



**Propuesta de automatización del almacén de tránsito de la
Empresa de Mensajería y Cambio Internacional**
*Warehouse automation at International Courier and Exchange
Company*

Abel Gorguis-Rivero^{1, *} <http://orcid.org/0000-0001-8944-0974>
Tatiana Delgado-Fernández² <http://orcid.org/0000-0002-4323-9674>
Igor Lopes-Martínez² <http://orcid.org/0000-0002-1249-8833>

¹ Hotel Paseo del Prado. *La Habana. Cuba*

² Universidad Tecnológica de La Habana José Antonio Echeverría. *La Habana, Cuba*

*Autor para la correspondencia: abelgorguisrivero@gmail.com

RESUMEN

La optimización de las actividades en la cadena de suministro ocupa significativa importancia para los operadores logísticos. Uno de los eslabones de esta cadena es el almacén. Por lo que se observó, a través de entrevistas a empleados y directivos de la planta de clasificación de la EMCI, el funcionamiento del almacén temporal en la misma tiene una incidencia en los atrasos de entrega de paquetería al cliente final, por lo que el objetivo de este trabajo es determinar las principales irregularidades y proveer soluciones de automatización que ayuden a mejorar su funcionamiento. Se propone un plan de acciones a seguir por la entidad lo que permitirá dar pasos significativos de mejora con respecto al funcionamiento actual.

Palabras Clave: almacén; sistemas de automatización de almacenes; transelevadores; logística.

ABSTRACT

The optimization of activities in the supply chain occupies significant importance for logistics operators. One of the links in this supply chain is the warehouse. From what was observed, through interviews with employees and managers of the Sorting Plant, the operation of its temporary warehouse impacts parcel delivery delays to the final customer. So, this work aims to determine the central irregularities and provide automation solutions that help improve its operation. An action plan is

proposed to be followed by the entity, which will allow significant improvement steps concerning the current process.

Keywords: *warehouse; warehouse automation systems; transelevators; logistics.*

Recibido: 4/01/2022

Aprobado: 13/01/2023

Introducción

La cadena de suministro se ha convertido en un concepto fundamental para que las empresas mejoren las relaciones con los clientes y proveedores, y alcancen una ventaja competitiva. La cadena de suministro propone la integración y coordinación de las actividades y procesos internos de la empresa con los procesos externos, para alcanzar un mejor aprovechamiento de los recursos y minimizar costos de operación [1].

A partir de la cadena se derivan una serie de eslabones los cuales deben tener un correcto equilibrio para evitar deficiencias como embotellamiento de productos, pérdida de trazabilidad, rotura o extravío de artículos, entre otros. Uno de estos eslabones es el almacén, que puede estar en varios puntos de la cadena y una gestión óptima de este es esencial como amalgama para la misma.

El almacén es el espacio físico en el que las materias primas, los productos intermedios o acabados, los componentes u otros materiales permanecen a la espera de ser utilizados en el proceso productivo o distribuidos y entregados a los clientes[2]. En su logística intervienen múltiples procesos y que deben ser lo más rápidos y eficientes posible para reducir tiempos y costos. En la mayoría de casos, la tecnología se ha convertido en una aliada para la optimización de estos procesos [3].

Un sistema de almacenamiento automatizado introduce tecnología moderna al proceso productivo manual y anticuado y realiza cambios integrales en la estructura y gestión del mismo. El almacenamiento se convierte en un sistema automatizado para la gestión inteligente del almacén, en el que se combina tecnología logística automatizada y tecnología de automatización informática. La tecnología de automatización permite que los almacenes asignen de manera lógica los espacios, para mejorar el flujo de trabajo y recortar los ciclos de producción, pero eso no significa que se elimine por completo el caos del almacén. Es por esa razón que, en algunos casos, es recomendable la introducción de métodos científicos para incrementar la gestión de la eficiencia[4].

Con respecto a las ventajas de los sistemas automatizados, se encuentra el aumento de la productividad, reducción de los costos de mano de obra; así como el aumento de la seguridad laboral y una mejor calidad del producto. Se permite la integración entre los equipos utilizados con sistemas de recolección y transmisión de datos, lo que permite mejorar el control de la producción en general [5].

PROPUESTA DE AUTOMATIZACIÓN DEL ALMACÉN DE TRÁNSITO DE LA EMPRESA DE MENSAJERÍA Y CAMBIO INTERNACIONAL

La automatización puede aumentar la eficiencia y la productividad del trabajo, lo que se traduce en mejores resultados de entrega [6].

Uno de los procesos críticos en la Empresa de Mensajería y Cambio Internacional (EMCI) del Grupo Empresarial Correos de Cuba lo constituye la entrega de paquetería en tiempo. Siendo una de las transitarias más importantes de bultos recibidos desde el exterior, esta empresa juega un rol primordial para revertir los atrasos significativos en la entrega de tales bultos, acumulados particularmente en la etapa de la COVID-19, donde a inicios de octubre se estimaba la existencia en las naves de trabajo, en conjunto entre todas las transitarias, de alrededor de un millón de bultos, destinados a poco más de 500 000 clientes [7] .

