

**AUTOMATIZACIÓN DE ALMACENES MEDIANTE EL USO DE
TRANSELEVADORES EN EMPRESAS DE CONSUMO MASIVO EN
COLOMBIA: REVISIÓN DE LA LITERATURA.**

08/08/2014

PEDRO NEL ROMERO ANTURI

Código: 9500607

Especialización en Gerencia Logística Integral

Facultad de Ingeniería

RESUMEN

Las Tendencias Logísticas Actuales en Colombia respecto a los Almacenes, están encaminadas a Implementar procesos automatizados, encaminados a minimizar o eliminar el error humano, optimizar las áreas de almacenamiento, controlar la gestión de inventarios, mejorar los tiempos de servicio, hacer rentables las operaciones y crear empresas competitivas en el mercado.

La Automatización es una ventaja competitiva, que requiere de un análisis exhaustivo de los procesos, para determinar el nivel de Automatización que se debe aplicar, buscando generar beneficios como: La reducción de costos de operación, mejora en la Productividad, reducción de los porcentajes de error y aumentar la eficiencia de los procesos, lo que se ve reflejado finalmente en un mejor servicio al cliente.

Existen diferentes tipos de tecnología usada para automatizar un almacén, pero esta investigación está enfocada únicamente a la utilización de Transelevadores o (AR/SR) (Automated Storage / Retrieval Systems), que son equipos capaces de estibar y desestibar mercancías en estantes a través de pasillos angostos y a una gran velocidad, eliminando el desplazamiento de los operarios hacia las mercancías y buscando que las mercancías se desplacen hacia donde están los operarios realizando las operaciones de Picking. (Mauleón, 2013)

Esta tendencia de Automatizar los Almacenes mediante la utilización de Transelevadores es nueva en nuestro país y se ha identificado un bajo grado de implementación en las empresas, por lo tanto este Artículo de revisión bibliográfica, tiene como objetivo principal proponer una Metodología de evaluación que facilite la toma de decisiones, en la Adquisición de Transelevadores para la Automatización de los Almacenes y su aplicación en las Empresas de Consumo Masivo en Colombia.

De igual forma se pretende determinar las ventajas y desventajas que presenta el uso de esta Tecnología e identificar las características de estos equipos que contribuyan con la simplificación de las operaciones, el incremento la productividad, la

reducción de costos, la reducen del riesgo de accidentalidad, la mejora de la calidad y la eficacia en sus sistemas de almacenamiento.

PALABRAS CLAVE

Almacenamiento, Automatización, Almacenes Automáticos, Procesos Logísticos y Transelevadores, (Almacenamiento Automatizado / Sistemas de Recuperación AS/RS).

ABSTRACT

Colombian Logistics Current Trends about warehousing are aimed to Implement automation processes, being focused to minimize or eliminate human error, optimize storage areas, control inventory management, improve service times, make profitable operations and create competitive companies in the market.

Automation is a competitive advantage, which requires a thorough analysis of the processes, to determine the level of automation to be applied, seeking to generate benefits: Reducing operating costs, improved productivity, reduced rates error and increasing the efficiency of processes, which are ultimately reflected in improved customer service.

There are different types of technology used to automate a warehouse, but this research is focused only using Stacker or (AR / SR) (Automated Storage / Retrieval Systems) that are capable of stowing equipment and goods on racks, shelves pick and unpick, load and unload through narrow aisles and at great speed, eliminating the movement of goods and workers to looking the goods move to where the workers are performing operations Picking. (Mauleón, 2013)

This trend Automate Storage using Stacker is new to our country and we have identified a low level of implementation in companies, so this item is literature review, whose main objective is to propose an evaluation methodology that facilitates decision-making on purchase of cranes for the Storage Automation and its application in the Business of Mass Consumption in Colombia.

Similarly aims to determine the advantages and disadvantages of using this technology and identify the characteristics of these teams that contribute to the streamlining of operations, increased productivity, reducing costs, risk of accidents, improving the quality and efficiency in storage systems.

KEYWORDS

Storage, Automation, Automatic Storage, Logistics Processes and Stacker (Automated Storage / Retrieval Systems AS / RS).

INTRODUCCIÓN

En Países como Estados Unidos en Norte América y España, Portugal, Italia y Alemania entre otros de Europa, llevan más de 10 años, utilizando los Transelevadores en la Automatización de los Almacenes. En Países como México y Chile esta tecnología es reciente, llevan un poco más de 5 años en la misma actividad, todos estos países tienen en común que han decidido abrir sus fronteras al comercio internacional a través de diferentes tratados o alianzas a nivel mundial.

El tema de la internacionalización de los procesos, que nos llevará a una zona de libre comercio para América en el año 2020 casi para la totalidad de los sectores, con la única excepción de algunas materias primas, implica en primer lugar una redefinición del concepto de frontera y por lo tanto, del concepto de logística integrada. (Castelazo, 2011)

Colombia es un país que se enfrenta a una apertura económica a través de los tratados de libre comercio firmados con diferentes países del mundo, lo que lo ha llevado a cambiar sus políticas macroeconómicas, aunque muchas empresas se han visto beneficiadas, otras se han visto afectadas, el reto que debe enfrentar la Industria Colombiana es muy grande, pues se debe preparar para competir con calidad de Producto y servicio, por eso es importante analizar y evaluar las nuevas tendencias tecnológicas usadas en el mundo que ayuden a mejorar nuestros procesos.

Hablar de competitividad en este entorno globalizado donde es indispensable volvernos más eficientes en la ejecución de los procesos operativos y administrativos de la empresa, en pos de mejorar el servicio al cliente, optimizar nuestros recursos y mejorar la calidad de nuestros productos o servicios, es innegable la gran ventaja que tenemos al implementar la logística integral como estrategia para lograrlo. (Castelazo, 2011)

Una de las partes de la Cadena de Suministro que es susceptible al mejoramiento de los procesos son los Almacenes, pues cada día surgen nuevas

tecnologías de avanzada, con el objetivo de Automatizarlos y eliminar la intervención humana, haciéndolos más eficientes, controlados y seguros.

El almacén es clave para la cadena de abastecimiento de cualquier organización, por eso mantenerlo bajo control por medio de un proceso de automatización puede hacer la diferencia. Los procesos logísticos necesitan apoyarse cada día más en la tecnología, los sistemas de almacenamiento están migrando hacia la automatización y cada vez son más inteligentes, gracias al uso de software y maquinaria automatizada, las organizaciones tienen la posibilidad de mejorar la calidad y eficacia en sus sistemas de almacenamiento y además reducir el riesgo de accidentes. (Perez, 2013).

