

Innovación de procesos para optimizar el punto de reorden basado en TI

I.I Rocío Coronado Lárraga¹ y Dr. Juan Antonio Cabrera Rico²

¹rocio.coronado2889@gmail.com

²antonio.cabrera@upslp.edu.mx

¹Centro de Tecnología Avanzada Campus San Luis Potosí

²Universidad Politécnica de San Luis Potosí
San Luis, S.L.P. México

Resumen

La presente investigación está enmarcada en la constante necesidad de las empresas en innovar sus procesos para ser competitivas en el mercado; específicamente, en la industria automotriz y en la forma de cómo realizan los pedidos de materia prima a sus proveedores. La investigación busca mostrar los resultados obtenidos en un caso de estudio al aplicar las tecnologías de información (TI) para mejorar el método actual de punto de reorden. Nuestra hipótesis es que el uso de las TI se traducirá en beneficios tales como eliminación de tiempos muertos, errores del factor humano y reducción de las horas laborales invertidas en el ciclo de pedidos. Los datos recopilados pertenecen a una empresa de la industria automotriz en San Luis Potosí, México, que tiene una visión de “fábrica inteligente”, puesto que sus procesos son cada vez más automatizados y eficientes además de estar comprometidos con el medio ambiente y el uso racional de los recursos.

Palabras clave: Innovación de procesos, automotriz, tecnologías de información

Abstract

This research is framed in the constant need of companies to innovate their processes to be competitive in the market. Specifically, this work is centered in the automotive industry and in the way, they order materials from their suppliers. The research shows the results obtained in a case study applying Information Technology (IT) to improve the reorder point current method. The hypothesis proves that the use of IT will result in benefits such as rework elimination, human factor errors and reduction of work hours invested in the orders cycle. The data collected belongs to a company in the automotive sector in San Luis Potosi, Mexico, that has a vision of Smart Factory, with automated and efficient processes, in addition to environment committed and the rational use of natural resources.

Keywords:

Process innovation, Automotive, Information Technology

Artículo arbitrado

Recibido:
29 de abril de 2019

Aceptado:
17 de julio de 2019

Introducción

La industria automotriz juega un papel estratégico en la economía: en 2017, de cada 100 pesos de productos manufactureros, 20 corresponden a este sector industrial; por las exportaciones que se realizaron, México se posicionó en el cuarto lugar de los países que más ventas realizaron al extranjero (INEGI & AMIA, 2018).

La empresa del caso de estudio, ubicada en San Luis Potosí (que por motivos de confidencialidad se nombrará como “empresa automotriz”), se encuentra dentro del ramo de fabricación de partes para vehículos automotores. En 2017, la empresa representó el 42.7% del total del PIB de acuerdo con datos del INEGI; específicamente, San Luis Potosí produjo el 5.2% de partes para vehículos automotores respecto al total del valor de la producción.

Esta empresa automotriz es originaria de Francia y tiene presencia en 33 países con más de 113 mil empleados contratados. La estrategia del grupo al cual pertenece gira en torno a dos áreas:

- Tecnologías innovadoras relacionadas con la reducción de las emisiones de CO₂ y la conducción intuitiva; es decir, vehículos autónomos que dependen de varios sensores que permiten ver lo que el ojo humano no siempre puede distinguir, desde pocos centímetros hasta metros de distancia.
- La expansión geográfica en regiones de alto crecimiento, en particular en Asia y los países emergentes.

El compromiso de la empresa respecto al desarrollo sustentable involucra a todos los empleados del grupo de trabajo, así como a sus clientes y proveedores. El apoyo de todas las partes es esencial, ya que el éxito o fracaso de los sistemas depende de la participación de todos.

En cuanto a su misión, se expresa como “Ser el Líder Mundial de Sistemas de Visión dentro de la industria automotriz desarrollando [*sic*] sistemas innovadores y brindando soluciones de conciencia situacional utilizando tecnología de vanguardia”. Su visión es

ser la empresa número uno a nivel mundial en innovación y tecnología de sistemas de visibilidad en vehículos autónomos, tales como sensores ultrasónicos, cámaras, radares y LiDAR (Detección de Luz y Rango por sus siglas en inglés).