La EMCI ha venido introduciendo mejoras organizativas en la planta de clasificación de bultos y adoptando otras medidas para enfrentar esta situación, sin embargo, aún persisten algunas irregularidades e ineficiencias en la forma de gestionar y almacenar los bultos, previo a su envío al cliente final.

La magnitud de la primera ola de infecciones del COVID-19 mostró la existencia de varios desafíos logísticos en dos eslabones de la cadena de suministro: la logística interna y la distribución. Sobre todo en cuanto al equipamiento de protección personal (EPP), los problemas de calidad de los productos, la restricción de las capacidades de transporte, los complejos procesos de aduanas y de regulación que incrementaban el riesgo de retrasos, las dificultades de almacenamiento y la falta de transparencia en cuanto a los niveles de las existencias plantearon problemas significativos[8].

Se han incrementado los envíos postales a Cuba, incentivado por distintos factores y agudizado con la pandemia de COVID-19. Se necesita reestructurar el almacén y aplicar tecnologías que faciliten la gestión del inventario y evitar el amontonamiento de cargas producto de la falta de espacio. Por lo que la presente investigación tiene como objetivo el diseño del nuevo depósito temporal.

Métodos

A partir del estudio de contribuciones sobre automatización de almacenes en la literatura(4, 6, 8) [9] se determinaron los pasos para desarrollar el estudio:

- 1) Diagnosticar el estado del almacén objeto de estudio
- 2) Resumir las tecnologías con mayor impacto en la automatización de almacenes.
- 3) Clasificar cuales son aplicables al caso estudiado y plantear cual o cuales constituyen las mejores alternativas.
- 4) Determinar condiciones necesarias para implementar estas tecnologías y regulaciones legales vigentes que rigen su estructura
- 5) Proveer posibles soluciones teniendo en cuenta costo-beneficios y posibilidades reales de inversión en la empresa correos de Cuba.

Se muestra en la Figura 1 la secuencia establecida para la investigación.

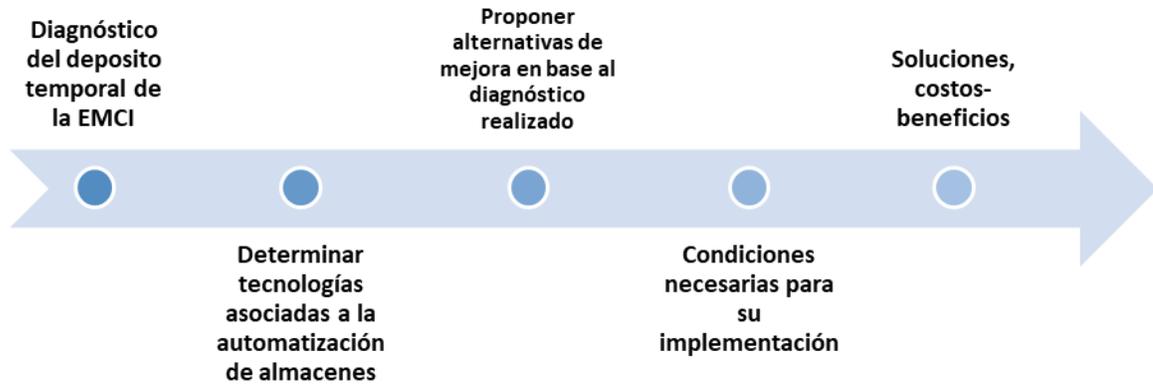


Fig. 1 - Metodología para el desarrollo del estudio.

Para la recolección de información se aplicaron entrevistas a los encargados del depósito. Con el objetivo de: conocer los procedimientos que se realizan, extraer problemas de funcionamiento y determinar que mejoras se necesitan en base a los procedimientos que más le dificultan el trabajo. Se empleó la inspección visual, por períodos de tiempo, para corroborar información de los entrevistados, se observan irregularidades y se adquiere experiencia acerca del funcionamiento.

Resultados

Se presenta: el Diagnóstico del depósito temporal de la EMCI, las Tecnologías aplicables a la gestión de almacenes, las Alternativas de mejora y el Plan de acción y valoración de costos.

Diagnóstico del depósito temporal de la EMCI

El almacén temporal que será objeto de estudio en este artículo se encuentra en el inicio del procesamiento de las cargas en la EMCI, denominado por la entidad como depósito temporal se encarga del almacenamiento de los envíos antes de entrar al proceso de clasificación y expedición de paquetes. Recibe cargas provenientes de vía aérea y marítima, ambas con igualdad de condiciones para el almacenamiento y tiempo máximo de estadía en inventario de 30 días.

