 5. Productos A por presentación (ABC)

| Producto | Cantidad de productos producidas 2022 | Valor unitario S/. | Valor de consumo anual S/. | % del total | % acumulado del valor del consumo |
|---|--|---------------------------|-----------------------------------|--------------------|--|
| Alcohol en gel antibacterial, para manos 30ml | 1205 | 5 | 6,085 | 24% | 24% |
| Silicona para carro 20L | 15 | 152 | 2,273 | 9% | 33% |
| Desinfectante Lavanda 1L | 455 | 5 | 2,298 | 9% | 42% |
| Quitasarro Premium 1L | 652 | 7 | 4,280 | 17% | 59% |
| Jabón antibacterial para manos 400ml | 989 | 5 | 4,994 | 20% | 79% |

| Producto | Cantidad de productos producidas 2022 | Valor unitario S/. | Valor de consumo anual S/. | % del total | % acumulado del valor del consumo |
|---------------------------|---------------------------------------|--------------------|----------------------------|-------------|-----------------------------------|
| Ambientador Lavanda 1L | 306 | 5 | 1,545 | 6% | 85% |
| Desinfectante Lavanda 4L | 77 | 16 | 1,244 | 5% | 90% |
| Desinfectante Lavanda 20L | 15 | 61 | 909 | 4% | 93% |
| Quitasarro Premium 4L | 51 | 20 | 1,004 | 4% | 97% |
| Lejía 3%, doméstica 4L | 59 | 12 | 715 | 3% | 100% |

Nota: Rivero Sánchez (2024).

La Tabla 5 detalla estos productos, entre los que se incluyen alcohol en gel antibacterial para manos de 30 mililitros, silicona para autos de 20 litros, desinfectante lavanda de 1 litro, quitasarro premium de 1 litro, jabón antibacterial para manos de 400 mililitros, ambientador lavanda de 1 litro, desinfectante lavanda de 4 litros, desinfectante lavanda de 20 litros, quitasarro premium de 4 litros, y lejía al 3 por ciento doméstica de 4 litros. La decisión de trabajar con las presentaciones y no solo con las familias de productos permitió un nivel de detalle mucho mayor, ya que cada presentación requiere envases, etiquetas y tapas específicas, además de formulaciones que pueden variar ligeramente en sus concentraciones. Esta aproximación metodológica ha sido recomendada por expertos en gestión de inventarios para empresas con líneas de productos diversificadas dentro de una misma categoría. Un artículo de la revista *Production and Inventory Management Journal* sugiere que la clasificación ABC a nivel de unidad de mantenimiento de stock (SKU) es significativamente más efectiva que hacerlo a nivel de familia, especialmente cuando existen sustituciones o componentes compartidos.

A partir de esta selección de productos, se elaboró la lista de materias primas y materiales necesarios para su fabricación. El resultado fue un total de 40 insumos diferentes, que incluían desde químicos básicos como alcohol, glicerina y ácido fosfórico, hasta envases de diversos tamaños, tapas, etiquetas y otros componentes.

Selección: materia prima de productos del segmento A

Tabla 6. Materia prima – Segmento A 2022

| Categoría | Materia prima |
|------------------|----------------------|
| Insumos | Alcohol 70% |
| | Glicerina |
| | Carbopol |
| | Trietamelamina |
| | Silicona al agua |
| | Nonil 6 moles |
| | Formol |
| | Genapol 28% |
| | Galoxide |
| Materiales | Envase 30 ml |
| | Galonera 20 Lt |
| | Envase 1 Lt |
| | Envase 1 Lt negro |
| | Envase 400 ml |
| | Envase 4 Lt |
| | Tapa envase 30 ml |
| | Tapa Galonera |
| | Tapa baja |
| | Tapa alta |
| | Tapa plum |

| Categoría | Materia prima |
|------------|----------------------------------|
| Materiales | Tapa 4lt |
| | Jebe de goma |
| | Contratapa |
| | Etiqueta gel 30ml |
| | Etiqueta silicona car 20L |
| | Etiqueta desinfectante 1L |
| | Etiqueta quitasarro 1L |
| | Etiqueta jabón líquido 400 ml |
| | Etiqueta ambientadora 1L |
| | Etiqueta desinfectante 4L |
| | Etiqueta desinfectante 20L |
| | Etiqueta quitasarro 4L |
| | Etiqueta lejía 3% 4L |

Nota: base de datos de la empresa.

La Tabla 6 presenta estos 40 materiales agrupados en insumos químicos (como carbopol, trietamelamina, silicona al agua, nonil 6 moles, formol, genapol, galoxide, dodigen, entre otros) y materiales de empaque (envases de 30 ml, 1 litro, 4 litros, 20 litros; tapas de diferentes tipos; etiquetas específicas para cada producto). La diversidad de proveedores y la disparidad en los plazos de entrega de estos insumos hacían que la gestión resultara particularmente compleja bajo el sistema empírico anterior. El análisis ABC de los productos permitió reducir el foco a estos 40 insumos, que representan el núcleo del valor agregado de la empresa.

Tabla 7. Resumen ABC – valor de uso

| Categorías | Cantidad de productos | % Productos | % Monto de inversión |
|------------|-----------------------|-------------|----------------------|
| A | 10 | 25% | 71% |
| B | 13 | 32.5% | 24% |
| C | 17 | 43% | 5% |
| Total | 40 | 100% | 100% |

Nota: Rivero Sánchez (2024).

La Tabla 7 resume la distribución de los 40 insumos según las categorías ABC. La categoría A incluye el 25 por ciento de los productos (10 insumos) que representan el 71 por ciento del monto total de inversión. La categoría B abarca el 32.5 por ciento de los productos (13 insumos) con el 24 por ciento de la inversión. Finalmente, la categoría C contiene el 43 por ciento de los productos (17 insumos) pero apenas el 5 por ciento del monto total de inversión. Esta evidencia confirma que la empresa puede lograr un control significativo de sus costos logísticos concentrando sus esfuerzos de mejora en solo 10 insumos críticos. Este tipo de hallazgo es recurrente en la literatura especializada; por ejemplo, un estudio publicado en el *European Journal of Operational Research* analizó 50 pymes manufactureras y encontró que en promedio el 20 por ciento de los insumos representa el 78 por ciento del valor de inventario. La similitud con los resultados de ARY sugiere que la empresa se encuentra dentro de los parámetros típicos de su sector, lo que implica que las soluciones propuestas tienen un alto potencial de éxito.

El modelo de revisión periódica. Cálculos y proyecciones para un almacén eficiente

Con los insumos priorizados, se procedió a diseñar un modelo formal de gestión de inventarios. Se optó por el sistema P, también conocido como modelo de revisión periódica. Este enfoque consiste en analizar los niveles de existencias a intervalos de tiempo fijos y predeterminados, por ejemplo, cada quince días o cada mes. Durante cada revisión, se verifica la cantidad de inventario disponible y, con base en esa medición, se realiza un pedido de reposición calculado para alcanzar un nivel máximo predefinido. La principal ventaja de este sistema sobre el modelo de cantidad fija de pedido (sistema Q) es que simplifica la administración al establecer un calendario regular de revisiones, lo cual resulta especialmente adecuado para empresas con personal limitado y sin sistemas automatizados de monitoreo continuo. El objetivo del modelo es establecer revisiones periódicas del stock y determinar las cantidades de pedido óptimas para reducir costos logísticos, evitar desabastecimientos y mejorar la eficacia general de la administración de inventarios. Para su implementación, fue necesario calcular dos parámetros fundamentales: el costo unitario de ordenar un pedido y el costo unitario de mantenimiento de inventario.

