

TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN EN LA CADENA DE SUMINISTRO

INFORMATION TECHNOLOGIES IN SUPPLY CHAIN MANAGEMENT

ALEXANDER CORREA ESPINAL

Profesor Escuela de Ingeniería de la Organización, Universidad Nacional de Colombia, alcorrea@unal.edu.co

RODRIGO ANDRÉS GÓMEZ MONTOYA

Ingeniero Industrial, Universidad Nacional de Colombia, ragomez@unalmed.edu.co

Recibido para revisar febrero 29 de 2008, aceptado julio 23 de 2008, versión final agosto 13 de 2008

RESUMEN: Este artículo de revisión bibliográfica busca identificar el estado del arte y la utilización de las Tecnologías de la Información y Comunicaciones (TIC's) en la cadena de suministro y su nivel de aplicación en la industria colombiana a través del análisis de algunos estudios existentes. Para esto se parte de conceptos generales, hasta llegar a las TIC's logísticas, las cuales varían según las características y necesidades de la cadena de suministro. A partir de dicha revisión se observó que estas tecnologías en su mayoría contribuyen a la reducción de costos y a mejorar el flujo de información entre los actores de la misma. Los principales obstáculos para la implementación de las TIC's en la cadena de suministro son los altos costos, la cultura de la organización y la inadecuada estructuración de los procesos. Con relación a su uso en Colombia, se identificó en los estudios analizados, un bajo grado de implementación en las pequeñas y medianas empresas (PYMES) y un nivel medio en las grandes empresas y operadores logísticos.

PALABRAS CLAVE: Cadena de suministro, Gestión de la cadena de suministro, Tecnologías de la Información y Comunicaciones (TIC's), logística, PYMES.

ABSTRACT: This paper review identifies the state of the art and the current use of Information and Communications Technologies (ICT) in the supply chain and its application level in Colombian industry through analysis of existing studies. This review starts in logistics general concepts, up to its application in ICT's, which varies according to supply chain characteristics and needs. It was observed that most of these technologies contribute to cost reduction and improvement of the information flow among the actors of the supply chain. The main obstacles to ICT's application in supply chain are: high costs, organizational culture and inadequate process restructuring. With respect to its use in Colombia, the analyzed studies show a low implementation level in the Small and Medium Size Enterprises (SMEs), and a medium level in big companies and logistics operators.

KEYWORDS: Supply Chain, Supply Chain Management, Information and Communications Technologies (ICT's), logistics, SMEs.

1. INTRODUCCIÓN

Actualmente la cadena de suministro se ha convertido en la base del desarrollo empresarial para lo cuál, se han implementado diferentes tecnologías que mejoran su gestión.

Dichas tecnologías son conocidas como TIC's (Tecnologías de Información y Comunicaciones), las cuáles varían según las etapas de la cadena de suministro (procesos logísticos). El presente artículo de revisión bibliográfica busca exponer el estado del arte de

las TIC's logísticas, con el fin que las personas interesadas en el tema especialmente empresarios y académicos tengan una visión general de las posibilidades de uso en el país.

La construcción de este documento se basa en la revisión bibliográfica de libros, revistas científico/comerciales y estudios especializados a nivel nacional e internacional, tales como: Ballou [1], National Research Council Staff [2] y Urzelai [3], etc. El documento se divide en dos partes, en la primera se presenta de forma general los conceptos de cadena de suministro y las TIC's aplicadas en su gestión, cada numeral de esta, se construye con la siguiente estructura: definición, características, ventajas, desventajas e impacto. En la segunda parte se hace una revisión de algunos estudios sobre el uso de las TIC's en Colombia. Finalmente, para facilitar la construcción del artículo, se divide la cadena de suministro en logística de entrada/aprovisionamiento, interna/producción y salida/distribución.

2. CADENA DE SUMINISTRO

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. Ballou, define cadena de suministro como “*un conjunto de actividades funcionales que se repiten a lo largo del canal de flujo del producto, mediante los cuáles la materia prima se convierte en productos terminados y se añade valor al consumidor*” [1]. Mientras el comité de la OEM(Original Equipment Manufacturer de Estados Unidos) define la cadena de suministro como una *asociación de consumidores y proveedores quienes, trabajando juntos en sus propios intereses, compran, transforman, distribuyen, y venden bienes y servicios entre ellos mismos, resultando al final la creación de un producto final específico*[2]. Por lo cuál, se infiere que la cadena de suministro busca añadir valor al cliente, mejorar las relaciones con proveedores y aumentar las ganancias a los accionistas.

Otra definición importante, es la presentada en el manual practico de logística [3], así: “*La cadena de suministros engloba los procesos de negocios,*

personas, la organización, la tecnología y la infraestructura física que permite la transformación de materia prima en productos terminados que son ofrecidos y distribuidos a los consumidores para la satisfacción de la demanda”. Por lo tanto, 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. El logro de este objetivo se hace posible con la gestión de la cadena de suministro, la cuál será detallada en el siguiente numeral.

La cadena de suministro es una visión integral de los elementos logísticos, los cuales según Terrado se componen de tres tipos: *Aprovisionamiento o logística de entrada, fabricación o logística interna, y distribución o logística de salida* [4]. Logística interna se encarga de planificar y gestionar los flujos de materiales y productos que tienen lugar en el interior de la empresa, es decir, considera producción, almacenamiento y recogida de productos en bodega. La logística externa (entrada y salida) se centra en la planificación y gestión de flujo de materiales y productos entre la empresa y los otros agentes de la cadena de suministro [5]. Cuando estos tres elementos (logística de entrada, interna y salida) interactúan y coordinan actividades, se considera la creación y funcionamiento de la cadena de suministro. En la Figura.1 se presenta una relación entre la logística, la cadena de suministro y su gestión.