Por medio de observación directa y entrevistas al personal de la planta de clasificación de paquetería de la EMCI, para el diagnóstico de la situación del depósito temporal de la EMCI, se determinó el principal problema: Irregularidades y demora en la salida de mercancía para el proceso de revisión y entrega al cliente. Se utilizó como herramienta el diagrama Ishikawa, quedando definida las siguientes causas:

- Falta de espacio para almacenar cargas pendientes: No se cuenta con un método de almacenamiento capaz de asumir el creciente volumen de inventario que enfrenta la empresa: Se cuenta con una capacidad para colocar 132 pallets en estanterías, para un aprovechamiento del 18.68% del área del local solamente,
- Irregularidades en el empleo de la metodología FIFO: Producto del amontonamiento de las cargas y falta de orden cronológico en la entrega del autorizo de salida, en ocasiones, no existe un cumplimiento estricto de este método, vital para satisfacer los plazos de entrega y convertirse en una empresa

PROPUESTA DE AUTOMATIZACIÓN DEL ALMACÉN DE TRÁNSITO DE LA EMPRESA DE MENSAJERÍA Y CAMBIO INTERNACIONAL

competitiva en la gestión de correo internacional. En la Tabla 1 se muestra la Rotación de Inventario en Días (RID).

Tabla 1 - Resultados de RID

Rotación de Inventario en Días	
Media	Desviación
28.63	7.2

- No existe un sistema informático de gestión del inventario: aunque todos los envíos son colocados en la base de datos centralizada de correos de Cuba, dentro del almacén no se gestiona el inventario de forma informática. Esto simplificaría el envío del estado del inventario en tiempo real al sistema de ADUANA para el posterior autorizo de salida, sistema que brinda facilidades para el conocimiento de la posición de cada envío para su control y posterior extracción.
- Demora en la comunicación entre los responsables de las cargas: El enlace entre Agencia internacional-EMCI-ADUANA-EMCI es vital en cada momento para que el paquete sea entregado en el menor tiempo posible. Si existiese demora por parte de alguno de los miembros, el paquete debe quedarse en inventario hasta el cumplimiento de la cadena mencionada. Una correcta utilización de las Tecnologías de Informática y Comunicaciones (TIC) puede garantizar la comunicación en tiempo real entre todas las partes y desaparecer este inconveniente.
- Deficientes medidas de seguridad: este problema afecta directamente a la conservación del estado de la mercancía desde que entra hasta que es expedida. A consecuencia del amontonamiento, no es posible definir correctamente pasillos de entrada y salida, vitales en casos de emergencia los cuales define la Resolución 47/2020[10]. No se utilizan montacargas eléctricos en locales cerrados y con artículos de fácil combustión.

Con la participación de expertos de la EMCI, se elaboró una matriz DAFO para evaluar las mejores acciones estratégicas que deberían seguirse en la propuesta de solución de automatización de almacenes, como se muestra en la Tabla 2.

Tabla 2. Matriz DAFO para proyectar acciones de mejoras en el depósito temporal de la EMCI

Matriz DAFO	Fortalezas	Debilidades
	<ul style="list-style-type: none"> ○ Infraestructura e instalaciones propias con posibilidades de reestructuración. ○ La dirección de la empresa mantiene un carácter proactivo hacia la localización de deficiencias e implementación de mejoras. 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Falta de espacio para almacenar cargas pendientes ○ No existe un sistema informático para la gestión del inventario ○ Deficiencias en el cumplimiento de la metodología FIFO ○ Deficientes medidas de seguridad
Oportunidades <ul style="list-style-type: none"> ○ Implementación de un sistema de clasificación y control de inventarios. ○ Automatización del manejo de las cargas. 	Estrategias ofensivas <ul style="list-style-type: none"> ○ Destinar un fondo de inversión para la automatización de los procesos internos del depósito. 	Estrategias de reorientación <ul style="list-style-type: none"> ○ Reestructurar el Sistema de almacenamiento para aprovechar al máximo la infraestructura del depósito, enfatizando en la utilización del espacio vertical. ○ Implementación de un Sistema de gestión de inventarios
Amenazas <ul style="list-style-type: none"> ○ Demoras en el proceso de procesamiento de paquetes que provoca retraso en la salida del inventario. ○ Roturas o extravío de paquetes. ○ Atraso en el proceso de información adelantada de la ADUANA 	Estrategias defensivas <ul style="list-style-type: none"> ○ Hacer uso adecuado de las potencialidades de las TICs. para mantener contacto entre las partes que intervienen en la confección de la información adelantada 	Estrategias de supervivencia <ul style="list-style-type: none"> ○ Diseño y cumplimiento de un plan para reforzar las medidas de seguridad de las cargas y el trabajo. ○ Crear nuevas capacidades de almacenamiento para enfrenar períodos de mayor demanda del mismo.

Tecnologías aplicables a la gestión de almacenes

De las tecnologías con potencialidades en la automatización de almacenes, se muestra en la Tabla 3 una relación de las mismas valorando sus costos y en impacto de las mismas en la automatización[11] [12] [13, 14]:

PROPUESTA DE AUTOMATIZACIÓN DEL ALMACÉN DE TRÁNSITO DE LA EMPRESA DE MENSAJERÍA Y CAMBIO INTERNACIONAL

Tabla 3. Tecnologías para la automatización de almacenes.