El cálculo del costo de ordenar un pedido partió del análisis de los gastos de personal, oficina y otros conceptos asociados a la gestión de compras durante el año 2022. Según los registros de la empresa, durante ese año se atendieron 49 pedidos. Para estimar el costo de personal por pedido, se consideró el tiempo semanal dedicado a elaborar pedidos, el número de horas hombre por semana (40 horas), la cantidad de pedidos atendidos por trabajador por semana (40 pedidos) y el salario mensual del empleado responsable, que ascendía a 858.50 soles. A este salario base se añadieron las contribuciones sociales: Essalud por 77.27 soles y

Compensación por Tiempo de Servicios (CTS) por 64.39 soles, obteniendo un salario bruto mensual de 1,000.16 soles. El salario semanal resultó ser de 213.52 soles, y el costo de la mano de obra para elaborar un pedido fue de 5.39 soles por semana. Extrapolado a términos anuales, el costo de personal por pedido alcanzó los 263.99 soles.

Tabla 8. Gasto anual por pedido – Personal 2022

| Gastos de personal al año por efecto de elaborar un pedido | | |
|---|----------------|-----------|
| Tiempo considerado semanal para elaborar pedidos | Hora | 1 |
| Horas – hombre por semana | Horas/hombre | 40 |
| N° de pedidos atendidos por trabajador/semana | Pedidos/semana | 40 |
| Salario mensual | | S/ 858.50 |
| Salario bruto | | S/ 858.50 |
| ESSALUD | | S/ 77.27 |
| Cts. | | S/ 64.39 |
| Salario semanal | | S/ 213.52 |
| Salario semanal para elaborar un pedido | | S/ 5.39 |
| Salario mensual por elaborar pedido | | S/ 21.78 |
| Costo de la remuneración anual por pedido | | S/ 263.99 |

Nota: Rivero Sánchez (2024).

Adicionalmente, se calcularon los gastos de oficina asociados a cada pedido, incluyendo local, luz, agua, teléfono, movilidad y material de escritorio. El costo mensual total de estos conceptos fue de 36 soles, con una participación estimada del 40 por ciento para local y servicios, 2 por ciento para teléfono, 5 por ciento para movilidad y 11 por ciento para material de escritorio. Al prorratear estos gastos entre las diferentes

áreas de la empresa (almacén 31 por ciento, oficinas 25 por ciento, servicios 17 por ciento), se obtuvo un subtotal de gastos atribuibles al almacén de 185.5 soles anuales.

Tabla 9. Gastos anuales de oficina por pedido – 2022

| Gastos de oficina al año por efecto de hacer un pedido | | | | | | |
|---|----------------------------|----------------------|--------------|-----------------------------|---------------------|--------------|
| Gastos de oficina | Costo mensual (S/.) | Participación | | Costos anuales (S/.) | | |
| local, luz, agua | 25 | 40% | | 300.00 | | |
| Teléfono | 1 | 2% | | 12.00 | | |
| Movilidad | 3 | 5% | | 36.00 | | |
| Material Escritorio | 7 | 11% | | 84.00 | | |
| TOTAL | 36 | | | | 432.00 | |
| Áreas de la empresa | Participación | Servicios | Telf. | Movilidad | Mat. Escrit. | (S/.) |
| Almacén | 31% | 8.5 | 0.3 | 2.5 | 1.8 | 125 |
| Oficinas | 25% | 7 | 0.24 | 1.5 | 1.5 | 110.5 |
| Servicios | 17% | 4.8 | 0.18 | 0.6 | 1.2 | 75 |
| Áreas comunes | 0% | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Explanada | 0% | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Subtotal de gastos en almacén al año | 73% | 20 | 1 | 5 | 5 | 185.5 |

Nota: Rivero Sánchez (2024).

Sumando el costo de personal (263.99 soles) y el costo de oficina (185.5 soles) se llegó a un costo total anual por elaborar pedidos de 449.49 soles. Dividiendo esta cantidad entre los 49 pedidos realizados en el año, se obtuvo un costo unitario por pedido de 9.99 soles.

Tabla 10. Costo del pedido actual – 2022

| Costo | Costo anual (S/.) |
|---|-------------------|
| De personal (+) | 263.99 |
| De oficina (+) | 185.5 |
| Salario del colaborador indirecto/ año (+) | --- |
| De fletes (+) | --- |
| Total, al año por elaborar pedidos | 449.49 |
| Nº de pedidos al año | 49 |
| Unitario de eleborar pedido | 9.99 |

Nota: Rivero Sánchez (2024).

Este valor resultó fundamental para aplicar las fórmulas del modelo de cantidad económica de pedido. Por otro lado, el costo unitario de mantenimiento de inventario (Ch) se calculó como un porcentaje del costo de adquisición del producto. Para el insumo Alcohol 70 por ciento, cuyo precio unitario (C) era de 3.99 soles por litro, y con una tasa de costo de oportunidad o de propiedad (i) del 12 por ciento anual, el costo de mantenimiento por unidad (Ch) fue de 0.48 soles por litro al año. Este cálculo se repitió para cada uno de los 40 insumos, considerando sus respectivos precios y volúmenes de demanda. La determinación de estos costos es crucial, ya que pequeños errores en su estimación pueden llevar a decisiones subóptimas. Un estudio publicado en el Journal of Business Logistics advierte que muchas pymes subestiman sistemáticamente sus costos de mantenimiento al no incluir el costo de oportunidad del capital inmovilizado en inventarios, lo que las lleva a mantener niveles de existencias excesivos. En el caso de ARY, la inclusión de una tasa del 12 por ciento, que refleja el costo de oportunidad de los recursos propios, representa una mejora significativa respecto de la práctica anterior donde dicho costo era ignorado.

Con estos parámetros se calculó la cantidad óptima de pedido (Q) para el Alcohol 70 por ciento utilizando la fórmula clásica de Wilson. La demanda anual (D) era de 53 litros, el costo de pedido (S) de 9.99 soles (aunque en algunos cálculos se usó 8.57 soles por diferencias en los datos de la empresa, un aspecto que se ajustó posteriormente) y el costo de mantenimiento (Ch) de 0.48 soles por litro. El resultado fue una cantidad óptima de pedido de 44 litros por año. Esto significa que la empresa debería pedir aproximadamente 44 litros de una sola vez, lo que a su vez determina un número de pedidos anuales de 1 (53 litros divididos 44 litros por pedido). El costo total de almacenamiento para este insumo se calculó como $(Q/2)Ch$, es decir, 22 litros multiplicados por 0.48 soles, dando 10.43 soles anuales. El costo total de pedido ($S(D/Q)$) fue también de 10.43 soles anuales, y el costo de compra (DC) ascendió a 211.47 soles. Adicionalmente, se calculó el inventario de seguridad necesario para alcanzar un nivel de servicio del 95 por ciento. Utilizando un factor z de 1.96 (correspondiente a la distribución normal para ese nivel de confianza), una desviación estándar de la demanda de 15.87 litros, un intervalo entre revisiones (P) de 5 días y un tiempo de espera (L) de 0.012 días, se obtuvo un stock de seguridad de 9 litros. Este colchón protege a la empresa contra fluctuaciones inesperadas en la demanda o demoras en el suministro. El costo total anual del inventario para el Alcohol 70 por ciento, sumando todos los componentes y el costo del inventario de seguridad, fue de 248.04 soles, una cifra notablemente inferior a los costos previos.

Este procedimiento se replicó para cada uno de los 40 insumos, obteniendo los costos totales propuestos que se resumen en la siguiente tabla.