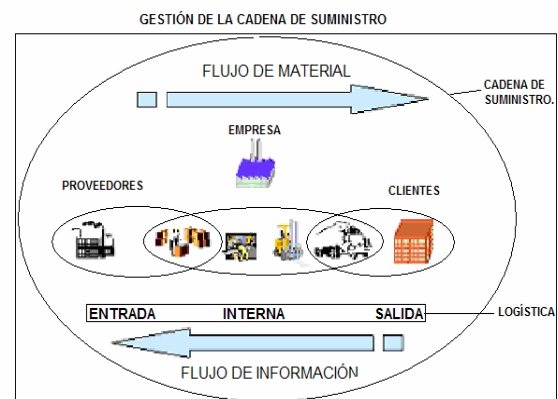


Figura 1. Integración cadena de suministro y logística

Figure 1. Relation between supply chain and logistics

Fuente: propia

3. GESTIÓN DE LA CADENA DE SUMINISTRO (SCM)

La Gestión de la Cadena de Suministro o en inglés Supply Chain Management (SCM), es definida por el Council of Logistics Management como *“la coordinación sistemática y estratégica de las funciones de negocio tradicional y las tácticas utilizadas a través de esas funciones de negocio, al interior de una empresa y entre los diferentes procesos de la cadena de suministro, con el fin de mejorar el desempeño en el largo plazo tanto de la empresa individualmente como de toda la cadena de suministro en general”* [6]. Por lo cuál, esta se convierte en el medio para lograr la colaboración e integración de la cadena de suministro, debido que se puede llegar a disminuir la incertidumbre en la toma de decisiones, gracias a la coordinación de los procesos entre empresas y el desarrollo de las TIC's, que facilitan el intercambio de información continua entre los procesos de la cadena de suministro. Adicionalmente, Ballou describe que la administración de la cadena de suministro *“enfatisa en las interacciones de la logística que tienen lugar entre las funciones de mercadeo, producción, y procesos de otras empresas independientes dentro del canal del flujo del producto”* [1]. Se puede inferir que la SCM tiene como gran objetivo garantizar las interacciones adecuadas de los elementos logísticos, con el fin de que en la cadena de suministro se presente un flujo de productos e información óptimos, que permita la reducción de costos y el aumento de la satisfacción de los clientes. Cabe destacar, que las TIC's se han convertido en un medio facilitador para que la SCM cumpla sus objetivos, debido que estas permiten el almacenamiento y transmisión de información logística, que posteriormente se convierte en la base para la toma de decisiones. La SCM es un medio para que la empresa mejore la competitividad y genere valor a los clientes. Por lo cuál *“Una empresa que reduce costos y satisface las necesidades de los clientes, depende de una cadena de suministro bien gestionada, integrada y flexible que se maneja en tiempo real y fluye información de manera eficiente”*[3]. Por lo tanto, *“Una efectiva gestión de la cadena de suministro implica el intercambio de información y bienes, entre proveedores y*

clientes, incluyendo fabricantes, distribuidores, y otras empresas que participan en el funcionamiento de la cadena de suministro” [7]. Lo cuál hace pensar que este objetivo se esta logrando gracias a la mejor administración y facilidad en el intercambio de información en la cadena de suministro, debido a la diversidad y avances de las TIC's logísticas.

Se podría expresar que la SCM es una *“Estrategia, encargada de gestionar conjuntamente las actividades, procesos y agentes de la cadena de suministro”* [5].

4. TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y SCM

Las TIC's, se han convertido en un medio de desarrollo empresarial y fuente de ventaja competitiva. La Asociación Americana de las Tecnologías de la Información (Information Technology Association of America, ITAA), define que las TIC 's son: *“el estudio, el diseño, el desarrollo, el fomento, el mantenimiento y la administración de la información por medio de sistemas informáticos, esto incluye no solamente la computadora, el medio más versátil y utilizado, sino también los teléfonos celulares, la televisión, la radio, los periódicos digitales, etc”* [8]. En la actualidad las empresas de diferentes sectores y tamaños se están basando en esas (TIC's) para transformar la manera de realizar negocios, integrar procesos, mejorar la productividad y las relaciones con las empresas colaboradoras. Finalmente, según Muñoz Machado, una de las cualidades de las empresas rentables es que registran y procesan toda clase de datos relativos a sus actividades, aunque en ocasiones la obtención y procesamiento de los mismos no sean fáciles [9].

La Cadena de Suministro no ha sido ajena al impacto de las TIC's, las cuáles han influido positivamente en su funcionamiento, debido a que esta opera en un ambiente globalizado y altamente cambiante, donde la información oportuna y de calidad se convierte en el mejor aliado. Según Grunasekaran, la utilización de las TIC's se han intensificado gracias a su rápido desarrollo y aplicabilidad en los procesos logísticos. Además, si se considera la cantidad y complejidad de los procesos y actividades que

implica la cadena de suministro, se hace casi obligatorio la utilización de las TIC's para el tratamiento y posterior análisis de la información [10]. Además, una conclusión del estudio de Cachon y Fisher indica que utilizar TIC's en la logística conlleva a la reducción de costos y a la mejora del flujo de bienes a través de la cadena de suministro [11]. Levary afirma que las TIC's en la SCM pueden proporcionar ventajas potenciales como la reducción de tiempos de ciclo, reducción de inventarios, minimizar el efecto del látigo, y mejorar la efectividad de los canales de distribución [12].

Según Simchi-Levi, los objetivos de las Tecnologías de la Información en la SCM, son los siguientes [13]: a) Proporcionar información disponible y visible; b) Tener en un solo punto el acceso a los datos; c) Facilitar la toma de decisiones basadas en el hecho que se tiene información de toda la cadena de suministro y d) Permitir la colaboración entre los actores de la cadena de suministro.