Como proveedor Nivel 1 (entrega productos directamente a ensambladoras automotrices), valora trabajar con proveedores que compartan su compromiso con el desarrollo de la movilidad a futuro, así como la aplicación de los principios de sostenibilidad dentro de sus propias organizaciones. Integrando esta sostenibilidad en las diferentes etapas de la relación comercial, la empresa tiene relación con sus proveedores desde el proceso de selección hasta el sistema de calificación. Así mismo, esta supervisa la mejora de sus proveedores a través de diferentes herramientas de evaluación, ya que utiliza sus propios criterios de sostenibilidad.

En esta búsqueda de sostenibilidad e innovación, la empresa automotriz pretende optimizar la forma en la que realiza la solicitud de pedidos de materia prima en la planta de San Luis Potosí e involucra cliente y proveedor. Con ello, se pretende eliminar el uso de papel, optimizar los recursos en planta, mejorar la comunicación; además, generar otros beneficios a lo largo del proceso del punto de reorden o la forma en que realiza su provisión de *stocks* de materia prima.

Gestión de cadena de suministros

La logística y cadena de suministros son un conjunto de actividades funcionales (transporte, control de inventarios, etc.) que se repiten muchas veces a lo largo del canal de flujo, mediante las cuales la materia prima se convierte en productos terminados y se añade valor para el consumidor.

La cadena de suministro es el conjunto de organizaciones e individuos involucrados en el flujo de productos, servicios, dinero y la información relacionada, desde su origen (proveedores) hasta el consumidor final. Se trata de un modelo conceptual que integra todos los procesos logísticos con el objetivo de que los bienes sean producidos y distribuidos en las cantidades adecuadas, en los

lugares y en tiempos correctos, con rentabilidad para todas las entidades involucradas y cumpliendo con los niveles de servicio requeridos para satisfacer al consumidor final (Ibargüen, 2014)

Planificación y control de inventarios

El tema de control de inventarios es vasto; no obstante, el objetivo de este estudio es enfocarse en el tema del punto de reorden y el *stock* de seguridad. Se considera que es en esta parte donde desea darse un cambio tecnológico que mejore la comunicación cliente-proveedor y a su vez contribuir a la política de sostenibilidad ambiental de la empresa. Sin embargo, para poder abordar estos conceptos, es necesario conocer primero ciertas definiciones sobre inventarios y control de estos.

Los inventarios son acumulaciones de materias primas, provisiones, componentes, trabajo en proceso y productos terminados que aparecen en numerosos puntos a lo largo del canal de producción y de logística de una empresa. Actualmente, con las competencias agresivas entre empresas, las ofertas cada vez más abundantes y, en general, en este mundo globalizado, las organizaciones tienen un gran reto frente a ellas. Una de sus mejores estrategias es crear lealtad en los clientes, pero, para ello, deben ofrecer altos niveles de servicio y respuesta a la demanda. Además, las empresas en el mundo están obligadas a realizar una gestión eficiente de sus inventarios para lograr ser competitivas en la prestación del servicio al cliente. Básicamente, el objetivo general de la gestión de inventarios es garantizar la disponibilidad oportuna de los elementos que se necesitan (materia prima, materiales en proceso, productos terminados, insumos, repuestos, etc.), en las condiciones deseadas y en el lugar correcto. Teniendo en cuenta que la gestión de inventarios es una actividad transversal a la cadena de suministro, deben implementarse estrategias para lograr un manejo efectivo del mismo con el fin de evitar consecuencias no deseadas; por ejemplo, el efecto látigo, un bajo nivel de servicio y el incremento de costos de administración de inventarios (Salas, Maguel & Acevedo, 2017)

Según Zapata (2014), el propósito del control de inventarios es asegurar el funcionamiento de las actividades de la empresa mediante la optimización conjunta de los siguientes tres objetivos:

- Servicio al cliente
- Costos de inventario
- Costos operativos

Esta es una actividad que forma parte de la enorme cadena de suministros de una empresa, pero que permitirá reducir costos y mejorar el nivel de servicio. Esta necesidad de las empresas (reducir los costos en sus operaciones diarias e incrementar los beneficios para los accionistas) ha generado que vean a las actividades logísticas como un medio para alcanzar estos objetivos. Un gran porcentaje de los costos operativos de las empresas radica en los gastos de mantenimiento de inventario, transportes, envíos y en general los insumos para la creación del producto.

La administración de inventarios es una de las actividades logísticas en la que se encuentra más posibilidades de reducir costos para las empresas, mediante una mejor gestión de los materiales almacenados y su transporte. Una buena administración en este campo permite reducir la cantidad de elementos requeridos en los almacenes, así como aumentar los niveles de cumplimiento de los pedidos de clientes internos y externos. (Zapata, 2014). En este tema, hay dos decisiones básicas que los gerentes deben hacer para cada artículo:

- Qué cantidad de un artículo hay que ordenar cuando el inventario se va a reabastecer.
- Cuándo reabastecer el inventario de ese artículo.