En la automatización de los procesos de almacenamiento se usan sistemas de control y tecnología informática para reducir la intervención humana en un proceso. De igual manera, los sistemas automáticos de almacenamiento y transporte incrementan la producción, reducen costos y generan grandes ventajas para disminuir los riesgos del operador. Además, ofrecen el control total de los procesos, lo que significa una trazabilidad del producto en cualquier momento, con datos puntuales como ubicación, peso, dimensión, entradas, salidas y, sobre todo, el control exacto y detallado del inventario en cualquier momento, entre otros detalles. (Garcia, 2012)

Grandes compañías de consumo masivo, Operadores Logísticos y Proveedores de Maquinaria usada en la manipulación de Productos en almacenes en Colombia, han proyectado metas muy optimistas que incluyen la reducción de costos y el cumplimiento de exigentes indicadores de Gestión relacionados con el control y Administración de los Almacenes, esto ha generado un interés en investigar a nivel mundial las tendencias tecnológicas existentes que permitan lograr sus metas, a través de un análisis detallado de los procesos logísticos, las necesidades a satisfacer y evaluar el nivel de Automatización que deben implementar en sus Almacenes.

El presente artículo busca conocer más detalladamente una de esas nuevas tendencias tecnológicas que ha llegado a nuestro país, como son los transelevadores o

Sistemas de Recuperación AS/RS utilizados en la Automatización de Almacenes , para lo cual se basa en la revisión bibliográfica de libros, revistas científicas especializadas, y estudios especializados nacionales e internacionales, también por medio de conceptos técnicos obtenidos a través de entrevistas realizadas a Profesionales especializados en el tema y con gran experiencia en Logística de Almacenes en Colombia.

Debido a que las herramientas de Automatización de Almacenes son variadas y el tiempo que se tiene para el desarrollo de presente artículo es limitado, se ha decidido tomar como objeto de esta revisión únicamente el uso de los Transelevadores.

La elaboración de este artículo es importante, porque permite incrementar los conocimientos sobre temas especializados y complementarlos con los conocimientos académicos adquiridos durante el desarrollo de la especialización en Gerencia Logística, aplicando las técnicas y procesos de la investigación.

1. LA TERCERIZACIÓN DE PROCESOS

En las empresas de consumo masivo en Colombia donde se manejan cantidades grandes de producto y variedad de referencias o SKU, el Almacenamiento se convierte en un proceso muy exigente, debido a la disponibilidad que deben tener los productos. Algunas de estas empresas han decidido tercerizar sus Procesos Logísticos a través de los Operadores Logísticos.

La tercerización, como tema logístico de primera importancia en todos aquellos procesos no esenciales de las compañías mediante una red de alianzas temporales o permanentes, nos permite dedicarnos a lo nuestro. Esto parte de una filosofía muy clara y muy sencilla que en colombiano significa: “zapatero a tus zapatos”. Es decir, cada quien debe dedicar la totalidad de sus talentos a la investigación y al desarrollo de sus recursos, a lo que es su negocio principal. No hay tiempo para hacer cosas para las cuales no nacimos y por eso todos estamos tercerizándolas. (Castelazo, 2011)

Los operadores logísticos son necesarios y vienen desarrollándose de una manera importante en el país en los últimos tres o cuatro años. Han comenzado por manejar cosas básicas, pero cada día tienden a especializarse. Incluso en compañías como las nuestras, prevemos que el día de mañana la distribución la hagan los operadores logísticos para que nos dediquemos a administrar la venta, y al conocimiento y la atención del cliente. (Castelazo, 2011)

2. ALMACENAMIENTO.

El Almacén puede definirse como un local comercial destinado al almacenaje de bienes, o sea, un espacio físico en el que se depositan materias Primas, productos semiacabados y terminados a la espera de ser transferidos a otro eslabón de la cadena de suministro. (Bastos, 2007)

Almacenamiento es ubicar la mercancía en la zona más idónea del Almacén, con el fin de poder acceder a ella y localizarla fácilmente. Para ello se utilizan medios de transporte interno (cintas transportadoras, elevadores, carretillas...) y medios fijos como estanterías, depósitos, instalaciones, soportes etc. (Escudero, 2014)

Almacenar va más allá de la acción concreta que el término supone. En la actualidad, puede ser una tarea automatizada que requiere complejos procesos que contribuyen directa y decididamente al crecimiento de una compañía. En esta época en que la mayoría de los procesos industriales son altamente tecnificados y de elementos logísticos complejos, con exigencias cada vez más altas, surgen en el mercado opciones tecnológicas que buscan una mayor eficacia a un menor costo. (Vargas L. , 2010)

"Quien no evoluciona está condenado a desaparecer". Esta afirmación, cuyos orígenes se remontan a Charles Darwin, hoy en día cobra sentido no sólo dentro la evolución de las especies, sino dentro de la industria y en general en toda actividad económica y comercial. (Vargas D. , 2009)

La logística de almacenamiento está dividida en dos grandes ramas: sistemas convencionales y sistemas automáticos. En Colombia, la mayoría de las empresas hasta hace pocos años solo trabajaban con sistemas convencionales. Sin embargo, el uso de la tecnología a nivel mundial ha mejorado significativamente los procesos industriales y están altamente tecnificados. (Garcia, 2012)

Los Almacenes se convierten en uno de los eslabones más importantes de la cadena de suministro pues son los encargados de la recepción, custodia, conservación, control, alistamiento de pedidos y despacho de mercancías y productos, requeridos en la Cadena de Abastecimiento.

Los Almacenes se pueden clasificar de acuerdo con la estructura física, actividad empresarial, proceso logístico en se usa y al nivel de automatización como se muestra a continuación:

Por el Objeto de este artículo profundizaremos solamente en la clasificación de los Almacenes según el Grado de Automatización.

Según el grado de Automatización los Almacenes se clasifican en: Almacenes convencionales, Almacenes Automatizados y Almacenes Automáticos.