Tecnología analizada	Costos de implementación	Impacto en la automatización
Pick to light	Bajo	Medio
Pick to voice	Bajo	Medio
Robots autónomos móviles (ARM):	Muy alto	Alto
Vehículos autónomos no tripulados (Unmanned autonomous vehicles - UAVs)	Alto	Muy alto
Sistemas de recuperación y almacenamiento automatizado (AS/RS) de minicarga	Medio	Alto
AS/RS de canal profundo	Alto	Alto
AS/RS de hombre a bordo	Alto	Alto
Módulos de almacenaje de levantamiento verticales	Alto	Alto

En un análisis de la matriz DAFO de la Tabla 2, considerando que se necesita un impacto entre medio y alto, quedarían descartados los sistemas de picking (pick-to-light y pick-to-voice). Por otra parte, la empresa podría invertir en una mejora cuyos costos no sean muy elevados, con lo cual quedarían descartados los robots, vehículos aéreos no tripulados y los AS/RS de canal profundo y de hombre a bordo.

Se analizó la necesidad de introducir algún Sistema de información para la automatización del depósito. Los Sistemas de Automatización de Almacenes (*WMS-Warehouse Management System*). Un WMS es un sistema de información cuyo fin es gestionar la planificación, ejecución y control de los procesos del almacén. Este sistema tiene un carácter transversal en la gestión de almacenes, sirviendo de herramienta de gestión para todos los procesos del almacén: recepción de las mercancías o materiales, ubicación en el mismo, el almacenamiento, preparación de pedido y salida [15]. Estos sistemas de información y comunicación generan información de gran utilidad para la gestión eficiente de los almacenes, tales como[16]:

- registros de utilización de los recursos
- cargas de trabajo necesarias
- niveles de ocupación del almacén
- rotación de los productos
- conexiones con aplicaciones web u otros sistemas de información externos, generación de órdenes de pedido de material de forma automática, etc.

Alternativas de mejora

Partiendo de las problemáticas levantadas y de las principales tecnologías analizadas, se decide el empleo de un Sistema de recuperación y almacenamiento automatizado (AS/RS) minicarga, como la tecnología que mejor se adapta al problema estudiado, con una inversión con costos medios (que con la operatoria e la empresa se pueda recuperar en un tiempo aceptable) y a la vez provoque un impacto alto en las actuales problemáticas de gestión de paquetería en el depósito temporal de la EMCI.

En relación a los tipos de almacenamiento, debido a las dimensiones del almacén, alargado y estrecho, se necesita un método que optimice el vacío actual en el centro de este, para lo cual se pueden analizar los tipos de almacenamiento siguientes:

- Almacenamiento convencional: Colocar, paralelo a la disposición actual, bloques de estantes en el centro del para ganar espacio vertical, esta alternativa tiene como principal ventaja su bajo costo, ya que no necesita de una gran inversión ni remodelamiento, sin embargo no provee la mayor capacidad de almacenamiento.
- Almacenamiento móvil: Colocar estanterías móviles automáticas a lo largo del depósito lo que trae como principal ventaja un significativo aprovechamiento del espacio. Sus principales desventajas es el costo de esta tecnología y la dificultad de entrada y salida continua de inventario como sucede en el caso de estudio, donde el depósito tiene alta rotación de cargas.
- Almacenamiento compacto: Es una alternativa que no es fácil utilizarla para constante rotación de inventario, dificultad de recoger un paquete de caerse dentro del estante, sin embargo aprovecharía casi en su totalidad el espacio y permite un cumplimiento estricto de la metodología FIFO siempre y cuando el control informático sea eficiente para conocer en cada momento que envío está dentro de cada hilera de estantes.

Tabla 4 - Análisis comparativo de los sistemas de almacenamiento.

Tipo de almacenamiento	Costo	Dificultad de implementación	Aprovechamiento del espacio	Rotación de inventario
Convencional	Bajo	Baja	Medio	Sin limitantes
Móvil	Alto	Alta	Alto	Baja rotación
Compacto	Medio-alto	Media-Alta	Muy alto	Media-baja rotación

Luego de la comparación realizada en la Tabla 4 se descarta el formato móvil y compacto de almacenamiento debido a que los costos, la dificultad para su manejo e implementación y su diseño para baja rotación de inventario los hacen incompatibles con el sistema de trabajo del depósito temporal, donde se necesita reducir al máximo la estancia de las cargas en existencia para cumplir y reducir al máximo los plazos de entrega al cliente.

El sistema convencional, por otra parte, provee las ventajas siguientes[9] :

- Facilitar la retirada de las mercancías, ya que se puede acceder directamente a cada paleta sin necesidad de mover o desplazar las otras.
- Perfecto control de los stocks; cada hueco es una paleta.

PROPUESTA DE AUTOMATIZACIÓN DEL ALMACÉN DE TRÁNSITO DE LA EMPRESA DE MENSAJERÍA Y CAMBIO INTERNACIONAL

- Máxima adaptabilidad a cualquier tipo de carga, tanto por peso como por volumen.

Para la aplicación del sistema convencional se debe tener en cuenta el ancho de los pasillos por los cuales operará el montacargas y la altura del mismo. La entidad posee montacargas de combustión de 1300 mm de ancho y 3700 mm de largo (con cuña), los cuales son contraindicados para el tipo de almacén y necesitan de pasillos muy anchos para trabajar. Por lo que se propone la adquisición de montacargas eléctricos del modelo Aisle-Master*, con la cuña articulada lo que permite un mayor aprovechamiento de espacio y cumple con las medidas de seguridad para operar en almacenes interiores y con mercancía de fácil combustión. Se deben adquirir 30 estanterías de 2.7 m de largo, 1.1 m de ancho y 5 m de alto de tres divisiones, con un precio promedio en el mercado internacional de 10 USD/u, sumadas a las 22 que posee la entidad habilitará 312 capacidades para colocar cargas paletizadas.