Según Gunasekaran y Ngai, la aplicación de las TIC's en la cadena de suministro presenta inconvenientes en su elección e implementación, tales como: *“Falta de Integración entre las*

TIC's y el modelo de negocios, poca planeación estratégica, aplicaciones de TIC's insuficientes para el manejo de la empresa virtual, e inadecuada aplicación del conocimiento en la SCM” [10]. A pesar de estos inconvenientes, las TIC's son esenciales.

Actualmente existe gran variedad de TIC's para los procesos logísticos de la cadena de suministro. Entre las TIC's más comunes aplicadas a la logística de entrada se encuentra el EDI (Electronic Document Interchange), VMI (Vendor Managed Inventory), CRP (Continuous Replenishment Program), el e-procurement y e-sourcing. Mientras para la logística interna se considera el ERP (Enterprise Resource Planning), MRP I (Material Requirement Planning), MRP II, WMS (Warehouse Management System). Por último para la logística de salida se considera el TMS (Transportation Management System), EDI, EPC (Electronic Product Code), entre otros. Finalmente, en la Figura 2, se presenta una clasificación de las principales TIC's utilizadas en la gestión de la cadena de suministro. En los numerales siguientes, se realizará un análisis detallado de estas TIC's y su aplicación en Colombia.

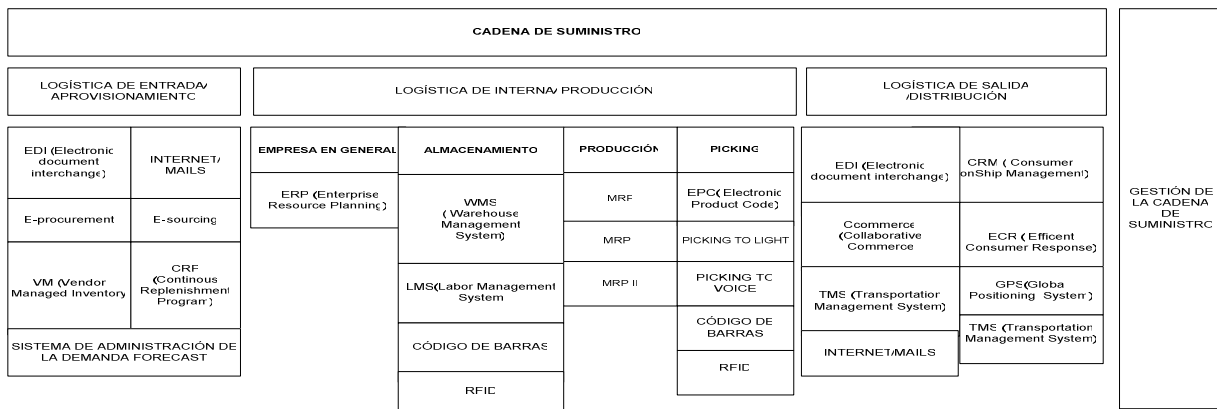


Figura 2. Mapa de TIC's aplicadas a la Gestión de la Cadena de Suministro

Figure 2. ICT's map applied to the Supply Chain Management

Fuente: propia

5. TIC'S EN LA LOGÍSTICA DE APROVISIONAMIENTO

Cómo se explicó con anterioridad la logística de aprovisionamiento o de entrada, es considerada

dentro de la logística externa debido que se enfoca en planificar y gestionar las actividades relacionadas con los agentes de la cadena de suministro, que proveen la materia prima e información necesaria para la producción del

bien o prestación del servicio[5]. Después de realizar una revisión bibliográfica se identificó que las principales (TIC's) aplicadas a esta son: El EDI, e-procurement, el VMI, CRP, el e-sourcing, e-mails, Sistema de Administración de la Demanda (Forecast). A continuación se realiza una descripción de las primeras cuatro TIC's mencionadas.

5.1 EDI (Electronic Data Interchange)

Para tener un mejor conocimiento del EDI, se presentan las siguientes definiciones: Telefónica de España, la define como: *“la transmisión electrónica de documentos comerciales normalizados entre ordenadores, de modo que la información pueda ser procesada sin necesidad de intervención manual”* [9]. Mientras IBM, la define como *“la transferencia de Información entre empresas utilizando mensajes electrónicos con contenidos estandarizados, los cuales fueron previamente establecidos entre las partes”* [14].

Si las transacciones e intercambio de información entre empresas son automatizadas y normalizadas por medio del EDI, se puede mejorar el aprovisionamiento y la SCM en general, debido que posiblemente se reduce el tiempo de envío, recepción de documentos, disminución de costos, y se mejoraran las relaciones comerciales entre las partes que intervienen [5]. El EDI presenta desventajas, tales como los altos costos de implementación y complejidad de la infraestructura física, lo cuál, no ha permitido que muchas empresas pequeñas lo utilicen.

5.2 E-PROCUREMENT

El e-procurement es definido por Aberdeen, como una herramienta que permite automatizar los procesos tácticos y el flujo de información asociados con el aprovisionamiento [15]. Además, Urzelai define que el e-procurement automatiza el proceso de compras, a través del software y de la tecnología de Internet, y mejora la relación entre comprador y vendedor compartiendo información ágil y continua” [5]. Las soluciones e-procurement basan la optimización del proceso de aprovisionamiento(productos estandarizados y altos volúmenes), a

través de la utilización de catálogos para la realización de pedidos, la automatización de la aprobaciones de órdenes de compra, y establecimiento de controles para hacer cumplir las políticas de aprovisionamiento establecidas para compradores y proveedores [15].