2.1. LOS ALMACENES AUTOMATIZADOS

se caracterizan por que la mayoría de sus actividades se realizan con medios mecánicos, generalmente el movimiento de mercancías se hace de forma automática, sin la intervención de personas. Estos almacenes se edifican con una altura superior a los 15 metros, llegando incluso a superar los 40 metros. También se reducen los pasillos de maniobra y circulación entre las estanterías al mínimo imprescindible para para optimizar la capacidad de Almacenamiento. (Escudero, 2014)

Los procesos de automatización se divisan como el futuro más cercano de la logística y en lo que hace referencia al almacenamiento, la tecnología se convierte en la salida más viable a mediano y largo plazo para lograr reducir y optimizar costos; las

industrias se enfrentan al reto de manejar grandes volúmenes y variedad de productos y esto se debe lograr con calidad y rapidez, y si en verdad se quiere enfrentar con firmeza retos como los diferentes tratados de libre comercio hay que estar a la vanguardia de la tecnología. (Pirabán, 2010)

2.2. LOS ALMACENES AUTOMÁTICOS

son aquellos cuya relación capacidad/volumen es superior al 50%, son también conocidos como “Almacenes de alta densidad”, siempre que el índice de accesibilidad a la mercancía almacenada sea del 100%. El grado de automatización de un almacén es mayor cuanto más rutinario sea el movimiento de mercancías, para ello las cargas deben ser totalmente homogéneas o con márgenes de tolerancia muy estrechos. El máximo grado de automatización del almacén se consigue cuando todos los movimientos se efectúan a través de órdenes que emanan del ordenador central, en este caso se deben instalar aparatos totalmente automáticos y programables para la carga y descarga de las estanterías. (Escudero, 2014)

Los almacenes automáticos son la solución más eficaz para el movimiento y la gestión de materiales en un entorno completamente controlado. (Cordoba, 2013)

Teniendo en cuenta lo expresado anteriormente, se sigue el desarrollo del tema con los almacenes Automatizados, pues las empresas de Consumo Masivo en Colombia no maneja cargas totalmente homogéneas y no buscan un 100% de automatización de sus procesos, si no que buscan procesos mixtos.

2.3. ALMACENES AUTOMATIZADOS.

El término automatización se utiliza cuando los sistemas y/o procesos se operan con mínima o incluso sin intervención del recurso humano, luego de un proceso de medición, evaluación y control, que determina el nivel a desarrollar.

Existen diversas tecnologías que se pueden usar en la Automatización de los Almacenes, los diseños varían de acuerdo a las necesidades de los procesos logísticos,

el tipo de Almacén obte, la mercancía que se manipula y los objetivos que se quieren obtener.

Afirma Robinson Vásquez, vicepresidente de Logística y Tecnología de Almagran - Almacenar: “Automatizar no es una moda; no se justifica automatizar por automatizar. Existen diferentes niveles de automatización que dan la oportunidad de encauzar un plan sostenible de mejoramiento. Automatizar es, en muchos casos, una necesidad, pero antes se requiere un estudio serio del proceso en el que se consideren los detalles y se analice el mayor número de posibilidades desde el punto de vista técnico y económico, para definir si es viable, así como el grado en el que se debe implementar”. (Vargas L. , 2010)

Antes de automatizar cualquier almacén lo más conveniente sería llevar a cabo un estudio sobre éste, la empresa a la que pertenece y analizar cuáles serían las mejores opciones para hacerlo y en qué grado. Esto quiere decir que una automatización completa puede no ser la mejor decisión, sino comenzar con una automatización parcial del almacén, de algún tipo de producto y si el resultado es satisfactorio, extenderlo a otros productos. La mayoría de las empresas buscan ayuda profesional para realizar este estudio. (Abad & De la Fuente, 2012)

Los Autores (Stewart, 2011) y (Perez, 2013), coinciden que la Automatización de una bodega puede entenderse de muchas maneras, pero su objetivo debe apuntar a disminuir el tiempo de desplazamiento de mercancías y personas por la bodega, duplicar la velocidad de operación, optimizar el espacio en los almacenes en las tres dimensiones (Alto, Ancho y Largo), reducir o eliminar la cantidad de intervención humana requerida para realizar estas actividades, mejorar la eficiencia por medio de un ahorro en los costos laborales sobre todo cuando el costo de la mano de obra viene en aumento, hacer el almacenamiento un proceso más ágil y preciso. También la Automatización está enfocada a mejorar la calidad del producto a entregar así mismo el aumentar la seguridad y reducir el riesgo de accidentes puede ser una fuente importante a la hora de tomar la decisión de automatizar”.

El autor (Anaya, 2007), manifiesta que existen diseños específicos de estantería como son los siguientes: Estanterías fijas, Estanterías Drive-in, Push-Back, Estanterías dinámicas, Sistemas Compactos, Sistema Push – Back y Almacenes Robotizados.

Los Almacenes Robotizados Se caracterizan, porque todos los movimientos físicos del almacén, se realizan de una forma automática, con poca o sin intervención humana, a través de unos equipos llamados Transelevadores.

En tanto, Javier Bravo, aseguró que “como elementos a favor de la automatización podemos enumerar principalmente: fluidez y predictibilidad a los procesos, como indudablemente un aumento importante en productividad. Por su parte, uno de los contras es que ciertos procesos son menos flexibles, si se te daña por ejemplo un motor se puede detener el centro de distribución y será muy difícil sobreponerse a esta contingencia sólo con mano de obra, por ello los planes mantenimiento preventivo pasen a ser prioritarios. Empiezas a depender de la tecnología, es como un WMS, si se cae no puedes hacer nada”. (Stewart, 2011).

En este contexto, Ismael Flores, Gerente de System Logistics México perteneciente a System North América, indicó que ante un mercado cada vez más exigente de múltiples pedidos con un sin número de SKUs (stock keeping unit) y con altísimos volúmenes de mercancía que debe ser almacenada y manejada en el menor espacio posible, de esta forma, se requieren operaciones gestionadas con el uso de almacenes verticales de alta densidad, con movimiento y posicionamiento mediante Transelevadores o vehículos, en los cuales la gestión segura y automática de los sistemas garantiza una mejor distribución y manejo. (Flores, 2012)

3. TRANSELEVADORES

Un Transelevador, es un equipo de manutención caracterizado porque realiza simultáneamente movimientos de translación y elevación para situarse a la altura del alvéolo desde el cual tiene que efectuar la operación de apilado o recuperación de la

estiba almacenada. Operan de acuerdo con las órdenes recibidas a través de un Procesador Central especialmente programado para optimizar todos los procesos de movimiento físico dentro del almacén. Son conocidos como Sistemas de Almacenamiento y Recuperación Automatizada (AS/RS) (Automatic Storage and Retrieval System). (Anaya, 2007)

Para Lograr entender su funcionamiento, se toma como base la información relacionada en el artículo “Automated systems: Storage solutions of the future”, publicado en la revista Australiana Facility Management Magazine. (Meade, 2010)

Un AS / RS es un módulo autónomo dentro de su almacén o DC (Centro de Distribución) que es responsable del almacenamiento altamente eficiente y la recuperación de sus productos.

Se compone de una máquina dedicada al almacenamiento y recuperación (SRM) que corre sobre dos carriles dentro de cada pasillo de estanterías del módulo, un carril situado en el suelo y el otro riel suspendido entre las estanterías en la parte superior del pasillo.