El control de inventario se realiza con la finalidad de desarrollar pronósticos de ventas o presupuesto, para así determinar los costos de inventarios, compras u obtención, recepción, almacenaje, producción, embarque y contabilidad. Entre las técnicas más comunes para la administración y control de los inventarios se encuentran:

- El Sistema ABC.
- El modelo básico de Cantidad Económico de Pedido (CEP).
- Punto de Reorden.
- Existencias de reservas o seguridad de inventarios.
- Control de inventarios justo a tiempo.
- Razones financieras simples (Velázquez & Pereda, 2018).

El punto de reorden

Uno de los modelos tradicionales para calcular el inventario o reabastecimiento de materiales es el punto de renovación del pedido o Punto de Reorden (PR), que consiste en definir su valor expresado en unidades de producto. Con ello, se hace un nuevo pedido al proveedor una vez que las existencias disminuyen hasta dicho nivel. El PR se fundamenta en calcular su valor con base en la demanda de artículos, el tiempo de entrega del proveedor y el *stock* de seguridad. Este último se entiende como la cantidad adicional que se agrega para protegerse contra eventuales faltantes que pudieran aparecer en caso de que la demanda del tiempo de entrega se incremente (Izar, Ynzunza & Zermeño, 2014).

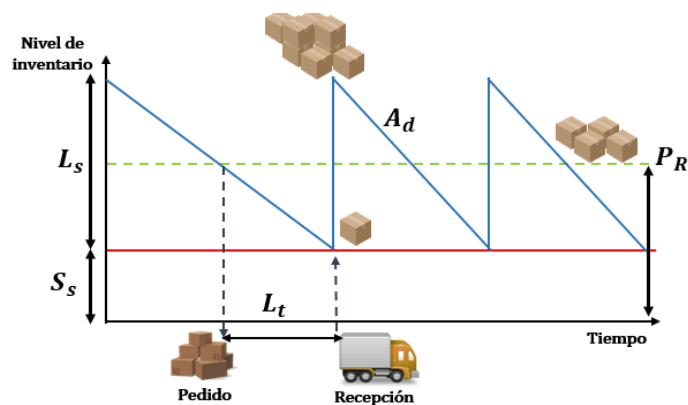


Figura 1. Interpretación del punto de reorden. Fuente: elaboración propia.

En la Figura 1, se observan variables que se entienden como:

- L_s = Tamaño del lote de pedido
- S_s = Stock de seguridad
- A_d = Demanda promedio
- L_t = Tiempo de entrega del pedido

Así se tiene la fórmula básica del PR:

$$P_R = A_d L_t + S_s$$

El tiempo de entrega es un factor que determina el lapso que tomará el recibir los bienes; generalmente, se mide en días o semanas. El *stock* de seguridad debe considerarse siempre para proteger el inventario contra la incertidumbre (Calderon, 2017).

En la práctica, existen muchos otros factores que deben considerarse para realizar un cálculo de tiempo que determine en cuánto deben estar ordenando materias primas, como discrepancias en el inventario, problemas de calidad, tiempos de entrega, períodos de paro de proveedor y cliente, etc. Para ello, existe un área dedicada a realizar la planeación de los pedidos. De igual forma, es muy común que todas las empresas estén protegidas con *stocks* de seguridad para evitar paros de producción. Generalmente, es en este punto donde se dan las áreas de oportunidad, puesto que al ser demasiado holgados generan costos de almacenamiento y reducción de espacios.

Punto de reorden visual (VRO)

El método actual de la empresa automotriz para gestionar sus pedidos de materia prima nace de la siguiente manera:

La idea (1992 - 1997)

Trabajando desde 1986 en ERP y Kanban, Olivier Rethore (Valeo, 2016) observa que ninguna de estas herramientas ha sido diseñada con un ciclo cerrado. Los clientes envían órdenes o tarjetas Kanban a sus proveedores con la esperanza de que serán capaces de entregar a tiempo. En 1992, se pone en marcha un sistema de reordenamiento ejecutado directamente por un operador de la línea de producción con un fax. En 1997, utilizando el mismo proceso, se añadió la respuesta sistemática a la orden de proveedor: ¡el principio del VRO (*Visual ReOrden*) nació!