Las ventajas del e-procurement radican que esta soportada en Internet e Intranet y se basa en las mejores prácticas de aprovisionamiento, lo que permite optimizar las operaciones de compra y venta entre las empresas, lo cuál, máxima los intercambios de bienes e información a través de toda la cadena de suministro de una forma ágil y oportuna, y se crea una sola interfaz de comunicación con los proveedores. Una de las principales desventajas que presenta es que requiere la utilización de catálogos electrónicos para la realización de pedidos, por lo que en ocasiones se presentan errores de precios y productos.

5.3 VMI (Vendor Managed Inventory) /CRP (Continuous Replenishment Program)

El VMI Y CRP, son un sistema de aprovisionamiento que se basa en el intercambio de información (Internet/EDI), de tal forma que es el propio proveedor quien gestiona los niveles de stock de su empresa cliente, y el que genera los pedidos [5]. Según Bone el VMI se presenta cuando el proveedor controla los inventarios del cliente, y reabastace las cantidades necesarias [16]. Además, se ha incrementado el uso del VMI debido que nos encontramos en una era en la cuál la información acerca del consumo y las necesidades de la empresa pueden ser fácilmente transmitidas a los proveedores. Según Schutt algunas de las ventajas de la utilización del VMI son: Manejar más eficientemente el reaprovisionamiento, reducción de costos de transporte, disminución de cantidad de inventarios y mejoras en el sistema de demanda (Forecast) en la empresa del cliente [16]. Adicionalmente, Ballou explica que la aplicación del VMI mejora la estimación de pronósticos y la administración y control de la producción e inventarios. [1]. Mientras las desventajas pueden ser, la poca confianza por parte de las empresas para delegar tal responsabilidad a sus proveedores y la falta de

infraestructura tecnológica de muchas empresas para garantizar el flujo de información de consumos e inventarios para realizar las operaciones.

El CRP es considerado una parte del VMI, y maneja la información para que el reaprovisionamiento sea continuo [5].

6. TIC'S EN LA LOGÍSTICA INTERNA

La logística interna o de fabricación, se enfoca en planificar y gestionar las actividades relacionadas con la transformación de la materia prima en producto terminado, e incluye los procesos de almacenamiento, producción y picking [5]. Las principales TIC's aplicadas a esta, son: El ERP, WMS, MRP I-II, Código de barras, el RFID (Radio Frequency Identification), Pick to Light-Voice y LMS (Labor Management System). A continuación se realiza una descripción de cada una de estas, excepto la LMS.

6.1 ERP (Enterprise Resource Planning)

Según Berenguer y Ramos, El ERP que se traduce como planificación de recursos de la empresa, es un programa de software concebido para gestionar de forma integrada las funciones de la empresa [17]. Para SAP, principal proveedor en el mundo de ERP, lo define como una arquitectura de software empresarial que facilita e integra información entre las funciones de manufactura, logística, finanzas y recursos humanos [18].

Las ventajas de los ERP residen principalmente en la utilización de una única base de datos, lo que facilita la comunicación e intercambio de información entre los departamentos de la empresa y evita la redundancia y duplicidad de la información. Adicionalmente, la composición de módulos integrados e independientes entre sí, facilita la modificación y ajuste. Las principales desventajas que presentan en su uso son las grandes inversiones de dinero y altos porcentajes de fracasos en proyectos de implementación, debido a la no reestructuración de los procesos de negocio, y a la mala gestión del cambio de la cultura organizacional [18].

6.2 WMS (Warehouse Management System)

Según Ballou, el WMS es un subsistema de información que ayuda en la administración del flujo del producto y el manejo de las instalaciones en la red logística. Además, se considera que controla las operaciones que alimentan de materia prima y componentes al proceso de producción, y atiende las órdenes de pedidos de los clientes [19]. Adicionalmente, Ballou, clasifica los elementos de un WMS como: a) Recepción; b) Almacenamiento; c) Administración de inventarios; d) procesamiento de órdenes y cobros y e) preparación de pedidos. Según Leuter (empresa especializada en software para el sector logístico), las ventajas potenciales con la utilización de un WMS son: a) Conocimiento en tiempo real de la utilización de los recursos del almacén; b) Reducción en costos debido a la optimización de operaciones (diseño de rutas óptimas de picking y la programación de maquinaria); c) Mejora en la calidad del servicio, el cual implica el manejo adecuado de la trazabilidad, exactitud en el cumplimiento de las especificaciones de la mercancía despachada, y fiabilidad en los tiempos de entrega [20]. Ballou indica que el WMS, permite un control adecuado del stock.

Las desventajas que presenta el WMS, son los altos costos de implementación debido a la capacidad de procesamiento de este software y la necesidad de reestructuración del proceso de almacenamiento.

El WMS permite una adecuada gestión de la cadena de suministro, debido que facilita la optimización de los recursos, lo cual reduce de costos y una mejora en la prestación del servicio debido a que se reduce la actividad de picking.

6.3 CÓDIGOS DE BARRAS

El código de barras es una herramienta que sirve para capturar información relacionada con los números de identificación de artículos comerciales, unidades logísticas y localizaciones de manera automática e inequívoca en cualquier punto de la Red de Valor [21]. La verdadera eficiencia se alcanza cuando todos los actores de la cadena de suministro unifican el código del

producto, debido que se mejora la gestión de información, lo cual presenta los siguientes beneficios: a) un control de inventario más rápido y fiable; b) una mejor planificación del transporte, producción y ventas; c) Mejora en la identificación de los productos y la gestión de los procesos de almacenamiento y picking. Los inconvenientes más comunes al utilizar código de barras, son los siguientes: a) Invariabilidad de la información; b) Distancia de lectura limitada a pocos metros; c) necesidad de un operador y un lector. Actualmente es el mayor medio de identificación de productos, pero su existencia se encuentra amenazada por la identificación con radiofrecuencia, debido que este supera las limitaciones, y ofrece mayor flexibilidad y agilidad en la administración de la cadena de suministro.