La estantería está situada en cada lado de la SRM en un espacio a la medida para el almacenamiento de los productos. El SRM automáticamente almacena y recupera sus productos dentro de la estantería o trasiego de los AS / RS, está controlado por un sistema de gestión de almacenes (WMS).

Trabajan con la filosofía de "posicionamiento aleatorio", optimizando la carga de acuerdo con un Mapa de Almacén, de tal manera que se transmiten las ordenes a estos equipos mediante un sistema de coordenadas para indicarle la posición en la cual se tiene que situar, permitiendo que la operación se controle mediante un sistema de reconocimiento a través de rayos infrarrojos o técnicas similares.

En el portal Operaciones de Bodegas y almacén se relacionan diferentes tipos de AS/RS y los principales son: (<http://operacionesdebodegasyalmacen.wordpress.com/>)

- AS/RS de Unidad de Carga. (Unit Load AS/RS). Diseñado para manipular unidades de carga almacenadas sobre plataformas o en otros contenedores estándar.
- Carril - Profundo AS/RS. (Deep-Lane AS/RS). Apropiado cuando se almacenan grandes cantidades de stock, pero el número de SKUs diferentes es relativamente pequeño.
- AS/RS de Minicarga. (Miniload AS/RS). Se emplea para manejar pequeñas cargas (partes individuales o provisiones) que están contenidas en canastillas o cajones en el sistema de almacenaje. La estación P&D, por lo general, es manejada por una persona.
- AS/RS de Hombre a Bordo. (Man On Board AS/RS). Diseñado para seleccionar artículos individuales directamente de sus posiciones de almacenaje por un operador humano que va montado en el carro de la máquina S/R.
- Sistema Automatizado de Recuperación de Artículo. (Automated Item Retrieval System). Estos sistemas permiten la recuperación de artículos individuales. El sistema se rellena periódicamente por la parte trasera, permitiendo así una rotación first in/first out del inventario.
- Módulos de Almacenaje de Levantamiento Vertical. (Vertical Lift Storage Modules). Emplean un pasillo central vertical para tener acceso a las cargas.

(Tompkins, Yavuz, & Tanchoco, 2005) Relacionan algunas consideraciones más importantes a tener en cuenta cuando se diseña un AS/RS, Las cuales deben ser evaluadas tanto por el proveedor del sistema como por el usuario del sistema y que servirán en el proceso de toma de decisiones:

- Los tamaños de las cargas y de las aberturas.
- El número y la ubicación de las estaciones de P/D.
- La construcción del edificio; sostenida con anaqueles o convencional.
- Las restricciones de disponibilidad, condiciones, costo y de uso de suelo.
- La cantidad, altura y longitud de los pasillos de almacenamiento.
- Porcentaje de las operaciones (almacenamientos y recuperaciones) que se van a efectuar con base en acciones dobles.
- Aplicabilidad de vehículos de transferencia.
- Almacenamiento aleatorio o dedicado o alguna combinación de ambos.
- Punto de estacionamiento para la máquina S/R cuando esté inactiva, en un pasillo, o en una estación de P/D.
- Nivel de automatización.
- Nivel de control por computadora.
- Requerimiento para el inventario físico.
- Requerimientos de reabastecimiento.
- Requerimientos de mantenimiento.
- Utilización de tarimas propias comparada con tarimas del vendedor.
- Modo de entrada/salida.
- Plan para la evolución y el cambio.
- Requerimiento de rendimiento, máximo y promedio.
- Nivel de especificaciones que se desarrollarán para el hardware y el software.
- Condiciones para la interrupción y prioridades de almacenamiento/recuperación.
- Profundidad del almacenamiento (única, doble, o de carril profundo).
- Condiciones para las cargas combinadas en una tarima
- Empleo de sistemas de identificación automáticos.
- Uso de simulaciones para apoyar las decisiones del diseño.

- Cantidad requerida de espacio para colas para las cargas que entran y salen.
- Impacto de la operación aleatoria comparada con la programada en los requerimientos para el sistema.
- Energía y servicios generales.
- Impacto de la inflación y los impuestos.
- Requerimientos de extintores.
- Plan para capacitación, inicio, depuración y revisión posterior,

Desde el principio del proceso de diseño de un AS/RS debe determinarse el alcance específico de las labores por realizar. Deben prepararse para el proyecto un programa de las revisiones por parte de la administración, una lista de los entregables y el dimensionamiento del nivel de esfuerzo a realizar.

3.1. VENTAJAS DEL USO DE LOS TRANSELEVADORES.

Según (Meade, 2010), un AS / RS tiene ventajas en no hallarse sometidos a muchas de las limitaciones físicas de una operación de un almacén, estas ventajas pueden incluir lo siguiente:

- El SRM y las estanterías se pueden construir hasta una altura de más de 30 metros, si se desea, por lo tanto reduciendo drásticamente el espacio de almacenamiento, incrementa entre un 50% y 80% la eficiencia en el uso del espacio de la bodega
- Un SRM puede viajar a velocidades de hasta 200 metros por minuto dentro de su nave,
- el pasillo para el SRM sólo tiene que ser un poco más ancha que la carga más grande para ser almacenado dentro de los AS / RS, eliminando así el espacio perdido en los pasillos normales para carretillas elevadoras;

- Los AS/RS controlan el inventario y evitan pérdidas, 'memoriza' la ubicación de almacenamiento de todos los productos almacenados;
- Los modernos sistemas Transelevadores aprovechan todos los espacios de la bodega aumentando la capacidad de almacenamiento en área y volumen, ya que pueden alcanzar de 14 a 45 metros de altura sin sacrificar el peso o tamaño del pallet. (García, 2012)
- Se reducen los riesgos de accidentes laborales y las fallas de sistemas en la cadena. (García, 2012)
- Eliminando errores en despachos y generando confiabilidad en los procesos. Los sistemas automáticos son un importante avance en cuanto a competitividad en soluciones logísticas y de almacenamiento de materiales. (Pirabán, 2010)
- A juicio de Claudio Pizarro "los puntos a favor están relacionados con la mayor productividad, expresado en menores tiempos de respuesta, menor tasa de errores y mayor número de movimientos por persona. (Stewart, 2011)
- Los AS / RS son considerados almacenamiento seguros, pues toda la estructura y su maquinaria, con la excepción del punto de entrada y salida, están completamente cerrados para evitar la entrada de personal, garantizando así su seguridad y proporcionando así alta seguridad a los productos. (Meade, 2010)

El portal Operaciones de Bodegas y almacén, considera las siguientes ventajas: (<http://operacionesdebodegasyalmacen.wordpress.com/>). Menor número de trabajadores, Mejora del control del material, Incremento de la capacidad de almacenamiento, Incremento de la densidad de almacenamiento, Mejora de la

seguridad en la función de almacenamiento, Mejora de la rotación del stock, Mejora del servicio al consumidor, Incremento del rendimiento.