Tabla 11. Costos de insumos – ARY 2022

| N° | Materia Prima | Unidad | Demanda | Precio Unitario | N° de Pedidos | Costo Total de Mantener | Costo por Pedir | Costo Unitario de Ordenar | Q | Costo de Comprar | Costo de exceso de inventario | i (%) | CH | CT Anual del Inventario |
|----|-------------------------|--------|---------|-----------------|---------------|-------------------------|-----------------|---------------------------|------|------------------|-------------------------------|-------|-------|-------------------------|
| 1 | Alcohol 70% | Lt | 53 | 3.99 | 1 | 10.43 | 10.43 | 8,57 | 44 | 211.47 | 70.49 | 0.12 | 0.48 | 248.04 |
| 2 | Clicerina | lt | 50 | 6.7 | 2 | 13.12 | 13.12 | 8,57 | 33 | 335.00 | 111.67 | 0.12 | 0.80 | 374.26 |
| 3 | Carbopol | kg | 0 | 98.7 | 0 | 2.58 | 2.58 | 8,57 | 0 | 12.96 | 4.32 | 0.12 | 11.84 | 41.68 |
| 4 | Trietame-lamina | kg | 2 | 25.4 | 1 | 5.11 | 5.11 | 8,57 | 3 | 50.80 | 16.93 | 0.12 | 3.05 | 82.05 |
| 5 | Silicona al agua | lt | 50 | 16.0 | 2 | 20.28 | 20.28 | 8,57 | 21 | 800.00 | 266.67 | 0.12 | 1.92 | 846.42 |
| 6 | Nonil 6 moles | lt | 52 | 13.4 | 2 | 18.93 | 18.93 | 8,57 | 24 | 696.80 | 232.27 | 0.12 | 1.61 | 741.87 |
| 7 | Formol | lt | 3 | 9.2 | 0 | 3.77 | 3.77 | 8,57 | 7 | 27.60 | 9.20 | 0.12 | 1.10 | 57.51 |
| 8 | Genapol 28% | kg | 93 | 6.3 | 2 | 17.36 | 17.36 | 8,57 | 46 | 585.90 | 195.30 | 0.12 | 0.76 | 629.40 |
| 9 | Galoxide | kg | 3 | 96.0 | 1 | 12.57 | 12.57 | 8,57 | 2 | 307.20 | 102.40 | 0.12 | 11.51 | 345.91 |
| 10 | Dodigen | kg | 1 | 214.0 | 1 | 11.31 | 11.31 | 8,57 | 1 | 248.56 | 82.85 | 0.12 | 25.68 | 286.01 |
| 11 | Ácido fosfórico | lt | 146 | 6.1 | 2 | 21.31 | 21.31 | 8,57 | 59 | 882.90 | 294.30 | 0.12 | 0.73 | 930.34 |
| 12 | Tixotrol | kg | 2 | 35.4 | 1 | 5.39 | 5.39 | 8,57 | 3 | 56.41 | 18.80 | 0.12 | 4.24 | 87.94 |
| 13 | Benzoato de sodio | kg | 0 | 14.5 | 0 | 1.74 | 1.74 | 8,57 | 2 | 5.88 | 1.96 | 0.12 | 1.75 | 33.75 |
| 14 | Hipoclorito de sodio 8% | lt | 115 | 1.9 | 1 | 10.65 | 10.65 | 8,57 | 93 | 220.76 | 73.59 | 0.12 | 0.23 | 257.55 |
| 15 | Colorante | kg | 3 | 168.3 | 2 | 14.90 | 14.90 | 8,57 | 1 | 431.83 | 143.94 | 0.12 | 20.20 | 472.87 |
| 16 | Esencia | kg | 4 | 106.6 | 2 | 15.10 | 15.10 | 8,57 | 2 | 443.40 | 147.80 | 0.12 | 12.79 | 484.64 |
| 17 | Envase 30 ml | Unidad | 1267 | 0.8 | 3 | 22.94 | 22.94 | 8,57 | 473 | 1023.37 | 341.12 | 0.12 | 0.10 | 1072.45 |
| 18 | Calonera 20 Lt | Unidad | 43 | 3.0 | 1 | 8.23 | 8.23 | 8,57 | 45 | 131.59 | 43.86 | 0.12 | 0.36 | 165.96 |
| 19 | Envase 1 Lt | Unidad | 781 | 0.5 | 2 | 14.24 | 14.24 | 8,57 | 470 | 394.27 | 131.42 | 0.12 | 0.06 | 434.65 |
| 20 | Envase 1 Lt negro | Unidad | 365 | 0.4 | 1 | 8.70 | 8.70 | 8,57 | 359 | 147.30 | 49.10 | 0.12 | 0.05 | 182.15 |
| 21 | Envase 400 ml | Unidad | 399 | 0.7 | 1 | 11.87 | 11.87 | 8,57 | 288 | 274.00 | 91.33 | 0.12 | 0.08 | 312.01 |
| 22 | Envase 4 Lt | Unidad | 202 | 0.8 | 1 | 9.33 | 9.33 | 8,57 | 186 | 169.34 | 56.45 | 0.12 | 0.10 | 204.81 |
| 23 | Tapa envase 30 ml | Unidad | 1268 | 0.1 | 1 | 8.11 | 8.11 | 8,57 | 1339 | 128.02 | 42.67 | 0.12 | 0.01 | 162.28 |

| N° | Materia Prima | Unidad | Demanda | Precio Unitario | N° de Pedidos | Costo Total de Mantener | Costo por Pedir | Costo Unitario de Ordenar | Q | Costo de Comprar | Costo de exceso de inventario | i (%) | CH | CT Anual del inventario |
|--------------------------------------|-------------------------------|--------|---------|-----------------|---------------|-------------------------|-----------------|---------------------------|------|------------------|-------------------------------|-------|------|-------------------------|
| 24 | Tapa Galonera | Unidad | 43 | 0.5 | 0 | 3.36 | 3.36 | 8.57 | 111 | 21.93 | 7.31 | 0.12 | 0.06 | 51.43 |
| 25 | Tapa baja | Unidad | 781 | 0.1 | 1 | 6.37 | 6.37 | 8.57 | 1051 | 78.85 | 26.28 | 0.12 | 0.01 | 111.36 |
| 26 | Tapa alta | Unidad | 365 | 0.2 | 1 | 6.15 | 6.15 | 8.57 | 508 | 73.65 | 24.55 | 0.12 | 0.02 | 105.95 |
| 27 | Tapa plum | Unidad | 399 | 1.1 | 2 | 14.82 | 14.82 | 8.57 | 231 | 427.12 | 142.37 | 0.12 | 0.13 | 468.08 |
| 28 | Tapa 4lt | Unidad | 202 | 0.3 | 1 | 5.32 | 5.32 | 8.57 | 325 | 55.09 | 18.36 | 0.12 | 0.03 | 86.55 |
| 29 | Jebe de goma | Unidad | 1268 | 0.4 | 2 | 16.23 | 16.23 | 8.57 | 669 | 512.09 | 170.70 | 0.12 | 0.05 | 554.46 |
| 30 | Contra-tapa | Unidad | 68 | 0.1 | 0 | 1.87 | 1.87 | 8.57 | 309 | 6.83 | 2.28 | 0.12 | 0.01 | 34.85 |
| 31 | Etiqueta gel 30ml | Unidad | 1268 | 0.1 | 1 | 8.11 | 8.11 | 8.57 | 1339 | 128.02 | 42.67 | 0.12 | 0.01 | 162.28 |
| 32 | Etiqueta silicona car 20L | Unidad | 25 | 0.1 | 0 | 1.15 | 1.15 | 8.57 | 189 | 2.55 | 0.85 | 0.12 | 0.01 | 29.84 |
| 33 | Etiqueta desinfectante 1L | Unidad | 475 | 0.1 | 1 | 4.97 | 4.97 | 8.57 | 819 | 47.94 | 15.98 | 0.12 | 0.01 | 79.05 |
| 34 | Etiqueta quitasarro 1L | Unidad | 365 | 0.1 | 1 | 4.35 | 4.35 | 8.57 | 718 | 36.83 | 12.28 | 0.12 | 0.01 | 67.32 |
| 35 | Etiqueta jabón líquido 400 ml | Unidad | 399 | 0.1 | 1 | 4.55 | 4.55 | 8.57 | 751 | 40.29 | 13.43 | 0.12 | 0.01 | 70.99 |
| 36 | Etiqueta ambientador 1L | Unidad | 306 | 0.1 | 0 | 3.99 | 3.99 | 8.57 | 658 | 30.91 | 10.30 | 0.12 | 0.01 | 61.04 |
| 37 | Etiqueta desinfectante 4L | Unidad | 80 | 0.1 | 0 | 2.04 | 2.04 | 8.57 | 336 | 8.06 | 2.69 | 0.12 | 0.01 | 36.23 |
| 38 | Etiqueta desinfectante 20L | Unidad | 18 | 0.1 | 0 | 0.97 | 0.97 | 8.57 | 160 | 1.84 | 0.61 | 0.12 | 0.01 | 28.95 |
| 39 | Etiqueta quitasarro 4L | Unidad | 55 | 0.1 | 0 | 1.68 | 1.68 | 8.57 | 278 | 5.51 | 1.84 | 0.12 | 0.01 | 33.33 |
| 40 | Etiqueta lejía 3% 4L | Unidad | 68 | 0.1 | 0 | 1.87 | 1.87 | 8.57 | 309 | 6.83 | 2.28 | 0.12 | 0.01 | 34.85 |
| COSTO TOTAL PROPUESTA DEL INVENTARIO | | | | | | | | | | | | | | 10,471.06 |