6.4 RFID (Radio Frequency Identification)

Es un término genérico para denotar todas las tecnologías que usan como principio ondas de radio para identificar productos de forma automática, esta involucra el uso de etiquetas especiales o TAGS que emiten señales de radio a unos dispositivos llamados lectores, encargados de recoger las señales [21]. Las principales ventajas de utilización en logística interna son: a) Mayor capacidad de memoria de almacenamiento de datos respecto al códigos de barras; b) la información contenida en los Tags es variable, por lo cual las etiquetas son reutilizables, mientras los códigos de barras no; c) los tags pueden ser leídos de forma simultánea, mientras el código de barras debe ser leído uno por uno, y d) no es necesario el contacto visual entre el lector y la etiqueta[5]; e) las actualizaciones del stock y las ubicaciones se realizan en tiempo real, g) el número de errores se reduce prácticamente a cero[22]. Actualmente las desventajas del RFID se basan en los altos costos del sistema, y la falta de implementación en la industria que todavía lo ve un poco ajeno [22].

El RFID tiene gran potencial de uso, debido que facilita y minimiza el tiempo de la identificación de productos, lo que facilita operaciones de ubicación y extracción de productos en el almacén. Adicionalmente, se convierte en la

base de la implementación del EPC que es un estándar internacional de codificación, que será analizado posteriormente dentro del documento.

6.5 PICK TO LIGHT Y PICK TO VOICE

Son sistemas de picking que no utilizan papeles, sino que se basan en redes luminosas y sistemas de voz, respectivamente. Pick to Light tiene como componente básico una serie de indicadores luminosos que guían al operario tanto en términos de ubicaciones de picking, como cantidades a recoger, y una vez realizada la operación pulsa un botón de confirmación y el stock se actualiza en tiempo real [5]. Mientras en el Picking to voice, el operario del almacén lleva un receptor y un auricular donde puede recibir, transmitir y enviar mensajes cortos acerca de la operación de picking que esta realizando [23]. Este tipo de tecnología cuando es usada de forma conjunta potencia los beneficios individuales y optimiza las operaciones de picking, las cuáles suelen representar el 75% del costo del almacén y es una variable que afecta la satisfacción del cliente y el funcionamiento de la cadena de suministro en general, debido que incluye la preparación de pedidos. Su principal desventaja son los costos de implementación y cambios organizacionales y físicos en el almacén.

6.6 MRP I y MRP II

El MRP I es una técnica para calcular la demanda interna y se considera como un software para la planificación y control de la producción y las compras [17]. Este suele mejorar la eficiencia y eficacia de la logística interna debido que permite: a) analizar los requisitos de componentes de cada producto; b) considerar el nivel de inventario de cada uno ellos; c) Tener en cuenta los leadtimes; d) emitir informes sobre elementos a comprar o fabricar, en qué cantidad, cuándo se deben efectuar las órdenes de producción o pedido y qué órdenes reprogramar o anular. Adicionalmente, tiene la ventaja de contener módulos de planificación de la capacidad, CRP (Capacity Resource Planning), y aplicativos de finanzas [17]. Mientras el MRP II tiene objetivo planificar y controlar todos los recursos internos de la empresa desde fabricación-producción,

marketing, finanzas e ingeniería. Los software MRP II, crean bucles cerrados (Planes estratégicos, MPS (Master Producción Schedule), MRP (Material Requirement Planning), CRP, todo con el fin de optimizar las operaciones de producción [17]. El MRP (I-II) mejora de forma general la gestión de inventarios y producción, lo cuál aumenta el aprovechamiento de los recursos económicos y la rotación de activos. Su principal desventaja es que se requiere la documentación de la estructura de los productos y la coordinación de funciones entre los departamentos de la empresa.

7. TIC'S EN LA LOGÍSTICA DE SALIDA/DISTRIBUCIÓN

La logística de salida se considera dentro de la logística externa debido a que se encarga de planificar y controlar los procesos de distribución y relación con clientes finales. Además, se encarga de gestionar las relaciones con los procesos logísticos internos, tales como el almacenamiento y el picking. Las principales (TIC's) aplicadas a la logística de salida son: CRM, TMS, ECR, EPC, GPS, C-commerce.

7.1 TMS (Transportation Management System)

El TMS optimiza los recursos de transporte conciliando su menor coste con los estándares necesarios de servicios al cliente, y los requisitos de los otros agentes de la cadena de suministro [19], debido a que presenta una serie de alternativas de modos de transporte, costos de fletes, tiempos esperados de cargue, etc [1]. Según el Advisory Group, el TMS trae las siguientes ventajas: a) Facilita el abastecimiento de servicios de transporte; b) mejora la planeación y optimización de actividades de transporte; c) permite rastrear y dar seguimiento al cargamento; d) Permite la consolidación de cargas, cuando se tienen pedidos de pequeño tamaño, lo cuál permite la reducción de costos de transporte, y mejora en la eficiencia del proceso [6]; e) facilita la atención de reclamos y solicitudes de los clientes, debido a que por medio de este sistema es posible realizar trazabilidad a los cargamentos, por lo cuál, si se

presenta una inquietud o reclamo el sistema lo resuelve casi automáticamente. Las desventajas que presentan el TMS son: a) altos costos de implementación, debido que se adquiere una herramienta poderosa de análisis y simulación y b) reestructuración del proceso de transporte.