3.2. DESVENTAJAS DEL USO DE LOS TRANSELEVADORES.

- El portal Operaciones de Bodegas y almacén, considera las siguientes desventajas: (<http://operacionesdebodegasyalmacen.wordpress.com/>). Alto costo, Gastos de mantenimiento y Dificultad de modificar el sistema.
- Los puntos en contra tienen que ver con el costo de la inversión. De allí lo relevante de disponer de un tamaño mínimo de operación para que la inversión se pague y de exigencias en términos de tiempos cortos de respuesta". (Stewart, 2011)
- Para el Autor (Cordoba, 2013) Manifiesta que estos sistemas pueden tener algunas desventajas generadas de imprevisto o por el mal uso que se le da al sistema, podrían resaltarse las siguientes: Costo financiero del capital para la inversión inicial, Pérdidas de tiempo y de eficiencia por fallas o mantenimiento de equipos y maquinarias, Problemas imputables al software (por ejemplo: documentación insuficiente, incompatibilidades, fallas), Problemas de capacidad de operación, Poca flexibilidad y capacidad para cambios estructurales, Costos de mantenimiento, Capacitación de los usuarios, Aceptación de los usuarios, Vida útil.

3.3. CASOS REALES DE AUTOMATIZACIÓN CON TRANSELEVADORES.

- **PRIMER CASO**

La revista Énfasis Logística de México, en el artículo "Gestión robotizada de almacenes", nos muestra un caso de éxito en la implementación de esta tecnología. (Arriba, 2003)

El mayorista farmacéutico Euroserv, dedicado a la distribución nacional e internacional de medicamentos, ha automatizado la preparación de los pedidos para el mercado exterior con la puesta en marcha de un sistema de almacenaje mixto, que acerca los productos al puesto de picking a través de la acción combinada de un robot Transelevador para cajas y otro para paletas.

El nuevo procedimiento, que monta en paralelo dos almacenes automáticos ha permitido a la compañía alicantina alcanzar una producción diez veces superior a la que conseguían las 16 personas que realizaban el picking en el almacén de producto internacional.

Euroserv comercializa algunos medicamentos de venta masiva, de los que se llegan a solicitar hasta 10 mil unidades en un único pedido. Debido a su alta rotación, cuando estas referencias llegan al almacén no resulta operativo desmontar las paletas para introducir los artículos en un miniload (almacén automático para cajas), sistema en el cual las unidades de carga (cajas), situadas en las estanterías, son manipuladas automáticamente por un transelevador que las acerca al puesto del operario para que éste extraiga o deposite el producto.

- **SEGUNDO CASO**

Este caso se encontró en el sitio WEB de Packaging Digest, donde se evidencia que por el tipo de producto y los volúmenes de producto manejado fue un éxito la implementación de esta tecnología.

Pepsi Beverages Co. (PBC) ha instalado recientemente un sistema automatizado de almacenamiento y recuperación (AS / RS) y el sistema de control de almacén (WCS) en su planta de Tampa, FL. El WCS maneja dos máquinas de almacenamiento / recuperación de los AS / RS, sistemas de pallets y cajas, cinco robots para la recogida de capas / paletizado, estaciones de cuadratura para paletas, enfardado, el etiquetado de impresión y aplicar y la integración de la WCS para PBC de transporte planificación

de recursos empresariales existentes y el sistema de gestión de almacenes (ERP / WMS).

Los sistemas, desde Westfalia Technologies Inc., ayudan PBC cumpla con su compromiso con el medio ambiente y para los "reducir los residuos" principios de Seis Sigma. En comparación con un almacén convencional, el diseño profundo múltiplo de Westfalia Go Green con alta densidad de diseño AS / RS tiene importantes beneficios financieros como el espacio de almacenamiento se maximiza, lo que se traduce en costos de construcción edificio reducidos, costos de operación más bajos sostenible (energía reducido, el trabajo y el producto perder costos), así como la precisión de inventario a través de Westfalia Savanna.NET WCS. Una adición a las instalaciones existentes, este nuevo almacén compacto utiliza sólo el 30 por ciento de la huella de una instalación convencional, teniendo de ese modo un menor impacto sobre el medio ambiente, también.

El flexible y de alta densidad de AS / RS satisface la necesidad de PBC para el almacenamiento máximo, de alto rendimiento, los tampones para manejar el pico de producción de su planta de embotellado, y ayuda en la preparación de varios tipos de paletas para enviar a los clientes. Savanna.NET WCS gestiona y controla todos los productos fluye a través de la instalación de la recepción para pedir su cumplimiento. Es un sistema complejo como el PBC requiere capa completa y paletizado capa de mezcla a tener "almacenar" listo palets cargados en sus camiones rectos y de la bahía.

"El cumplimiento de pedidos automatizada en el caso y el nivel de la capa es clara la orientación de muchos de nuestros clientes se dirigen. Nuestro enfoque de la integración de almacenamiento de reserva y la reposición automatizada ofrece soluciones completamente integradas para la industria de las bebidas, la combinación de la automatización de la reserva profunda y selección de pedidos", dice Dan Labell, presidente de Westfalia Technologies Inc.

3.4. PROVEEDORES DE TRANSELEVADORES.

Por ser una tecnología que es relativamente nueva en nuestro país, existen pocos proveedores de equipos especializados en el movimiento y transporte de mercancías al interior de los Almacenes, las pocas empresas que hay actualmente, son representantes de Proveedores a nivel mundial.

Por otra parte, en aras de profesionalizar el sector y brindar al consumidor las herramientas necesarias para determinar aquello que necesita y hacer buen uso del bien, muchas compañías proveedoras han optado por brindar asesoría a través de especialistas que conocen el mercado logístico, y herramientas tecnológicas que permiten simular las operaciones de los recintos y calcular qué y cuántos equipos se necesitan. Lo anterior, también se complementa con servicio técnico, soporte y stock de repuestos. (Arancibia, 2014)

Como resultado de esta investigación se muestran una amplia oferta, provenientes de diversos continentes y en múltiples formatos.