La primera VRO (2000)

En una planta del grupo a la cual pertenece la empresa automotriz, fabricante de componentes de automoción (Rochester, Nueva York), Olivier Rethore y Wendy Bandysh empiezan a aplicar el primer proceso VRO para toda la planta (Valeo, 2016). Para ser capaz de gestionar 52 proveedores, Bandysh creó las herramientas que ahora son la fundación del sistema:

conteo de secuenciador fax, plantilla carrito, compra en tránsito y la tarjeta de fax.

El proceso actual

La empresa envía un fax con una orden de recolección (*PUO Pick Up Order*) en una programación definida y un tiempo asignado a cada proveedor. Esta requisición especifica el número de parte y cantidad del material que debe ser embarcado en la fecha indicada en la parte superior del documento. Para entender cómo está estructurada una orden de recolección, es necesario conocer los siguientes conceptos básicos:

- **Materias primas:** son todos aquellos productos en su estado bruto o sin modificar extraídos de la naturaleza, que sirven como insumo para fabricación de nuevos materiales y mercancías.
- **Trabajo (producto) en proceso:** estos hacen referencia a todos los materiales que han pasado por un proceso de transformación parcial, al no ser elaborados totalmente con las especificaciones del cliente.
- **Productos terminados:** son aquellos elementos que han sido elaborados totalmente para cumplir las especificaciones del cliente y que están listos para ser enviados a este.
- **Orden de pedido:** es el documento por el cual se ordena materia prima al proveedor. Se envía mediante fax o correo electrónico especificando los números de parte y cantidades que deben ser embarcadas en una fecha y tiempo especificado por la empresa.
- **Promesa:** es el embarque acordado por el proveedor. Las cantidades prometidas o acordadas son llenadas por el proveedor en la orden de pedido. Este documento se envía de vuelta a la empresa por fax o correo electrónico.
- **Recolección:** son las cantidades reales cargadas en el transporte. Esta cantidad debe ser llenada en la orden de pedido por el conductor del transporte (Valeo, 2016).

Definición de EDI

La tecnología del intercambio electrónico de datos (*Electronic Data Interchange, EDI*) se encarga de que la comunicación entre empresas sea estándar y electrónica. Generalmente, las empresas mayoristas y las del sector de producción son las que hacen uso del *software EDI*.

La estandarización de la comunicación a través de *EDI* reduce la cantidad de documentos que se intercambian. Los mensajes que se mandan a través de *EDI* se llaman transacción. Esta transacción

comunica claramente todos los detalles de un pedido o factura al proveedor o cliente. Normalmente, el *software EDI* se encuentra integrado en el sistema *ERP*. De esta manera, puede empezar inmediatamente la recogida de pedidos o enviarse directamente las facturas a contabilidad (TicPortal, 2016).

Este sistema pretende que el emisor y receptor de un determinado documento comercial puedan ser directamente los respectivos ordenadores centrales, así se gana tiempo y se evita errores. Las interacciones incluyen el intercambio de información comercial común que generalmente consiste en órdenes de compra, avisos de envío, facturas, reconocimientos relacionados, transferencia de fondos con bancos, etc. *EDI* automatiza el intercambio lento y laborioso de documentos transaccionales en papel a través de fax y/o correo postal.

En la actualidad, esta herramienta cobra especial virtualidad en el contexto de las relaciones entre fabricantes y distribuidores en el canal de distribución. En este sentido, cuando se subraya qué fabricantes y distribuidores deben trabajar juntos, se alude esencialmente a necesidades de flujos de información y de comunicación y a una sistemática de comunicación capaz de realimentar el proceso. De acuerdo con algunas de las definiciones disponibles del término, el *EDI* trata de establecer un conjunto de normas que apliquen fabricantes y detallistas para la transferencia mutua de documentos estructurados (de pedidos, de entrega, de facturación u otros similares que se generen en las transacciones comerciales) de ordenador a ordenador (Khazanchi, 2014).

Metodología

La empresa automotriz tiene como objetivo implementar un sistema/*software* que automatice el proceso de reordenamiento de materias primas que se ha usado desde hace casi 20 años. Esta plataforma electrónica simplificará el trabajo de varias partes involucradas, pero también requerirá estar alimentada de información precisa y oportuna para funcionar correctamente. El proceso de implementación está dividido en distintas fases que se describen a continuación:

Caso de estudio: planta de limpiaparabrisas en San Luis Potosí

La empresa automotriz está dedicada a la fabricación de limpiaparabrisas para ensambladoras de vehículos de las marcas *Ford*, *General Motors* y *Nissan* ubicadas en distintos estados de la República. Es la primera planta en México que busca la implementación de este sistema de gestión de pedidos para proveedores nacionales en una primera etapa. Partiendo de este objetivo, se puede decir que existen factores determinantes para la implementación de este proyecto en México, los cuales son el modelo a seguir para lograr un arranque y desarrollo satisfactorio del proceso.