7.2 CRM (Consumer Relationship Management)

El CRM o Administración de Relaciones con el Consumidor, es definido por Microsoft, como una estrategia que permite a las empresas identificar, atraer y retener a sus clientes [24]. El CRM, cubre los procesos de mercadeo, ventas y servicio al cliente. Dentro de sus ventajas se considera la facilidad para administración de la información relacionada con los clientes y aumento de su satisfacción, reducción de costos y mejora en la productividad debido a la automatización de actividades. Entre las desventajas del CRM, se considera la dificultad del cambio de la cultura organizacional para enfocarla al cliente, y altos costos de implementación [17]. El CRM mejora la gestión de la SCM debido que permite conocer información acerca de las necesidades y satisfacción de los clientes, lo cuál, puede mejorar la estimación de la demanda.

7.3 ECR (Efficient Consumer Response)

ECR o Respuesta Eficiente al Consumidor es un modelo estratégico en el cuál clientes y proveedores trabajan en forma conjunta para entregar el mayor valor agregado al consumidor final. La Unión Europea, lo definió como el trabajo conjunto de las empresas para satisfacer los deseos de los consumidores de manera correcta, rápida y con bajo costo [25]. El funcionamiento del ECR esta basado en la utilización de código de barras y el EDI, lo cuál permite la identificación y seguimiento a los productos, mejorar la trazabilidad y agilizar el intercambio de información entre el cliente-proveedor[21]. Finalmente, una de las principales quejas de las empresas que han implementado ECR, son el aumento en los costos debido a la resistencia al cambio y mal servicio debido a cambios estructurales.

7.4 EPC (Electronic Product Code)

El EPC es un sistema que usa radiofrecuencia para la identificación automática de productos de consumo, a través de la cadena de suministro [26]. El EPC mejora el flujo de la información en la cadena de suministro en tiempo real, lo que permite un despacho rápido de productos y asegura disponibilidad de productos en el momento y cantidad que el cliente lo desee, permite mejorar la trazabilidad y permite generar valor [27]. El EPC contiene la información que hoy esta en el GTIN - Global Trade Item Number del código de barras, más otros datos [26]. Finalmente, los costos de los TAGS, las antenas lectoras y el software se convierten en un obstáculo para su implementación.

7.5 GPS (Global Position System)

El sistema de posicionamiento global (GPS) es un sistema de satélites utilizando navegación que permite determinar la posición de un objeto con exactitud [28]. La aplicación del GPS en la cadena de suministro, se enfoca al monitoreo de cargas y camiones, sus ventajas son la reducción de costos debido al mejor control a realizar sobre la flota de transporte y aumento en la seguridad debido a la trazabilidad a los productos.

8. APLICACIÓN EN COLOMBIA

A continuación, se presenta el resultado del análisis de algunos estudios e informes que tienen como objetivo identificar el grado de utilización de las TIC's en la cadena de suministro, especialmente en las pymes.

En el estudio Caracterización de la logística en Colombia realizado por el SENA en el 2006, [31], el cuál tuvo una muestra de 88 empresas de diferentes sectores empresariales y tamaños (30 Multinacionales y grandes empresas; 34 medianas y 24 Pymes), la información se recolectó por medio de encuestas enviadas a la población meta. En la figura.3 se presenta el grado de utilización de las TIC's en Colombia. De la figura se observa que la trazabilidad, la codificación de mercancías y la tecnología MRP son las TIC's más utilizadas.

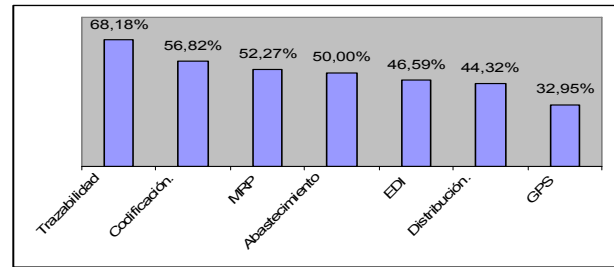


Figura 3. TIC's en la cadena de suministro

Figure 3. ICT's in Supply Chain

Fuente: Sena, 2006

El EDI es una de las TIC's más utilizadas en las cadenas de grandes supermercados, inclusive siendo un requisito para sus proveedores, lo cuál ha permitido que las pymes las implementen. Un ejemplo, es Almacenes Éxito que la tiene incluida dentro su manual de proveedores [32] y Carrefour lo maneja como un eje de desarrollo productivo dentro del programa (EDI) para proveedores, que ha beneficiado a más de 523 empresas [33]. En el siguiente grafico se presenta los resultados de la encuesta realizada por Grupo Carvajal y el Éxito a 300 proveedores dónde se describe por que utilizan EDI.

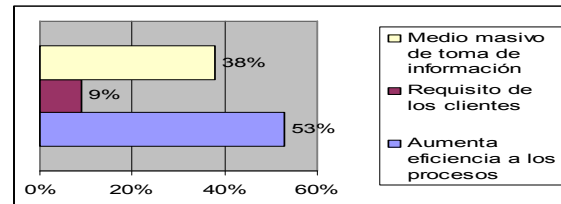


Figura 4. ¿Por que se utiliza el EDI en Colombia?

Figure 4. Why Colombia use EDI?

Fuente: Excelencia logística.org

En Colombia, GS1 es la empresa encargada de suministrar y administrar los estándares y Números Mundiales de Artículo Comercial (GTIN) para código de barras. Actualmente, el código de barras es muy utilizado por las Pymes, debido que este se ha convertido en una exigencia para vender a las cadenas de almacenes, las cuáles suelen utilizarlo para el control interno de productos [34].