3.4.1. PROVEEDORES EN COLOMBIA:

- **Dimetal Ltda.**

<http://dimetal.com.co>

Empresa especializada en diseño e ingeniería metalmecánica que nació pensando en ofrecer soluciones orientadas a la logística de almacenamiento en bodega y que cuenta con una trayectoria de seis años trabajando en sistemas convencionales. Actualmente son los representantes de la empresa portuguesa Efacec (proveedor líder de sistemas automatizados de almacenaje y mantenimiento continua, con experiencia de 30 años). (Garcia, 2012)

- **Mepal – Carvajal Espacios S.A.S.**

<http://www.carvajal-mepal.com>

Se convierte en pionera de los más grandes procesos de automatización en Colombia, muestra de ello es el proyecto que desarrollará en los próximos meses, el mayor centro

automático de almacenamiento del país, donde cerca del 95% del almacén será manejado por sistemas robotizados. Todo esto soportado en tecnologías desarrolladas por Mecalux, Crown y Doosan, líderes mundiales en equipos técnicos para el sector. (Pirabán, 2010)

3.4.2. PROVEEDORES EN EL MUNDO

- **System Logistics Corporation (USA).**

<http://www.systemlogistics.com/spa/azienda.php>

Es un proveedor global de soluciones innovadoras de intralogística y manipulación de material para la optimización de la cadena de soporte de almacenes, centros de distribución y plantas de producción de todo el mundo.

System Logistics forma parte de SYSTEM, un grupo italiano privado fundado en 1970 en Fiorano (Módena, Italia). Este grupo desarrolla soluciones innovadoras en el ámbito de la automatización industrial para diferentes sectores (entre los que destacan, la cerámica, la logística, el packaging). System cuenta con una difusión internacional a través de sus 34 filiales distribuidas en 25 países del mundo y una plantilla de 1400 personas.

- **TGW Group. (AUSTRIA)**

<http://www.tgw-group.com/es-es/empresa/>

El Grupo Logístico TGW es un proveedor líder a nivel mundial de soluciones logísticas automatizadas altamente dinámicas para: Almacenes, Producción, Picking de pedido y Distribución.

EL AS/RS DE TGW reduce los costes logísticos hasta en un 50%, los sistemas de almacenamiento y retirada automáticos que fabrica TGW son innovadores y cuentan con un diseño modular. Ofrecemos más variantes de equipamiento y soluciones individuales para satisfacer un mayor abanico de necesidades de los clientes. Esto permite velocidades, niveles de aceleración y alturas del sistema nunca vistos hasta ahora.

- **SSI Schafer. (ALEMANIA)**

<http://www.ssi-schaefer.de/ssi-schaefer/wir-ueber-uns.html>

Es una empresa privada, propiedad de una familia alemana desde su fundación en 1937. es un socio fuerte y fiable, con más de 50 filiales en todo el mundo. Proporciona ideas, conceptos y soluciones integrales para una gestión logística compleja. Como proveedor de sistemas con know-how internacional y presencia global, SSI SCHÄFER es su partner competente. Con nuestras prestaciones de ingeniería, tecnologías para maquinaria, estructuras de acero y PLC de un solo proveedor, y con un desarrollo propio de tecnologías de información (IT) y de software garantizamos soluciones perfectamente integradas.

- **MECALUX (ESPAÑA)**

<http://www.mecalux.com/>

Es una de las empresas líderes en el mercado de sistemas de almacenamiento. Está especializada en el diseño, la fabricación, la venta y los servicios relacionados con las estanterías metálicas, almacenes automáticos y otras soluciones de almacenamiento. Mecalux es la compañía líder en España, y ocupa el tercer lugar en el mundo en su campo, la venta de más de 70 países.

La posición privilegiada de la compañía se basa en la aplicación de la tecnología más avanzada de la industria, y en su amplia red de distribución en España, Francia, Portugal, Italia, Alemania, Eslovaquia, Bélgica, Holanda, Reino Unido, República Checa, Polonia, Argentina, Uruguay, Perú, Brasil, Chile, Panamá, México, Canadá, Turquía y los EE.UU..

El grupo cuenta con once centros de producción: en España (Barcelona, Gijón y Palencia), Polonia (Gliwice), EE.UU. (Chicago, Sumter y Pontiac), México (Tijuana y Matamoros), Brasil (Sao Paulo) y Argentina (Buenos Aires), cada uno de ellos ubicado estratégicamente para ofrecer un servicio rápido y flexible a sus mercados actuales y potenciales.

4. MATERIALES Y MÉTODOS.

Esta Investigación utilizará los siguientes Métodos: Entrevistas y Documentos. Se desarrollara en cuatro etapas principales, las cuales se describen a continuación:

4.1. Fundamentos teóricos.

En esta etapa se hace una revisión la Literatura existente respecto al funcionamiento, uso, características, ventajas y desventajas del uso de los Transelevadores. Casos de Automatización de Almacenes y características que deben tener los almacenes para ser automatizados con esta tecnología. Se identifican los diferentes proveedores de equipos a nivel mundial y se comparan los valores agregados que ofrecen. Se analizan casos de empresas que han Automatizados sus almacenes mediante el uso de los Transelevadores y cuales han sido sus resultados. Evaluar procedimientos y procesos a seguir en la implementación de la tecnología.

La metodología utilizada para recopilar la información necesaria en el desarrollo de este artículo se realizó una búsqueda a través de diferentes fuentes como son:

- Búsqueda en las bases de datos de la Google Académico, ProQuest y Ebrary.
- Lectura de Libros de Logística y Revistas Especializadas en logística como son: Revista de Logística (Colombia), Revista Énfasis Logística (México), Revista Logistec (Chile), Logistics Management Magazine (USA) y Facility Management Magazine (Australia).
- Lectura de Proyectos e investigaciones realizadas sobre el tema.
- Visita a los sitios Web de los Proveedores de este tipo de equipos como son: Dimetal Ltda. (Colombia), Mepal – Carvajal Espacios S.A.S. (Colombia), System Logistics Corporation – (USA), TGW Group. Soluciones logísticas inteligentes (España) y SSI SCchafer (Alemania).

- En el sitio WEB de Packaging Digest, La marca No.1 medios de comunicación en América del Norte, es una marca de medios de UBM Canon.
- En sitios WEB a través del buscador Google con los términos Automatización, Almacenes Automáticos, Transelevadores.
- Visualizando videos colgados en la plataforma de You Tube, referentes al funcionamiento e implementación de esta tecnología.

4.2. Entrevistas a expertos.

Se realizaran 3 entrevistas a personas expertas en logística, tecnología con una vasta experiencia, con el objetivo de conocer sus conceptos, conocimientos, experiencias y expectativas que tienen respecto al uso de los transelevadores en la Automatización de Almacenes.