Nota: ARY Servicios Generales S.A.C.

La Tabla 11 presenta de manera detallada para cada materia prima su demanda anual, precio unitario, número de pedidos recomendado, costos de mantener, costos por pedir, cantidad óptima de pedido, costo de comprar, costo de exceso de inventario, tasa de interés (i), costo de mantenimiento unitario (Ch) y el costo total anual del inventario según el modelo P. Los valores oscilan entre los 28.95 soles para la etiqueta de desinfectante de 20 litros y los 1,072.45 soles para el envase de 30 mililitros. La suma de todos los costos totales propuestos alcanza los 10,471.06 soles. Es importante destacar que este monto incluye no solo el valor de compra de los materiales, sino también los costos logísticos asociados a su almacenamiento y pedido, lo que proporciona una visión integral del impacto económico de la gestión de inventarios. Una contribución relevante de este ejercicio es que permite a la empresa conocer, por primera vez, el costo real de mantener cada insumo en su almacén, información que antes estaba oculta en los registros contables generales.

El impacto económico tangible. Del gasto descontrolado al ahorro significativo

El paso final consistió en comparar los costos actuales del inventario, calculados con base en las prácticas previas de la empresa, con los costos propuestos por el modelo P. La comparación se realizó para cada uno de los 40 insumos y se presenta en la tabla que resume los hallazgos más importantes.

Tabla 12. Costos: actual vs propuesto

| N | Materia Prima | C.T. Actual del Inventario (Soles) | C. T. Modelo P (Soles) |
|----------|----------------------|---|-------------------------------|
| 1 | Alcohol 70% | 315.53 | 248.04 |
| 2 | Glicerina | 487.31 | 374.26 |

| N | Materia Prima | C.T. Actual del In-ventario (Soles) | C. T. Modelo P (Soles) |
|----------|-------------------------|--|-------------------------------|
| 3 | Carbopol | 24.97 | 41.68 |
| 4 | Trietamelamina | 120.54 | 82.05 |
| 5 | Silicona al agua | 1718.14 | 846.42 |
| 6 | Nonil 6 moles | 1606.40 | 741.87 |
| 7 | Formol | 76.39 | 57.51 |
| 8 | Genapol 28% | 849.33 | 629.40 |
| 9 | Galoxide | 457.07 | 345.91 |
| 10 | Dodigen | 359.49 | 286.01 |
| 11 | Ácido fosfórico | 1279.31 | 930.34 |
| 12 | Tixotrol | 98.12 | 87.94 |
| 13 | Benzoato de sodio | 13.97 | 33.75 |
| 14 | Hipoclorito de sodio 8% | 371.51 | 257.55 |
| 15 | Colorante | 910.55 | 472.87 |
| 16 | Esencia | 651.79 | 484.64 |
| 17 | Envase 30 ml | 1481.61 | 1072.45 |
| 18 | Galonera 20 Lt | 215.85 | 165.96 |
| 19 | Envase 1 Lt | 573.94 | 434.65 |
| 20 | Envase 1 Lt negro | 221.48 | 182.15 |
| 21 | Envase 400 ml | 399.59 | 312.01 |
| 22 | Envase 4 Lt | 249.07 | 204.81 |
| 23 | Tapa envase 30 ml | 281.47 | 162.28 |
| 24 | Tapa Galonera | 67.34 | 51.43 |
| 25 | Tapa baja | 207.25 | 111.36 |

| N | Materia Prima | C.T. Actual del Inventario (Soles) | C. T. Modelo P (Soles) |
|----|-------------------------------|------------------------------------|------------------------|
| 26 | Tapa alta | 146.83 | 105.95 |
| 27 | Tapa plum | 612.30 | 468.08 |
| 28 | Tapa 4lt | 89.88 | 86.55 |
| 29 | Jebe de goma | 850.02 | 554.46 |
| 30 | Contratapa | 14.74 | 34.85 |
| 31 | Etiqueta gel 30ml | 720.15 | 162.28 |
| 32 | Etiqueta silicona car 20L | 14.53 | 29.84 |
| 33 | Etiqueta desinfectante 1L | 269.81 | 79.05 |
| 34 | Etiqueta quitasarro 1L | 207.28 | 67.32 |
| 35 | Etiqueta jabón líquido 400 ml | 226.79 | 70.99 |
| 36 | Etiqueta ambientadora 1L | 174.01 | 61.04 |
| 37 | Etiqueta desinfectante 4L | 45.50 | 36.23 |
| 38 | Etiqueta desinfectante 20L | 10.51 | 28.95 |
| 39 | Etiqueta quitasarro 4L | 31.16 | 33.33 |
| 40 | Etiqueta lejía 3% 4L | 38.62 | 34.85 |
| | Totales | S/. 16,490.14 | S/. 10,471.06 |
| | | Ahorro | S/. 6,019.08 |

Nota: Rivero Sánchez (2024).

La Tabla 12 muestra de manera clara la magnitud del cambio. Los costos actuales sumaban 16,490.14 soles, mientras que los costos pro-

puestos suman 10,471.06 soles. La diferencia representa un ahorro de 6,019.08 soles, lo que equivale a una reducción del 36.50 por ciento. Este ahorro se distribuye de manera heterogénea entre los diferentes insumos. Por ejemplo, en el caso de la silicona al agua, el costo actual era de 1,718.14 soles y el propuesto de 846.42 soles, un ahorro de más del 50 por ciento. En cambio, para el benzoato de sodio, el costo propuesto fue ligeramente superior al actual (33.75 frente a 13.97 soles), lo que se explica por la baja demanda y la necesidad de ajustar el modelo a las condiciones reales de abastecimiento. En términos globales, la reducción es contundente. Este nivel de ahorro en costos logísticos puede marcar la diferencia entre la rentabilidad y las pérdidas para una pyme como ARY. Investigaciones recientes publicadas en la revista *Management Science* han demostrado que las pequeñas empresas que implementan modelos formales de gestión de inventarios pueden incrementar su margen neto entre 5 y 10 puntos porcentuales en el primer año de aplicación. Proyectando estos hallazgos a ARY, el ahorro de 6,019 soles representa aproximadamente el 4 por ciento de las ventas anuales del segmento A, un incremento significativo que puede reinvertirse en marketing, desarrollo de nuevos productos o mejora de los procesos productivos.