Se propone implementar un sistema de gestión de almacenes (WMS) que permita tener un control de las existencias, proporcionar fecha de entrada, guía aérea, peso, almacenamiento y propuesta de redistribución del inventario en existencia. Para facilitar el trabajo de este sistema se propone colocar una etiqueta con un código de barras bidimensional QR luego de conformado el pallet con la información siguiente: Fecha de entrada, guía aérea, peso, procedencia y código de la estantería, registrada al sistema y de fácil escaneo una vez almacenado para el control en la entrada, durante el periodo de almacenamiento y en la salida. Este sistema facilita la gestión interna y permite tener una sincronización en tiempo real con todos los actores que participan en la cadena de suministro, principalmente con la aduana que es quien autoriza la salida de la mercancía, optimizando este proceso. En la figura 2, se muestra un ejemplo de la salida que puede proporcionar el QR.

Fecha de entrada	10/10/2021
Guía aérea	21
Peso	50Kg
Procedencia	Madrid, España
Estantería	B 10 2



Fig. 2. Ejemplo de información contenida en el código QR propuesto

Se propone implementar un Sistema de Gestión de Almacenes (WMS, por sus siglas en inglés) que permita tener un control de las existencias. Debe proporcionar: fecha de entrada, guía aérea, peso, procedencia, posición, alerta al aproximarse al tiempo máximo de almacenamiento (30 días), personal que manipuló la carga, disponibilidad de espacio. Para la identificación de las estanterías en el sistema se le asigna un código que proporcione la fila y columna de la carga, por lo que se propone asignarle a cada fila una letra de identificación y a cada columna un número, dividiendo por secciones cada fila definiendo otro número identificador.

Se debe garantizar que la mercancía se conserve como se envió desde su destino, para lo cual se debe controlar la forma a la entrada y a la salida del depósito, para tener la trazabilidad del paquete con evidencia física. Un método utilizado por otros operadores transitarios es colocar una cámara en la entrada y salida para realizarle una fotografía a la carga en cada momento.

Como parte de la inversión en el sistema de gestión se debe adquirir para el depósito temporal:

- Computadora de escritorio.
- Scanner inalámbrico para código de barras bidimensional.
- Impresora, para una vez terminado el registro de la carga obtener la etiqueta con el código QR.
- Cámara fotográfica digital para el control de entrada y salida

Se muestra en la Figura 3 las ventajas de esta tecnología:



Fig. 3. Ventajas del uso de los transelevadores automáticos.

La aplicación de esta tecnología logra optimizar, en gran medida, el trabajo dentro del depósito. Particularmente, al no tener que manipular las cargas por la parte humana, le ofrece seguridad, tanto en la manipulación de carga que puede ser valiosa o frágil, y para evitar robos u otras incidencias que dependen más de la manipulación directa del empleado. Otro factor importante dentro de sus ventajas es la optimización de espacios ya que reduce el área de pasillos para maniobrar y transportar las cargas con respecto al uso de montacargas convencionales. Aun así, los costos de automatización deben ser considerados ya que supone un mayor valor que uno convencional, sin embargo, al proporcionar mayor eficiencia de trabajo, el retorno de la inversión inicial se alcanza en menor periodo de tiempo. En la Figura 4, se muestra el plano del depósito con automatización convencional y transelevadores en los pasillos interiores del almacén (en azul).