Esta entrevista se elabora con preguntas abiertas, que permita conocer ampliamente su apreciaciones al respecto, se va entrevistar a:

Tulio Mario Castrillón Tobón, Gerente General de Logistics & Services S.A.S. Operador Logístico de Clase Mundial. Es un Ingeniero Industrial Especialista en Logística en España, quien fue Vicepresidente Operativo de Almacénar S.A. Profesional con más de 20 Años de experiencia

Nestor Galindo Murillo, Gerente de al Gerente de Comercializadora MEF S.A.S. Empresa Colombiana dedicada a la prestación de servicios en el sector de Alquiler, venta de equipos Montacargas y Almacenamiento Tecnificado. Es Ingeniero mecánico, diseñador industrial, especialista en seguridad y prevención de riesgos profesionales. Experto en equipos de manipulación. Instructor en compactación línea amarilla, mini cargadores de dirección deslizante. Amplia experiencia técnica en el sector de

maquinaria, herramientas e insumos para la industria en general. Profesional con más de 20 Años de Experiencia.

César Elías García Díaz, Director de Planeación de la Demanda y Compras en Almagres. Ingeniero Industrial, Especialista en Gerencia Logística. Docente de la Universidad Militar Nueva Granada, en la asignatura de Tecnología y logística en la Especialización en Gerencia Logística Integral.

5. RESULTADOS Y ANÁLISIS.

Si bien es cierto que la automatización es una práctica que está aumentando en los últimos años y ofrece grandes beneficios, no hay que perder de vista que también muchas inversiones se han perdido debido a un mal diagnóstico al definir la verdadera necesidad que tiene el centro de distribución. Con todas las tecnologías disponibles, es difícil escoger cuál pueda ser la elección correcta para la operación. La respuesta ante esta inquietud se traduce en dónde se quiere estar en los próximos años. (Urzelai, 2013)

El Autor (Perez, 2013). Advierte que antes de automatizar es necesario hacer un estudio serio desde lo técnico y lo económico, para definir qué tan viable resulta este proceso y su grado de implementación.

6. SE PROPONE LA SIGUIENTE METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN:

6.1. Justificación Técnica.

Se debe realizar una revisión detallada de los procesos, las necesidades y los objetivos que se desean alcanzar con la implementación, con el objetivo de conocer el nivel de Automatización que se requiere:

- Antes de considerar cualquier tecnología, comprenda claramente las metas del negocio y los requerimientos de servicio.

- Revisar qué procesos o subprocesos son susceptibles de ser automatizados. Realizar las siguientes preguntas ¿Estas tareas son muy repetitivas y se pueden automatizar?, ¿Qué tipo y cantidad de mercancía se va a manipular? ¿Los productos, cajas o unidades son lo suficientemente estándares para armar plataformas iguales?.
- Conformar un equipo de Proyecto Interdisciplinario, liderado por un Gerente encargado de la planificación de todas las etapas, la consecución de varios proveedores que participen activamente en el diseño, los consultores logísticos, los integrantes de la compañía (el departamento de sistemas, el departamento de mantenimiento y el personal Logístico del Almacén).
- Buscar Asesores Externos expertos en diseño de centros de distribución e implementación de automatizaciones. Tenga en cuenta que este proyecto tiene un impacto significativo dentro de la compañía y un componente económico bastante alto, por tal motivo no puede escatimar esfuerzos en rodearse de los mejores.
- Realizar Análisis detallados de los volúmenes de la operación logística (Recibo y despacho), la rotación de los Productos, tipo de Mercancía a Manipular y Cantidad de SKUs.
- Pensar en la flexibilidad que debe tener el sistema.
- Norma de Sismo resistencia en la construcción de Almacenes.
- Estimar la tasa de crecimiento de la operación en los próximos años es crítico, de esta forma se podrán dimensionar las necesidades a futuro.

- Visitar empresas donde se hallan implementado Sistemas Tecnológicos en empresas con procesos similares a las que se piensan efectuar en el centro de distribución. Preferiblemente del mismo tipo de negocio.
- Conocer las diferentes experiencias de personas que ya han implementado este tipo de Tecnología. De esta forma puede evitar caer en errores en los cuales otras personas han incurrido.

6.2. Justificación Económica.

Se debe realizar un estudio de costo Beneficio el cual incluye los siguientes elementos:

- Inversión Inicial. (Valor del terreno , Estructura del edificio, Servicios generales, Maquinaria y equipo Requerido, Retorno de la inversión, Financiación, impuestos, Pago de Intereses y Mantenimiento.
- Ahorros en Costo de Operación Anual, (Costo Mano de Obra directa e Indirecta, Espacio por optimización del almacén en las tres dimensiones, servicios generales, Depreciación, seguros e impuestos, Daños a los productos, Mermas, Costos de inventarios, Mejoría de las condiciones de trabajo, Mejoramiento en los niveles de servicio y Mejoramiento en el control de materiales).

“A veces, el afán por conseguir una rápida optimización nos lleva a no parar la pelota y pensar que, probablemente, existe una oportunidad de revisar y ajustar los procesos, para luego establecer una herramienta que permita, a su vez, automatizarlos” (Vargas, Luis 2010).

El Autor (Jewell, 2012) Manifiesta: Recientemente hablé con un ejecutivo que no mostraba mucho entusiasmo por el uso de una solución automatizada convencional y que estaba muy interesado en una solución de automatización robotizada. Sin embargo, luego de evaluar sus perfiles de pedidos y de efectuar un análisis de rotación

de SKUs, quedó claro que la inversión en robótica no se podía justificar. La solución convencional era la respuesta adecuada para los ítems de baja velocidad y bajo volumen de esta empresa.

Las soluciones tecnológicas deben ser la suma de una estrategia con bases sólidas y de las herramientas, ya que ninguna por si sola puede lograr objetivos corporativos ambiciosos que se reflejen en la competitividad de las organizaciones. (Vargas D. , 2009)

CONCLUSIONES.