El EPC es una tecnología basada en RFID que tiene gran proyección en Colombia y tiende a remplazar al código de barras, debido a su funcionalidad y beneficios. En Colombia, GS1 esta liderando desde el 2005 un "Plan de Adopción de EPC para Colombia", apoyando

empresas como Noel, Éxito, Off Corss, Familia Sancela, Federación Nacional de Cafeteros, Grupo Corona, entre otros, las cuales han comenzado la implementación de pruebas piloto en procesos de pedidos, recepción, despacho de productos.

Esta tecnología es muy nueva y sus altos costos de implementación ha impedido su utilización en las PYMES. Finalmente, almacenes Éxito tiene el reto de masificar en el 2008 esta tecnología y hacer un acompañamiento a sus 3.000 proveedores para que la implemente [35]. En el Tabla.1, se presentan los beneficios obtenidos en las pruebas piloto de EPC en Colombia.

Tabla1. Beneficios de EPC en pruebas pilotos de empresas colombianas

Table 1. EPC's benefits in tests pilots of Colombia companies

| | |
|--|---|
| Incremento de la productividad y eficiencia en los Centro de distribución y bodegas. | Una disminución del 24% en los tiempos de los procesos. |
| | Disminución hasta el 60% de los costos administrativos generados por errores en despachos |
| | Disminución hasta el 30% por tomas de inventarios. |
| | Incremento de ventas por disponibilidad en góndola |
| | Información más exacta y oportuna para reducción del nivel de inventarios |

Fuente: GS1 Colombia

La promoción de la implementación de (WMS) y (TMS), ha sido realizada por Tecsys LatinAmerican, uno de los proveedores más importantes de Suramérica, el cual cuenta con dieciséis clientes de WMS y cuatro de TMS en la región. Algunos clientes son: Almayiva, Alpopular, el Grupo Carvajal y Colcerámica [35]. En Colombia la utilización de estos dos sistemas se ha limitado a las grandes empresas, debido que requieren altos costos de implementación, y sistemas organizados[36]. En el estudio denominado “Cultura de mejoramiento e innovación en las mipymes” liderado por el Centro de Tecnología de Antioquia(CTA) en el 2005 [29], el cuál es una corporación mixta, sin ánimo de lucro, creada con el apoyo del Gobierno Departamental, Proantioquia, Colciencias, universidades, gremios, fundaciones y empresas privadas de Antioquia), lo cuál otorga respaldo a la seriedad del estudio, se identificó que las mipymes tienen una necesidad común en cuanto a herramientas

de software administrativo y logístico, y se concluyó que las empresas medianas han adquirido solamente sistemas ERP y las pequeñas solo algunos módulos para cubrir esas necesidades de TIC's [29]. Pero teniendo en cuenta las características y beneficios de las TIC's descritas con anterioridad, un ERP no es suficiente para mejorar la gestión de la cadena de suministro, debido que su función es más de recolectar y almacenar información, mientras las TIC's logísticas tienen capacidad de procesamiento y análisis de información. [30].

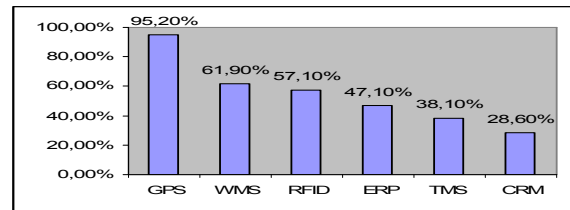


Figura 4. Tecnología utilizada por los operadores logísticos en Colombia

Figure 4. Technology used by the logistics operators in Colombia

Fuente: Logyca,2006

Finalmente, los operadores logísticos son empresas especializadas en procesos logísticos, y en el estudio realizado por GS1 “*Tercecerización en Colombia*”, [37], se presenta un análisis acerca de su situación actual con relación a las TIC's. La Figura 4, los resultados de este estudio.

9. CONCLUSIONES

- Del artículo de revisión bibliográfica se infiere que la cadena de suministro es un elemento integrador, que permite coordinar los procesos logísticos (logística de entrada, interna y salida), por lo cuál se genera una ventaja competitiva, y se apoya en la SCM y las TIC's.
- A partir de la revisión bibliográfica Se identificó un conjunto de TIC's aplicadas a la gestión de la cadena de suministro, las cuáles varían según las características y necesidades de cada etapa de la cadena. Adicionalmente, se observó que estas en su mayoría contribuyen a la reducción de costos, la mejora en el flujo de información y sincronización de procesos.

Mientras los principales obstáculos para su implementación son los altos costos de implementación, la cultura organizacional, la inadecuada reestructuración de los procesos y la falta de confianza entre las empresas.

- A partir del análisis de los estudios e informes descritos en este artículo, se identificó un bajo grado de implementación de las TIC's en las PYMES y un alto uso por parte de las grandes empresas y operadores logísticos, los cuáles cuentan con gran capacidad de inversión y una estructura organizacional que facilita la implementación de estas tecnologías. El EPC, tiene gran potencial de uso en el país, debido a su capacidad de integración de información de la cadena de suministro. Mientras el código de barras ve amenazada su existencia por las ventajas del EPC. Finalmente, la variedad y disminución en costos de implementación TIC's, se convierte en un motivo para implementarlo.
- Se observa que los estudios existentes pueden ser mejorados a través de metodologías estadísticas confiables, lo cuál se convierte en una oportunidad para fortalecer esta línea de investigación.