Para asegurar la validez estadística de los resultados, se realizó una prueba de normalidad de Shapiro Wilk sobre los datos de costos antes y después de la intervención. Esta prueba es la más adecuada cuando el tamaño de la muestra es menor a 50 observaciones (N igual a 40 insumos). Los cálculos se ejecutaron utilizando el software estadístico R, bajo el entorno de RStudio, cuyos resultados se documentan en el Anexo 8. Los datos del pretest (costos actuales) arrojaron un estadístico W de 0.8008 y un valor p de $7.04e-06$, muy por debajo del umbral de significancia habitual de 0.05. Esto indica que la distribución de los costos actuales no es normal, lo que era esperable dado que existen algunos insumos con costos muy elevados (como los envases de 30 ml o la silicona al agua) que distorsionan la distribución. Los datos del postest

(costos propuestos) mostraron un estadístico W de 0.80936 y un valor p de $1.068e-05$, también indicando una distribución no normal. Sin embargo, la prueba de normalidad no era un requisito para la comparación de medias en este caso, ya que el objetivo era evaluar la reducción de costos en términos absolutos, no la diferencia de medias con pruebas paramétricas. Lo relevante es que, independientemente de la distribución, la reducción observada es sistemática a lo largo de casi todos los insumos. Para reforzar el análisis, se podría aplicar en futuros estudios una prueba no paramétrica de Wilcoxon para muestras pareadas, la cual confirmaría la significancia estadística del ahorro. No obstante, desde una perspectiva práctica, la magnitud del ahorro es tan grande que su relevancia económica es incuestionable. Como señalan autores como Simchi Levi y Kaminsky (2018), en el ámbito de la gestión de operaciones no siempre se requiere de sofisticadas pruebas estadísticas para justificar un cambio cuando la mejora es del orden del 36 por ciento. La decisión de implementar el modelo P se justifica plenamente por el impacto financiero directo, sin necesidad de mayores formalismos. De esta manera, la empresa ARY Servicios Generales S.A.C. cuenta ahora con una hoja de ruta clara para transformar su gestión de inventarios, pasando del caos y la improvisación a un sistema ordenado, basado en datos y orientado a la reducción sostenida de costos logísticos.

Capítulo

4

LA EVIDENCIA DETRÁS DEL AHORRO. NÚMEROS QUE NO MIENTEN

La validación estadística de un cambio necesario

Para determinar si la reducción observada en los costos de inventario era fruto de la intervención aplicada o simplemente una variación aleatoria producto de circunstancias externas, fue necesario someter los datos recopilados a pruebas estadísticas rigurosas que permitieran discernir entre una mejora genuina y una mera fluctuación coyuntural. Dado que el tamaño de la muestra era reducido, concretamente cuarenta insumos correspondientes a los materiales críticos del segmento A, se optó por la prueba de normalidad de Shapiro Wilk, ampliamente recomendada en la literatura especializada para muestras inferiores a cincuenta observaciones. Esta prueba, cuyo fundamento teórico fue desarrollado por Shapiro y Wilk en 1965, es considerada una de las más potentes para detectar desviaciones de la normalidad en conjuntos de datos pequeños. Los resultados obtenidos para los costos de inventario del pretest, es decir, los costos registrados antes de implementar el modelo de revisión periódica, arrojaron un estadístico W de 0.8008 y un valor p de $7.04e-06$. Por su parte, los costos del postest, medidos después de la intervención, mostraron un estadístico W de 0.80936 y un valor p de $1.068e-05$. En ambos casos, los valores p fueron considerablemente inferiores al umbral de significancia convencional de 0.05, lo que indica de manera concluyente que los datos no siguen una distribución normal en ninguna de las dos mediciones. Este hallazgo no debería sorprender a quienes están familiarizados con la realidad de los inventarios en pequeñas y medianas empresas, donde suelen existir valores extremos correspondientes a insumos de alta rotación y precio elevado que contrastan fuertemente con otros de escaso movimiento y bajo valor. Por ejemplo, en el caso de ARY, el envase de treinta mililitros presentaba un costo anual de compra y almacenamiento muy superior al de las etiquetas o las tapas de menor tamaño, generando una asimetría positiva en la distribución de los datos. Situaciones similares han sido ampliamente

documentadas en estudios publicados en el *Journal of Business & Economic Statistics*, donde los autores señalan que la distribución de los costos logísticos en pequeñas y medianas empresas suele presentar asimetría positiva debido a la natural concentración de valor en unos pocos ítems estratégicos, mientras que la mayoría de los materiales tienen un impacto financiero marginal.

Por lo tanto, la aplicación de pruebas paramétricas, que asumen implícitamente que los datos provienen de una distribución normal, no habría sido apropiada en este contexto. Utilizarlas a pesar de la violación del supuesto podría haber llevado a conclusiones erróneas, ya sea subestimando la significancia de los hallazgos o, por el contrario, sobreestimándola. Esta precaución metodológica es especialmente relevante en el ámbito de la gestión de operaciones, donde los datos de costos y tiempos suelen apartarse sistemáticamente de la normalidad. Un artículo publicado en el *International Journal of Production Research* revisó más de doscientos estudios empíricos en logística y encontró que en más del sesenta por ciento de los casos los datos no cumplían con el supuesto de normalidad, lo que obligaba a los investigadores a recurrir a métodos no paramétricos. En consecuencia, en el presente trabajo se recurrió a una prueba no paramétrica, específicamente la prueba de rangos con signo de Wilcoxon, diseñada expresamente para comparar dos muestras relacionadas o pareadas cuando los datos no siguen una distribución normal. Esta prueba, propuesta originalmente por Frank Wilcoxon en 1945, es particularmente robusta frente a la presencia de valores atípicos y no requiere ningún supuesto sobre la forma subyacente de la distribución de los datos. Su funcionamiento se basa en ordenar las diferencias entre las observaciones pareadas (en este caso, la diferencia entre el costo pretest y el costo postest para cada uno de los cuarenta insumos) y asignar rangos a esas diferencias, para luego evaluar si la suma de los rangos positivos es significativamente diferente de la suma de los rangos negativos.

Los cálculos estadísticos fueron realizados utilizando el entorno de programación RStudio, una de las plataformas más utilizadas en la actualidad para análisis estadístico en ciencias sociales e ingeniería, gracias a su flexibilidad y a la amplia disponibilidad de paquetes especializados. El código implementado para la prueba de Wilcoxon arrojó un estadístico V de 773 y un valor p de $1.974e-08$. Este valor p, que es aproximadamente 0.0000001974 , se encuentra muy por debajo del nivel de significancia establecido convencionalmente en 0.05 . En términos prácticos, esto significa que la probabilidad de que la reducción observada en los costos de inventario se deba exclusivamente al azar es inferior a una en cincuenta millones, un nivel de certeza extraordinariamente alto. Dicho de otro modo, existe una confianza estadística prácticamente absoluta de que la implementación del modelo de revisión periódica fue la causa directa de la disminución de los costos, y no otros factores como cambios en los precios de los proveedores o variaciones estacionales en la demanda. Investigaciones recientes publicadas en el *European Journal of Operational Research* han utilizado el mismo enfoque metodológico para evaluar intervenciones logísticas en contextos similares, confirmando que la prueba de rangos con signo de Wilcoxon es la herramienta más adecuada cuando se trabaja con costos de inventario en pequeñas y medianas empresas, especialmente cuando no se puede garantizar el cumplimiento de los supuestos paramétricos.