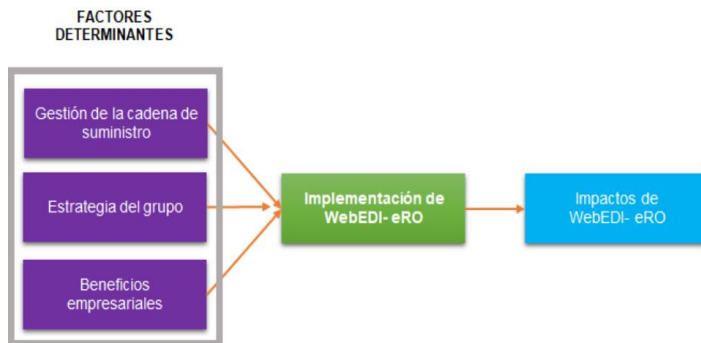


Figura 2. Gestión de la cadena de suministro. Fuente: elaboración propia.

La gestión de la cadena de suministros del corporativo en Francia se basa en un intercambio totalmente integrado y electrónico de información, como notas de entrega, movimientos de *stock*, facturas y notas de crédito con proveedores basados en la tecnología *EDI/WebEDI*.

Estrategia del grupo

El comercio electrónico es una parte vital de la gestión de la cadena de suministro que permitirá a la empresa y sus proveedores mejorar la eficiencia en todo el proceso y los sistemas financieros para beneficio mutuo.

Beneficios empresariales

El comercio electrónico es un paso adelante para garantizar que las instrucciones de entrega, las notificaciones de envío, las facturas y las notas de crédito se procesen de manera más rápida y eficiente.

Además de estos beneficios, el comercio electrónico admite un seguimiento de auditoría completo, que evita la pérdida de información durante el proceso.

Implementación de WebEDI-eRO

Para la implementación de este proyecto, el proceso se dividió en 3 fases:

1. Definición del alcance: comenzar con la implementación del sistema con proveedores nacionales (por la cantidad y precio de materia prima que proporcionan) para capacitarlos en *eRO*, como se llamará al sistema de pedidos de forma electrónica y automática.
2. Implementación del sistema: el proceso electrónico consta de 4 pasos:
 - envío de orden de pedido (cliente),
 - respuesta con promesa (proveedor),
 - envío de material y recibo (proveedor-cliente),
 - facturación (proveedor).
3. Pruebas y resultados: estas pruebas constan de revisiones del proceso desde que se realiza un pedido hasta la facturación para pago. Es necesario evaluar la aceptación de los usuarios finales.

1. Definición del alcance

Se decidió comenzar la implementación del proceso con los proveedores nacionales en la primera etapa. La empresa automotriz cuenta con 38 proveedores en el país que suministra el 70% del total de componentes necesarios a la planta. Esto representa una compra mensual promedio de 5.5 millones de dólares de productos nacionales que deben solicitarse, recibirse y facturarse (de acuerdo a cifras históricas del último año de la empresa). La comunicación con todos los proveedores a través del intercambio electrónico de datos (*EDI*) es uno de los principales objetivos a corto plazo del proyecto *eRO*.

2. Implementación del sistema

La adopción e integración de *eRO* a través de *WebEDI* es el proceso mediante el cual el proveedor es capaz de realizar transacciones a través de la aplicación usando un dispositivo electrónico. Como primer paso, se realizó una concientización a los proveedores sobre las ventajas y mejoras del uso de la plataforma de *eRO*. En segundo lugar, se ejerció presión por la implementación usando el factor de competencia/competitividad entre proveedores,

puesto que el uso de transacciones electrónicas fue mandatorio. Esto afecta a los proveedores locales o nacionales, ya que generalmente se trata de pequeñas organizaciones que deben innovar en sus relaciones comerciales para ser competitivas en la industria.