PROPUESTA DE AUTOMATIZACIÓN DEL ALMACÉN DE TRÁNSITO DE LA EMPRESA DE MENSAJERÍA Y CAMBIO INTERNACIONAL

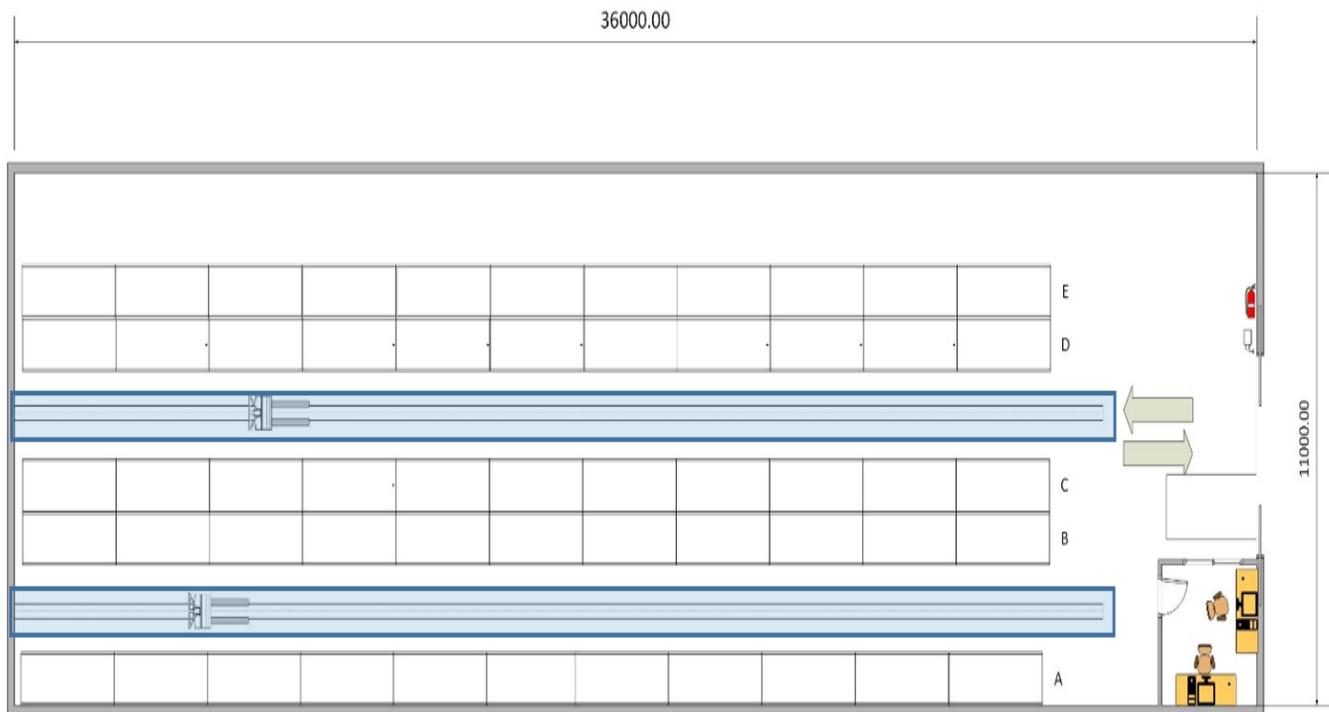


Fig. 4. Plano del depósito temporal con automatización convencional y transelevadores.

Leyenda:

A, B, C, D, E: Identificador por fila de estantes.

Plan de acción y valoración de costos

Una vez analizadas las alternativas se propone el siguiente plan de acción para la transformación del almacén (Tabla 5).

Tabla 5 - Plan de acción para introducir la propuesta de automatización de almacenes en la EMCI.

Factores	Objetivos	Línea de acción	
Deficiencias en la gestión y falta de espacio del depósito temporal	Proponer un sistema de almacenamiento que permita la optimización del espacio. Proponer un sistema de gestión de almacenes para optimizar y brindar seguridad a los procesos del depósito.	Comenzar por hacer cumplir en el depósito actual las normas de almacenamiento estipuladas en la Resolución 47 del 2020. Establecer un sistema de almacenamiento que garantice asumir el volumen de mercancía necesario. Implementar un sistema de gestión de almacenes que permita el control de la entrada, salida y existencias del depósito. Automatizar la gestión y manipulación del inventario.	
Acciones a realizar	Meta	Período de ejecución	Responsable
Diseñar un sistema de almacenamiento capaz de satisfacer la demanda	Contar con un almacenamiento convencional que aproveche el espacio vertical y horizontal al máximo, sin realizar obras constructivas	2022	Director de la agencia transitaria
Implementar un sistema de Gestión de almacenes(WMS)	Tener un sistema que permita el control del inventario en tiempo real con evidencia de salida y entrada utilizando una base de datos	2022	Director de informática
Automatizar el almacén	Contar con un almacén automatizado con un panel PLC que oriente a los AS/RS (minicarga), donde el trabajo humano sería de supervisión, recepción y salida.	A partir de 2025 a 2030	Director General EMCI
Resultados esperados	Mejorar el proceso de gestión de cargas en el depósito temporal de la EMCI contribuyendo a una mayor eficiencia en la entrega de los paquetes al cliente.		

Los costos para instalación de los equipos de manipulación y control, varían, según la necesidad del adquirente solo el equipo transelevador cuesta de \$70 000 a \$150 000 dólares cada torre transportadora. Se toman como referencia los precios y la variedad de proveedores de la tienda virtual www.alibaba.com. Por su parte el precio unitario de los montacargas oscila en alrededor de 20 mil USD tomado de la misma fuente. Se estima que un Sistema de Automatización de Almacenes (WMS) sencillo podría valorarse en unos 5 000 USD. El precio de cada estantería podría estar en los 30 y los 120 USD.

Para enfrentar la mejora y el aseguramiento del Plan de acción propuesto, se estima el presupuesto desagregado en la Tabla 6.