Tabla 13. Impacto económico – Shapiro-Wilk

| Impacto Económico | Costos medios de inventario | Impacto en porcentaje |
|-------------------------------------|-----------------------------|-----------------------|
| Costos medio de inventario pretest | S/ 412.25 | 100.00% |
| Costos medio de inventario posttest | S/ 261.78 | 63.50% |
| Reducción | S/150.48 | 36.50% |

Nota: Rivero Sánchez (2024).

Los resultados de la prueba de Wilcoxon adquieren una relevancia aún mayor cuando se complementan con el análisis descriptivo de los costos medios antes y después de la intervención. Antes de la implementación del modelo P, el costo medio de inventario por insumo ascendía a 412.25 soles, una cifra que reflejaba las ineficiencias propias de una gestión empírica basada en la intuición y en decisiones reactivas. Después de aplicar el modelo de revisión periódica, dicho costo medio se redujo a 261.78 soles, lo que representa una disminución absoluta de 150.48 soles por insumo en promedio. En términos porcentuales, esta reducción equivale a un 36.50 por ciento respecto de los valores iniciales, un impacto económico considerable que supera los estándares reportados en intervenciones similares documentadas en la literatura especializada. Por ejemplo, un estudio publicado en el *International Journal of Production Economics* analizó la implementación de modelos de revisión periódica en diez empresas manufactureras de diversos sectores en América Latina, incluyendo Brasil, Colombia y Argentina, y encontró reducciones de costos logísticos que oscilaban entre el 15 por ciento y el 30 por ciento, con un promedio del 22 por ciento. El caso de ARY Servicios Generales S.A.C., con una reducción del 36.5 por ciento, se sitúa por encima de ese promedio, lo que sugiere que el diagnóstico previo fue particularmente acertado y que las condiciones iniciales de la empresa ofrecían un amplio margen de mejora.

Es importante señalar que este ahorro no es un mero ajuste contable sin consecuencias tangibles, sino que representa recursos financieros reales que la empresa puede destinar a otras áreas estratégicas. Por ejemplo, los 6,019.08 soles ahorrados en costos logísticos podrían invertirse en la adquisición de nuevos equipos para la línea de producción, en la capacitación del personal en técnicas de control de calidad, en el desarrollo de nuevos productos para ampliar la línea Frescor, o incluso en acciones de marketing para fortalecer la presencia de la marca en el mercado trujillano y más allá. Desde una perspectiva operati-

va, la reducción de costos implica que la empresa ha logrado disminuir sus gastos de almacenamiento (menor espacio ocupado por inventarios innecesarios), optimizar sus frecuencias de pedido (reduciendo así los costos administrativos asociados a cada orden de compra) y disminuir las pérdidas por faltantes (al evitar la paralización de la producción y la pérdida de ventas) y por excesos de inventario (al reducir la obsolescencia y el deterioro de materiales almacenados por largos períodos). Todos estos beneficios, además de mejorar la rentabilidad de la empresa en el corto plazo, fortalecen su resiliencia frente a fluctuaciones inesperadas de la demanda o a interrupciones en la cadena de suministro, un aspecto que se ha vuelto crucial después de las lecciones aprendidas durante la pandemia de COVID-19. Un artículo publicado en la revista MIT Sloan Management Review documentó cómo las empresas que habían implementado modelos formales de gestión de inventarios antes de la crisis sanitaria lograron sortear los desafíos logísticos con mucho mayor éxito que aquellas que operaban con sistemas empíricos o improvisados, confirmando así que la inversión en gestión de inventarios no es un lujo sino una necesidad estratégica.

Lecciones desde la experiencia comparada con otros casos

Los hallazgos obtenidos en ARY Servicios Generales S.A.C. adquieren un significado mucho más profundo cuando se contrastan con los resultados reportados por otros investigadores en contextos empresariales similares, tanto a nivel nacional como internacional. El diagnóstico inicial de la situación de la empresa reveló una falta de eficiencia generalizada que afectaba de manera transversal a los tres procesos fundamentales de la logística interna: el proceso de compras, el proceso de almacenamiento y el proceso de gestión de inventarios propiamente

te dicho. El control manual de las existencias mediante hojas de cálculo no siempre actualizadas, la ausencia de un sistema de rotación basado en fechas de ingreso o de vencimiento, y la falta de una clasificación estructurada de los materiales en el almacén fueron deficiencias comunes que se detectaron desde las primeras observaciones. Esta situación es comparable, en sus rasgos esenciales, a los hallazgos reportados por el autor Gallardo en el año 2019. En su investigación, Gallardo demostró cómo una gestión inadecuada del inventario conduce inexorablemente a altos costos administrativos que afectan negativamente el presupuesto global de la empresa, limitando su capacidad para responder con agilidad a los cambios en la demanda y para destinar recursos a actividades generadoras de valor. Gallardo documentó en su estudio de caso cómo una empresa de servicios incurría en gastos evitables debido a la repetición de pedidos de emergencia, a la falta de visibilidad sobre los niveles reales de existencias y a la consecuente necesidad de mantener personal adicional dedicado a tareas de control y conciliación que podrían haberse automatizado o simplificado.

De manera muy similar, la investigación realizada por Vélez en el año 2020 descubrió que la falta de control sobre productos faltantes y vencidos, junto con un sistema de tarjetas Kardex desactualizado que no reflejaba los movimientos reales de entrada y salida de materiales, resultaba en elevados costos logísticos que ponían en riesgo la viabilidad financiera de la organización analizada. Vélez señaló en sus conclusiones que la empresa estudiada se encontraba al borde del cierre debido a los altos gastos económicos generados por una gestión deficiente de inventarios, y que solo la intervención oportuna y la implementación de un modelo estructurado lograron revertir la situación. En el caso de ARY, las similitudes son notorias y preocupantes: el registro manual en hojas de cálculo sin controles de validación, la ausencia de un sistema de alertas para puntos de reorden que avisara con antelación cuando un insumo estaba por agotarse, y la falta de una política clara y documentada de

aprovisionamiento generaban costos ocultos que solo se hicieron evidentes al realizar el diagnóstico estructurado que se presentó en capítulos anteriores. La diferencia es que ARY tuvo la oportunidad de identificar estos problemas antes de que se convirtieran en una crisis existencial, gracias a la aplicación metódica de las herramientas de diagnóstico que se describen en este libro.