Con este artículo se han analizado y estudiado los Sistemas de Almacenamiento y Recuperación Automatizada (AS/RS), su aplicación en logística y gestión de inventarios, así como las ventajas y desventajas de su implementación, siendo las principales conclusiones obtenidas las siguientes:

Se concluye, dando respuesta a los interrogantes planteados al inicio de la investigación:

- Considero que no es factible el uso de esta tecnología en las Empresas de Consumo Masivo en Colombia, por ser equipos de con una inversión muy grande, los volúmenes de mercancía que manejan no justifican la Inversión, la Al tura y la capacidad de carga en los pisos de los Almacenes en Colombia, las diversidad de formas en la mercancía y la gran diversidad de SKUs que manejan. Los Expertos coincide con la conclusión y agrega otras razones muy importantes como somos son: el retorno de la inversión a largo plazo, los costos que se reducen no sustentan la inversión y los márgenes de utilidad de este tipo de empresas son muy bajos.
- Considero que la Automatización de los procesos, es parte de lo que tiene que hacer la industria Colombiana para ser competitiva en el mundo, pero considero que todos los Actores de la Cadena de Abastecimiento debe ser

revisados minuciosamente, para hacerla más eficiente. Los Expertos manifiestan que inicialmente el enfoque debe concentrarse en las competencias, capacidades y entrenamiento del talento humano, para que los procesos sean simplificados a su máxima expresión, incluso identificar y eliminar todos los procesos que no agreguen valor como paso inicial a una automatización de los procesos, como premisa inicial se deben automatizar procesos que agreguen valor y que estén administrados tanto en su variación como en sus desviaciones, aumentar nuestra competitividad debe ser la suma de muchas variables como productividad, eficiencia, infraestructura, y en una etapa final la automatización de los procesos. Algo muy importante que no está en las manos de los Industriales sino del Gobierno es Invertir en infraestructura vial y portuaria, pues ahí es donde todas las empresas que comercializan a nivel mundial, pueden verse beneficiadas en la reducción de costos.

- Los Transelevadores se consideran equipos tecnológicos que ayudan a mejorar nuestros procesos haciéndolos más eficientes, controlados y seguros. En países industrializados donde los costos de mano de obra, la escases del terreno, las imposiciones tributarias, legales y gubernamentales, el tamaño del mercado, hacen que el costo beneficio de los costos logísticos de automatización sean menores
- El Nivel de Automatización deben tener los Almacenes, depende del estudio Técnico y financiero que se realice a la empresa, en ocasiones es más rentable una operación convencional a una operación automatizada. Los Expertos opinan que el grado de automatización depende de las estrategias de las compañías, el impacto en el nivel de servicio, la facilidad y acceso a capital de inversión.

- Comparto la apreciación de los expertos que manifiestan que este tipo de inversiones en Algunos casos puntuales los pueden realizar empresarios Colombianos, liderados más por compañías multinacionales.
- Los conceptos que se deben tener en cuenta en el proceso de decisión para invertir en este tipo de tecnología, fueron expuestos anteriormente en la Metodología propuesta, complementado con las observaciones realizadas por los expertos.
- A diferencia de Estados Unidos y Europa, en Colombia el nivel de automatización de Almacenes es mínimo, pues es una tecnología que está ingresando a nuestro país, los procesos en nuestra industria tiene mucha intervención del factor humano, los procesos logísticos en los Almacenes son manuales en un alto porcentaje.
- “En un futuro la automatización encontrará más aplicaciones en la industria, principalmente en empresas que manejan grandes volúmenes de producto; esto les permitirá la utilización de almacenes automatizados y sistemas de picking de diferente complejidad, dependiendo de las condiciones específicas para cada empresa. Con esto, se verán reflejadas grandes ventajas operativas y competitivas, gracias a una automatización a la medida de sus CEDIS”, finaliza el Director de Ventas de Stocklin Logistics de México. (Salas, Rosa 2014).

AGRADECIMIENTOS.

Agradezco Primeramente a Dios por el respaldo y fortaleza que medió para terminar mis estudios, a mi Madre y a mi familia por su apoyo moral.

Bibliografía

Revista Énfasis Logística . (2014). *Equipamentos en CDs: Automatización Operativa*.

Abad, E., & De la Fuente, I. (2012). Estudio de la Automatización de un Supermercado para Mayoristas. *Universidad de Valladolid Escuela de Ingenieros Industriales*.

Anaya, J. (2007). *Logística Integral "La Gestión Operativa de la Empresa"* (3a ed.). Madrid, España: Esic Editora.

Arancibia, G. (2014). Gruas Eléctricas para trabajo en alturas y en espacio reducido. *Revista Logístec*.

Arriba, A. (2003). Gestión Robotizada de Almacenes. *Revista Énfasis Logística*.

Bastos, A. (2007). Distribución Logística y Comercial ". *La Logística en la Empresa*.

Castelazo, R. (2011). Logística y Competividad. *Revista de logística*.

Cordoba, J. (2013). La Mecánica de un Almacén Automático. *Revista de Logística*.

Escudero, M. J. (2014). *Logística de Almacenamiento*. España: Ediciones Paraninfo S.A.

Flores, I. (2012). Dan Consejos para Optimizar Almacenes. *Revista Énfasis Logística*.

Garcia, M. (2012). Alianza Logística de Alta tecnología entre Portugal y Colombia. *Revista de Logística*.

Hernandez, r., Fernandez, C., & Baptista, P. (2003). *Metodología de la Investigación* (3a ed.). México D.F: McGraw-Hill.

<http://dimetal.com,co>. (s.f.).

<http://operacionesdebodegasyalmacen.wordpress.com>. (s.f.).

<http://www.carvajal-mepal.com>. (s.f.).

<http://www.mecalux.com/>. (s.f.).

<http://www.ssi-shaefer.de/ssi-schaefer/wir-ueber-uns.html>. (s.f.).

<http://www.systemlogistics.com/spa/azienda.php>. (s.f.).

<http://www.tgw-group.co/es-es/empresa/>. (s.f.).

- Jewell, F. (2012). Automatización de Centros de Distribución ¿Cuál es la mejor solución? *Revista de Logística*.
- Mauleón, M. (2013). *Sistemas de Almacenaje y Picking*. Madrid: Ediciones Díaz de Santos S.A.
- Meade, R. (2010). Automated Systems: Storage Solutions of the future. *Facility Managemen Magazine*.
- Pau, J., & Navascues, R. (2001). *Manual de Logística Integral*. Madrid: Ediciones Díaz de Santos S.A.
- Perez, C. (2013). Bodegas cada vez más Inteligentes. *Revista de Logística*.
- Pirabán, A. (2010). 3 Claves para Almacenar mejor y en menos espacio. *Revista de Logística*.
- Stewart, R. (2011). ¿Cuándo Automatizar una Bodega? *Revista Logistec*.
- Tompkins, J. W., Yavuz, B., & Tanchoco, J. (2005). *Planeación de Instalaciones* (3a ed.). Cengage Learning.
- Urzelai, A. (2013). *Manual Básico de Logística Integral*. Madrid: Ediciones Díaz de santos S.A.
- Vargas, D. (2009). Tecnología a la Medida. *Revista de logística*.
- Vargas, L. (2010). Almacenamiento Inteigente. *Revista de Logística*.