PROPUESTA DE AUTOMATIZACIÓN DEL ALMACÉN DE TRÁNSITO DE LA EMPRESA DE MENSAJERÍA Y CAMBIO INTERNACIONAL

Tabla 6. Presupuesto estimado para introducir la propuesta de automatización en el depósito

	Costos del proyecto	Precio (USD)	Cantidad (u)	Total (USD)	Total parcial por etapa
Primera etapa	Estanterías	30.00	10	300.00	41,300.00
	Montacargas	20,000.00	2	40,000.00	
	Obras constructivas	-	-	1,000.00	
Segunda etapa	Software e implementación	-	-	5,000.00	5,000.00
Tercera etapa	Transelevador y railes	100,000.00	2	200,000.00	200,960.00
	Estanterías	120.00	8	960.00	
Total				247,260.00	

Como parte del estudio para la mejora se elaboró un gráfico comparativo entre cada una de las propuestas y la situación actual, Figura 5, observándose que con cumplir la primera etapa del plan de trabajo se logra superar en más del doble la capacidad de almacenamiento y el aprovechamiento del espacio del depósito.

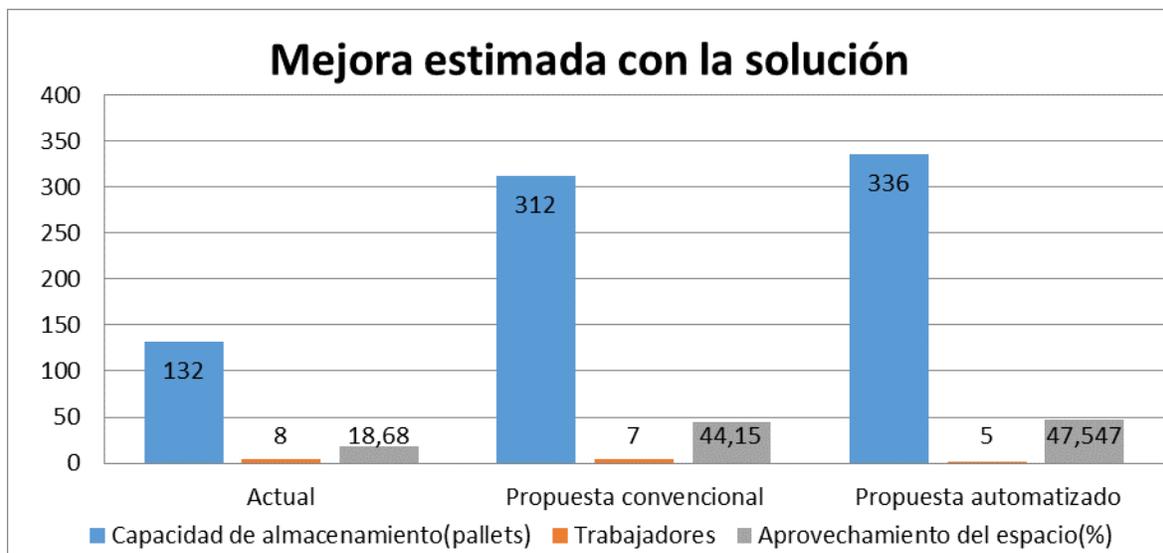


Fig. 5 - Mejora de las soluciones de automatización propuestas respecto al estado actual.

Discusión

Se logra reducir significativamente el principal problema observado y contrastado en las entrevistas a trabajadores de la organización.

La aplicación del WMS de conjunto con el aprovechamiento de espacios influirá directamente en reducir el tiempo de estadía de los paquetes almacenados, gracias a una mejor gestión de inventarios que permitirá conocer en todo momento que carga debe salir primero en dependencia de su fecha de entrega, ubicarla con exactitud y proceder a su procesamiento. Se debe aclarar que, al ser un subproceso ubicado al inicio del proceso por el que transcurren los envíos, la reducción del tiempo está condicionada con la capacidad de procesamiento de la ADUANA para luego enviar al cliente, lo que puede ser objeto de estudio en futuras investigaciones.

Conclusiones

1. En el depósito temporal de la EMCI se manifiestan demoras en la salida de mercancía, lo cual constituye una limitante para el procesamiento de paquetes en la EMCI. En este estudio se propone un plan de medidas enrumadas a solucionar paulatinamente los problemas detectados usando criterios de ponderación de costos e impacto.
2. Un sistema de automatización convencional resultó ser el más apropiado para aprovechar el espacio ocioso, complementado con un sistema para la gestión de cargas en el almacén y el uso de transelevadores que automaticen la colocación y extracción de las cargas. De esta forma se pretende alcanzar un funcionamiento competitivo de la empresa y que logre reducir los tiempos de entrega de los paquetes al cliente final.
3. El tema de esta contribución continuará siendo motivo de análisis en otras investigaciones, en las cuales se hará mayor énfasis en los requerimientos de diseño del Sistema de Automatización de Almacenes (WMS) en alineación con los otros sistemas automatizados de la Dirección de Operaciones; así como con el ERP que utiliza la EMCI como sistema ejecutivo de información. 🏢

Referencias

1. BECERRA-GONZÁLEZ, K; PEDROZA-BARRETO, V; PINILLA-WAH, J; VARGAS-LOMBARDO, M. "Implementación de las TIC'S en la gestión de inventario dentro de la cadena de suministro. Revista de Iniciación Científica". ISSN 2413-6786
2. PARADA, JL. "La logística de la distribución: Univertsitat Oberta de Catalunya"; 2016. [Revisado: 4 de enero del 2022] Disponible en: https://openaccess.uoc.edu/bitstream/10609/49921/4/Comercializaci%C3%B3n%20y%20distribuci%C3%B3n_M%C3%B3dulo3_La%20log%C3%ADstica%20de%20la%20distribuci%C3%B3n.pdf