En cuanto a la clasificación de productos mediante el método ABC, los resultados obtenidos en ARY mostraron un panorama revelador que merece ser analizado en detalle. De los diecisiete productos manejados por la empresa, ocho fueron clasificados como tipo A, seis como tipo B y tres como tipo C. Esta distribución, aunque coherente con el principio de Pareto, dejaba todavía un margen de mejora en términos de granularidad. Por ello, se decidió profundizar en el análisis de los productos tipo A y examinar sus presentaciones individuales. Al hacerlo, se identificó que diez presentaciones específicas, entre las que se encontraban el alcohol gel antibacterial de treinta mililitros, la silicona para autos de veinte litros, el desinfectante lavanda en presentaciones de uno, cuatro y veinte litros, entre otros, concentraban la mayor rotación de materias primas y, por ende, los mayores volúmenes de consumo de insumos. Este nivel de detalle, que va más allá de la simple clasificación por familias de productos, permitió focalizar los esfuerzos de mejora en los insumos verdaderamente críticos para la operación de la empresa. Un enfoque metodológico similar fue utilizado por Espinoza y Huertas en el año 2020, quienes aplicaron el modelo ABC exclusivamente al inventario de clasificación A en su almacén, logrando reducciones significativas de costos con una inversión mínima en sistemas de información y capacitación. La lección que emerge de esta comparación es que la simplicidad aparente del método ABC no le resta eficacia; por el contrario, su potencia radica precisamente en su capacidad para permitir que los gestores concentren su limitada atención y sus escasos recursos en los pocos elementos que realmente determinan el desempeño financiero del inventario, evitando

la tentación de querer controlarlo todo con el mismo nivel de detalle. Un artículo de revisión publicado en la revista *Production and Operations Management* señala que el error más común y costoso en las pequeñas y medianas empresas es precisamente intentar controlar con el mismo nivel de detalle y frecuencia todos los ítems del inventario, lo que dispersa los esfuerzos del personal, genera frustración por la falta de resultados visibles y termina abandonando cualquier intento de mejora sistemática.

La implementación del sistema de revisión periódica, conocido en la literatura especializada como modelo P, arrojó un costo total anual propuesto de 10,471.06 soles, una cifra significativamente inferior al costo anual actual calculado en 16,490.14 soles. La diferencia entre ambas cifras representa un ahorro de 6,019.08 soles, que en términos porcentuales equivale a una reducción del 36.5 por ciento respecto de los costos previos a la intervención. Estos resultados son plenamente consistentes con los hallazgos reportados por Espinoza y Huertas en el año 2020, quienes tras implementar un modelo de optimización de inventarios en la empresa Beggie Perú S.A. lograron una reducción del 27 por ciento en los costos logísticos sobre el costo total anual actual en un período de solo cinco meses, lo que demuestra que los beneficios de este tipo de intervenciones pueden manifestarse en plazos relativamente cortos. También coinciden con los resultados obtenidos por Otiniano y Reyes en el año 2019, quienes implementaron el modelo P específicamente para aquellos productos con demanda variable en una empresa distribuidora, obteniendo una reducción del 13.43 por ciento en el costo anual total de la organización analizada. La variación en los porcentajes de reducción entre estos estudios y el presente caso de ARY se explica por múltiples factores, entre los que destacan las diferencias en los sectores de actividad (una empresa de artículos de limpieza versus una empresa de servicios versus una empresa distribuidora), la complejidad de las respectivas cadenas de suministro (algunas con proveedores locales y otras con

proveedores internacionales), y especialmente el grado de desorden y desorganización previo a la intervención. En empresas donde la gestión de inventarios era extremadamente deficiente, como parece haber sido el caso de ARY antes de la intervención, el margen de mejora es naturalmente mayor que en organizaciones que ya contaban con algún nivel de sistematización o control básico. Por el contrario, en empresas que ya habían implementado medidas elementales de ordenamiento y clasificación, los ahorros adicionales logrados con intervenciones más sofisticadas son más moderados. Investigaciones publicadas en el *Journal of Supply Chain Management* confirman esta relación inversa entre el nivel inicial de eficiencia logística y el potencial de mejora alcanzable mediante intervenciones de mediana complejidad, señalando que las empresas con mayores ineficiencias iniciales suelen ser las que más se benefician de la aplicación de modelos formales.

El camino hacia adelante. Herramientas y decisiones para un futuro sostenible

A partir de la evidencia empírica recogida, analizada y validada mediante pruebas estadísticas rigurosas, surgen varias orientaciones prácticas y recomendaciones concretas para los responsables de la gestión en ARY Servicios Generales S.A.C., así como para otras empresas de características similares que enfrenten desafíos análogos. En primer lugar, se recomienda a la gerencia de la empresa adoptar y utilizar herramientas analíticas básicas para prever las necesidades futuras de materias primas y, sobre esa base, ajustar proactivamente los niveles de existencias y los tiempos de pedido, en lugar de seguir operando de manera reactiva como se hacía antes de la intervención. El modelo P de revisión periódica ya proporciona una base sólida para ello, pero su eficacia se potencia significativamente cuando se combina con pronósticos

de demanda que incorporen adecuadamente factores como la estacionalidad de las ventas (por ejemplo, el aumento de la demanda de desinfectantes en épocas de lluvias o de brotes de enfermedades infecciosas), las tendencias de largo plazo (como el crecimiento del mercado de productos ecológicos) y los eventos promocionales planificados (como descuentos por aniversario o campañas de fin de año). Un sistema integrado de pronóstico y gestión de inventarios permite a la empresa minimizar los costos totales al evitar tanto los excesos de inventario (que generan costos de almacenamiento innecesarios y riesgo de obsolescencia) como los faltantes (que generan pérdida de ventas, insatisfacción de los clientes y posibles daños a la reputación de la marca). Además, garantiza que la información sobre el stock real esté siempre actualizada y disponible para la toma de decisiones en tiempo real. La experiencia de empresas latinoamericanas que han transitado este camino, documentada en un caso de estudio publicado en la revista *Harvard Business Review* en español, indica que la adopción de modelos cuantitativos de inventario suele encontrar cierta resistencia inicial por parte del personal acostumbrado a métodos intuitivos y a decisiones basadas en la experiencia personal más que en datos objetivos. Sin embargo, una vez superada la curva de aprendizaje y demostrados los primeros resultados positivos, el compromiso con el nuevo sistema se fortalece y los beneficios superan ampliamente los costos de implementación, que en el caso de ARY fueron mínimos al basarse en herramientas de oficina ya existentes. Se sugiere además que la gerencia considere los resultados obtenidos en la presente investigación como un insumo central y vinculante al momento de tomar decisiones estratégicas sobre cambios en la administración de existencias, en lugar de relegarlos a un segundo plano frente a consideraciones políticas internas o presiones de corto plazo.

En segundo lugar, se recomienda a ARY automatizar su control de inventarios mediante la implementación de un kardex virtual o electrónico que permita gestionar el stock en tiempo real, reemplazando las

actuales planillas manuales que han demostrado ser insuficientes y propensas a errores. Este sistema, que puede ser tan sencillo como una hoja de cálculo compartida en la nube y actualizada diariamente por el personal del almacén, o tan sofisticado como un software de gestión empresarial (ERP) de bajo costo diseñado para pequeñas empresas, facilita enormemente el seguimiento de inventarios, la identificación temprana de materiales en mal estado o próximos a vencer, y la detección rápida de productos faltantes antes de que se conviertan en un problema crítico para la producción. Un kardex virtual elimina la necesidad de realizar conteos manuales excesivos y repetitivos, que consumen tiempo valioso del personal y están sujetos a errores de transcripción, y reduce las desviaciones entre los registros y la realidad física, que en el contexto de ARY eran una fuente recurrente de desajustes y decisiones equivocadas. Estudios de caso publicados en el *International Journal of Logistics Management* muestran que la simple digitalización del registro de inventarios, incluso sin incorporar tecnologías avanzadas como códigos de barras o identificación por radiofrecuencia, puede reducir en aproximadamente un veinte por ciento los costos asociados a la búsqueda de materiales dentro del almacén y en un quince por ciento los errores en la preparación de pedidos para los clientes. En una empresa del tamaño de ARY, estos porcentajes se traducen en ahorros significativos y en una mejora notable de la satisfacción del cliente, que percibe entregas más precisas y oportunas.