REFERENCIAS

- [1] BALLOU, RONALD. Business Logistics management. Prentice Hall, USA, 2004.
- [2] NATIONAL RESEARCH COUNCIL STAFF. Surviving Supply Chain Integration: Strategies for Small Manufacturers. National Academies Press, USA, 2000.
- [3] PRICEWATERHOUSECOOPERS. Manual Práctico de Logística. Available: <http://www.programaempresa.com/empresa/empresa.nsf/paginas/BA43A3DF9ED296C1C125705B0024E380?OpenDocument>. [Citado 10 de Diciembre de 2007].
- [4] TERRADO, ALEJANDRO. La Cadena de Suministro, Monografías, Argentina, 2007.
- [5] URZELAI INZA, Manual Básico de Logística Integral, Díaz de Santos, España, 2006.
- [6] PILOT, Claves de la Supply Chain. Available: <http://www.programaempresa.com/empresa/empresa.nsf/paginas/D0407C086A64D097C125705B00322388?OpenDocument> [Citado 5 de Diciembre de 2007].
- [7] GUNASEKARANA, A., LAIB. K. AND T CHENGE. Responsive supply chain: A competitive strategy in a networked economy. Omega, Vol, 36 (2008) 549-564
- [8] TECNOLOGÍA DE INFORMACIÓN. Available: <http://www.itaa.org/>. [Citado 20 de Diciembre de 2007].
- [9] MUÑOZ, ANDRÉS. Logística y Turismo. Edición Diaz de Santos. España, 2007.
- [10] GUNASEKARAN, A AND NGAI, B. Information systems in supply chain integration and management. European Journal of Operational Research 159 (2004) 269–295.
- [11] CACHON, G. AND FISHER, M. Supply Chain Inventory Management and the Value of Shared Information. Management Science, Vol. 46, No. 8. (Aug., 2000) 1032-1048.
- [12] LEVARY, R. AND BETTER, R. Supply chains through information technology", Industrial Management, Vol. 42, No. 3, (2000), 24-30.
- [13] SHIMCHI, L. AND KAMINSKY, P. Designing and Managing the Supply. McGraw-Hill. USA 2003.
- [14] IBM, Redbooks. Implementing EDI Solutions. IBM, USA, 2003.
- [15] ITRG. A success guide for e procurement. ITGR. Australia, 2002.
- [16] BOONET. New Directions in Supply Chain Management: Technology, Strategy, & Implementation. Amacon, USA, 2001.

- [17] BERENGUER, J. AND RAMOS, J. Negocios digitales. Competir utilizando Tecnologías de Información. Ediciones Universidad de Navarra (EDUNSA). España, 2003.
- [18] SAP. ¿Qué es un ERP? Available:<http://www.mundosap.com/foro/showthread.php?t=424>. [Citado: 6 de Enero de 2008].
- [19] ARCWEB. TMS. Available:<http://www.arcweb.com>. Citado: [22 de Enero 2008].
- [20] Leuter. ¿Por qué se necesita un WMS? Available:<http://www.leuter.cl/empresa.aspx>. Citado:[21 de Enero de 2008].
- [21] GS1 COLOMBIA. Código de Barras, Available:http://www.gs1co.org/Respuestas/verContenido3.aspx?contenido=codigo_barras [Citado: 23 de Enero de 2008].
- [22] MAULEÓN, MIKEL. Sistema de Almacenaje y Picking. Diaz de Santos, España, 2003.
- [23] ZONA LOGÍSTICA. Voz y Software manos Libres, Zona Logística, N°6, Año 1, 64.
- [24] MICROSOFT. El CRM como estrategia de negocio. Available:http://www.microsoft.com/spain/empresas/soluciones/guia_crm.msp. [Citada: 28 de Enero de 2008].
- [25] ECR EUROPE, Executive Borrard Vision Stament . ECR Europe. Unión Europea, 1995.
- [26] EPC Global. Guidelines on EPC for Consumer Products. Available:<http://www.epcglobalinc.org/public/ppsguide>. [Citado:23 de Enero de 2008].
- [27] GS1 COLOMBIA. Plan de Adopción EPC. Available:http://www.aprenderiac.com/site_epc/epc_plan.htm. [Citado: 23 de Enero de 2008].
- [28] CORREIA. P. Guía practica del GPS. Marcombo. Español, 2002.
- [29] SQDM S.A. Cultura del mejoramiento y la innovación en las mipymes, CTA, Medellín, 2005.
- [30] ESCOBAR J. Software Logístico y sus herramientas de gestión virtual de la SCM. Zona Logística, pag, 38 , N°19.
- [31] PUENTES HELMAN. Estudio de caracterización de la logística EN COLOMBIA. Sena, Colombia, 2006.
- [32] Almacenes Éxito. MANUAL DE PROVEEDORES ALMACENES EXITO S.A. Available:<http://www.exito.com.co>. [13 de Mayo 2008].
- [33] Almacenes Éxito. DESARROLLO PRODUCTIVO. Available: <http://www.carrefour.com.co> [Citado: 13 de Mayo 2008].
- [34] PORTAFOLIO. Prevención empresarial e Innovación: código de barras, con los días contados: desaparece por obsoleto. Available:http://www.lexcolombia.com/index2.php?option=com_content&do_pdf=1&id=209 [Citado: 20 de Enero de 2008].
- [35] GS1 COLOMBIA. Mejoras tecnológicas EPC: Transformando la logística Colombiana. Available:<http://www.enfasis.com/logistica/Destacadoinforme.asp?IDEdicion=107&Pagina=2> [Citado: 12 de Enero de 2008].
- [36] TECSYS LATIN AMERICA. VIAWARE ha sido exitosamente implantado por Lanier, el distribuidor de fotocopiadoras privado más grande del mundo. Available: www.tecsyslatinamerica.com. [Citado: 15 de Enero de 2008].
- [37] Logyca. Tercerización en Colombia. Available: <http://www.logyca.org/>. [Citado: 15 de Febrero 2008].