PROPUESTA DE AUTOMATIZACIÓN DEL ALMACÉN DE TRÁNSITO DE LA EMPRESA DE MENSAJERÍA Y CAMBIO INTERNACIONAL

3. KLUWER, W. "La gestión del almacén en la PYME". 2016. [Revisado: 4 de enero del 2022] Disponible en: <https://apen.es/newsletters/PDF/ebook-gestion-almacenes-2016.pdf>
4. WENKAI, D; WU, MY. "Optimization of Storage Location Assignment in Automated Warehouse". *Microprocessors and Microsystems*. 2020;80(103356):1-7. ISSN 0141-9331 [Revisado: 4 de enero del 2022] Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.micpro.2020.103356>
5. PÉREZ E. "Propuesta de Automatización en Bodega de Producto Terminado en Industria Manufacturera de productos de Higiene Personal en Costa Rica". *InterSedes*. 2015;16(34):40-60. ISSN 2215-2458 [Revisado: 4 de enero del 2022] Disponible en: <https://doi.org/10.15517/isucr.v16i34.22571>
6. BANSAL, V; ROY, D; PAZOUR, JA. "Performance Analysis of batching decisions in waveless order release environments for e-commerce stock to picker order fulfilment". *International Transaction in Operational Research*. 2021;28[4]:1787-820. ISSN 1475-3995 [Revisado: 4 de enero del 2022] Disponible en: <https://doi.org/10.1111/itor.12921>
7. TAMAYO-LEÓN, R. "La paquetería toca a las puertas" 2021 [Revisado: 4 de enero del 2022] Disponible en: <https://www.presidencia.gob.cu/es/noticias/la-paqueteria-toca-a-las-puertas/>
8. DHL. "Aportando resiliencia ante la pandemia". 2020. [Revisado: 4 de enero del 2022] Disponible en: <https://www.dhl.com/content/dam/dhl/global/core/documents/pdf/glo-core-delivering-pandemic-resilience-2020-Spanish.pdf>
9. DELGADO, T; LOPES, I. "Generalidades de automatización de almacenes". *Monografías* 2021: Cujae; 2021. https://www.researchgate.net/publication/355360349_Generalidades_y_tendencias_de_automatizacion_para_almacenes
10. INTERIOR MDC. "Resolución 47: Reglamento de la logística de almacenes para las entidades que operan en la economía nacional". *Gaceta Oficial de la República* 2020. [Revisado: 4 de enero del 2022] Disponible en: <https://www.gacetaoficial.gob.cu/es/resolucion-47-de-2020-de-ministerio-del-comercio-interior>
11. FERNÁNDEZ-CARAMÉS, TM; BLANCO-NOVOA, O; FROIZ-MÍGUEZ, I, FRAGA-LAMAS, P. "Towards an Autonomous Industry 4.0 Warehouse: A UAV and Blockchain-Based System for Inventory and Traceability Applications in Big Data-Driven Supply Chain Management". *Sensors*. 2019;19(2394). DOI <https://doi.org/10.3390%2Fs19102394>

12. Minashkina, D; Happonen, A. "Operations automatization and digitalization-research and innovation collaboration in physical warehousing, AS/RS and 3PL Logistic context".[Revisado: 4 de enero del 2022] Disponible en: <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.3813774>
13. Sotomayor CdJt. "Ventajas de los sistemas de almacenamiento automatizados: Universidad Militar Nueva Granada"; 2019. [Revisado: 4 de enero del 2022] Disponible en: <https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/32149/TapiasSotomayorCaterineDeJesus2019.pdf.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
14. Dujmešić, N; Bajor, I; Rožić, T. "Warehouse Processes Improvement by Pick by Voice Technology". Technical Gazette. 2018. [Revisado: 4 de enero del 2022] Disponible en: <https://doi.org/10.17559/TV-20160829152732>
15. Espinal, AAC; Montoya, RAG; Arenas, JAC. "Gestión de almacenes y tecnologías de la información y comunicación". Estudios Gerenciales. 2010;26(117):145-71. ISSN 0123-5923 [Revisado: 4 de enero del 2022] Disponible en: [https://doi.org/10.1016/S0123-5923\(10\)70139-X](https://doi.org/10.1016/S0123-5923(10)70139-X)
16. Palero MR. "Análisis de las aplicaciones de las tecnologías de la información a la logística y criterios de decisión en las inversiones". Escuela Técnica Superior de Ingeniería Universidad de Sevilla 2017. [Revisado: 4 de enero del 2022] Disponible en: <https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/69702/DEP%C3%93SITO%20TESIS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Los autores declaran que no hay conflicto de intereses

Contribución de cada autor:

Abel Gorguis-Rivero: Redacción del borrador, diseño metodológico, revisión del artículo.

Tatiana Delgado-Fernández: Diseño metodológico, redacción y revisión del artículo.

Igor Lopez-Martínez: Diseño metodológico, redacción y revisión del artículo.