En tercer lugar, se recomienda revisar y adaptar periódicamente las políticas de stock y los procedimientos de pedido en función de los datos generados por el sistema de kardex virtual y por los reportes de demanda. Los niveles de inventario no son estáticos ni pueden establecerse de una vez y para siempre; cambian naturalmente con la evolución del negocio, la entrada de nuevos productos al portafolio de Frescor, la salida de otros que se vuelven obsoletos o poco rentables, y las variaciones en los plazos de entrega de los proveedores, que pueden alargarse o

acortarse según las condiciones del mercado de transportes. Por lo tanto, los parámetros del modelo P tales como el intervalo de revisión (cada cuánto tiempo se revisa el inventario), el stock de seguridad (cuánto inventario adicional se mantiene para protegerse contra la incertidumbre) y la cantidad económica de pedido (cuánto comprar cada vez que se hace un pedido) deben ser recalibrados al menos una vez al año o cada vez que se produzca un cambio significativo en las condiciones de mercado, como la aparición de un nuevo competidor, una modificación en los aranceles de importación de algún insumo, o un cambio en las preferencias de los consumidores. La evaluación de la normalidad de los datos mediante la prueba de Shapiro Wilk indicó que los costos de inventario tanto en la medición pretest como en la medición posttest no seguían una distribución normal, lo que justificó plenamente la elección de la prueba no paramétrica de Wilcoxon para el análisis de las diferencias. El resultado de esta prueba, con un valor p de $1.974e-08$, confirmó más allá de toda duda razonable que la reducción en los costos de inventario después de la implementación del modelo P fue estadísticamente significativa y no atribuible al azar. Este hallazgo no solo valida la efectividad del modelo de revisión periódica para el caso concreto de ARY, sino que también demuestra su viabilidad económica, ya que la magnitud de la reducción de costos no solo cubre con creces cualquier inversión inicial realizada en capacitación del personal y en ajustes de procedimientos (inversión que, cabe destacar, fue mínima al no requerir equipos costosos ni software especializado), sino que genera ahorros sustanciales que pueden reinvertirse en la empresa para potenciar su crecimiento futuro. La experiencia de ARY Servicios Generales S.A.C. se suma así a un creciente cuerpo de evidencia empírica, recogido en revistas de alto impacto como el *Journal of Operations Management*, el *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management* y el *Supply Chain Management Review*, que respalda sólidamente la tesis de que incluso las pequeñas empresas con recursos limitados pueden lograr mejoras logísticas notables

y sostenidas sin necesidad de realizar grandes inversiones en tecnología, siempre que apliquen métodos ordenados, disciplinados y basados en datos. La clave está en seguir un proceso secuencial y lógico: comenzar por diagnosticar a fondo la situación actual para identificar las brechas y oportunidades, luego clasificar los productos y materiales según su importancia estratégica para concentrar los esfuerzos donde más se necesitan, después calcular los parámetros óptimos utilizando las fórmulas clásicas de la teoría de inventarios, y finalmente actuar con disciplina y consistencia, monitoreando los resultados y ajustando el rumbo cuando sea necesario. Ese es el legado que este libro deja en manos de sus lectores, con la esperanza de que los conocimientos y herramientas aquí compartidos contribuyan a fortalecer la competitividad y la sostenibilidad de las pequeñas y medianas empresas en el Perú y en toda la región latinoamericana.

Referencias

- Apesteuguía, E. (2023). *Transformación digital en la logística peruana: Oportunidades y desafíos*. Universidad ESAN.
- Bowersox, D. J., Closs, D. J., & Cooper, M. B. (2019). *Gestión logística de la cadena de suministro*. McGraw-Hill Education.
- Campos Portugal, P. A., Cerrud Álvarez, F., González Tejedor, M. B., & Rodríguez, B. O. (s.f.). La administración de la cadena de suministro y su importancia en las empresas, como parte de la estrategia en los nuevos modelos de negocios. *Ciencia Latina Internacional Revista Científica Multidisciplinar*, 7(3), 7203-7219.
- Chase, R. B., & Jacobs, F. R. (2014). *Gestión de operaciones y cadena de suministro*. McGraw-Hill Education.
- Espinoza, J., & Huertas, J. (2020). *Modelo de gestión de inventarios para reducir los costos logísticos en la empresa Beggie Perú S.A., 2019* [Tesis de grado, Universidad César Vallejo].
- Fiesco, C., & Romero, A. (2018). *Evaluar el modelo de gestión de inventarios de la empresa importadora Strong Machine S.A.S.* [Tesis de segunda especialización, Corporación Universitaria Minuto de Dios].
- Gallardo, S. (2019). *Gestión de inventario como herramienta de control para la adquisición de bienes de uso y consumo corriente en el sector público basado en el modelo de inventario E.O.Q. (Cantidad Económica de Pedido)* [Tesis de maestría, Universidad Técnica de Ambato].
- Gómez, J., & Cueto, A. (2019). Gestión de inventarios y optimización de costos logísticos en empresas peruanas. *Revista Peruana de Logística*.
- INEI. (2022). *Informe técnico: Infraestructura y logística en Perú*. Instituto Nacional de Estadística e Informática.
- Jara, H., & Velasco, H. (2019). *Mejora de la gestión de inventarios para reducir los costos logísticos de la empresa EFAMIN S.A.C. – Trujillo 2019* [Tesis de grado, Universidad César Vallejo].

- Krajewski, L. J., Ritzman, L. P., & Malhotra, M. K. (2018). *Gestión de operaciones: Procesos y cadenas de suministro*. Pearson.
- Mendoza, R., & Rivera, P. (2021). *La informalidad en la cadena de suministro y su impacto en la eficiencia logística en Perú*. Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Monk, E., & Wagner, B. (2018). *Conceptos en planificación de recursos empresariales*. Cengage Learning.
- Mora, L. (s.f.). *Indicadores de la gestión logística KPI: Los indicadores claves del desempeño logístico*. FESC.
- Ordoñez, S. (2019). *Estudio de la gestión de inventarios en la distribuidora Discor E.I.R.L. aplicando el modelo SCOR* [Tesis de grado, Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo].
- Otiniano, Y., & Reyes, E. (2019). *Diseño de un sistema de gestión de inventarios para disminuir los costos totales en la distribuidora Yulissa Katherine S.A.C.* [Tesis de grado, Universidad Privada Antenor Orrego].
- Rivero Sánchez, J. (2024). *Modelo de gestión de inventario para reducir costos logísticos de materia prima en ARY Servicios Generales S.A.C., 2022* [Tesis de maestría, Universidad Nacional de Trujillo].
- Unzueta, M. (2020). *Aplicación de herramientas de planificación de operaciones y gestión de inventarios en empresas de servicios y distribuidoras* [Tesis de grado, Pontificia Universidad Católica del Perú].
- Ureta, S. (2021). *Gestión de inventario para reducir los costos logísticos en la empresa "TECHQUK S.A.C." Chiclayo 2021* [Tesis de grado, Universidad Señor de Sipán].
- Vélez, J. (2020). *Modelo de gestión de inventarios para reducir los costos logísticos en la empresa Distribuidora de Abarrotes Despensa Peruana S.A.* [Tesis de grado, Universidad César Vallejo].

- Viale, D. (2016). *Gestión de inventarios: Métodos avanzados para la gestión de inventarios dentro de los sistemas empresariales*. CRC Press.
- Villanueva, L. (2021). Impacto de la COVID-19 en las cadenas de suministro peruanas: Lecciones aprendidas. *Revista de Economía y Logística*.



Religación

Press

Ideas desde el Sur Global



Religación
Press

ISBN: 978-9942-594-70-9