Por lo anterior, es esperable que surja resistencia al cambio. Sin embargo, esta generación de competencia y presión por parte del cliente hace que las organizaciones tengan un mejor desempeño y desarrolla las habilidades de sus trabajadores. Para ello, se diseñó un método de capacitación que presencial. A través de una presentación, la empresa explicó a los proveedores la interfaz de la plataforma, sus principales funciones, botones y apartados, realizando pruebas en sus propios equipos a la par de la instrucción teórica.

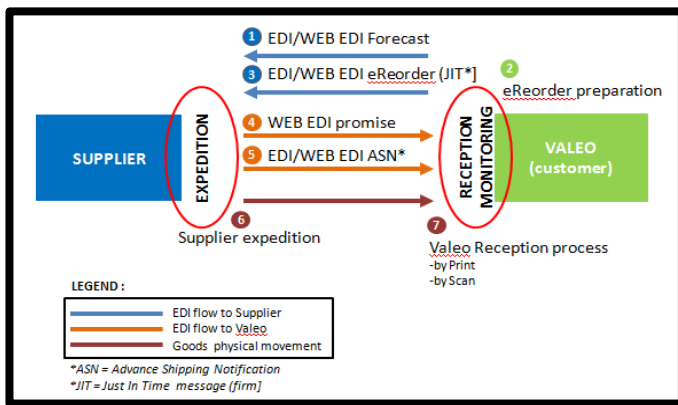


Figura 3. Proceso WebEDI-eRO. Fuente: empresa automotriz

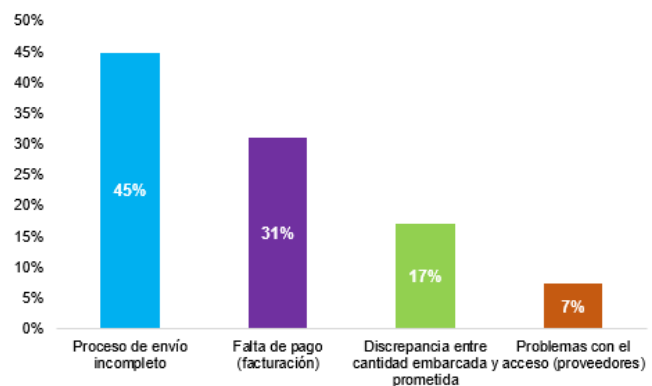
Después de esta capacitación se dio un período de prueba de una semana, donde los proveedores interactuaron con el sistema y realizaron simulaciones del proceso. Posterior a esto, se estableció una fecha de arranque y partir de este punto, se comenzó a utilizar eRO al 100% para la realización de pedidos de materia prima. Por último, se estableció una etapa de soporte de tres meses para los problemas o dudas que pudieran surgir durante el ciclo de pedidos para concluir finalmente el proyecto.

3. Pruebas y resultados

Durante el período de tres meses de soporte surgieron áreas de oportunidad, las cuales estuvieron mejorándose y corrigiéndose.

En la Gráfica 1, podemos observar en orden de ocurrencia las oportunidades del proceso:

- Proceso de envío incompleto: es decir, el proveedor se quedó en algún paso anterior al que cierra el ciclo de pedido.
- Falta de pago: hubo inconsistencias en el sistema de pagos con facturas que no correspondían a los pedidos entregados.
- Discrepancias: diferencias físicas entre la promesa del proveedor y la cantidad recibida en planta.
- Problemas de acceso: era común el cambio de personal, por lo que se perdían o bloqueaban las contraseñas para acceso.



Gráfica 1. Oportunidades del proceso eRO. Fuente: elaboración propia.

Por otro lado, los beneficios obtenidos fueron significativos en esta primera etapa. A continuación, se describen las principales mejoras que se obtuvieron con la implementación del sistema con proveedores nacionales clasificándolas en dos grupos:

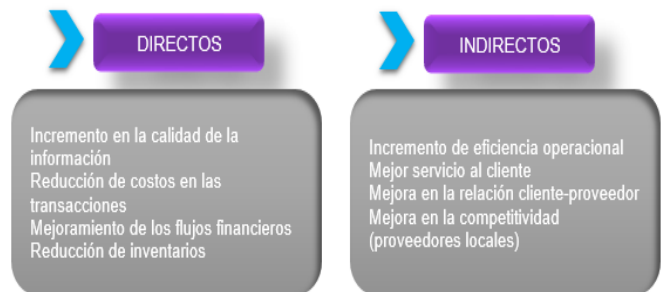


Figura 4. Beneficios de eRO. Fuente: elaboración propia.

Beneficios directos

Como primer punto, se tuvo la reducción del tiempo invertido en los conteos y llenado de órdenes por

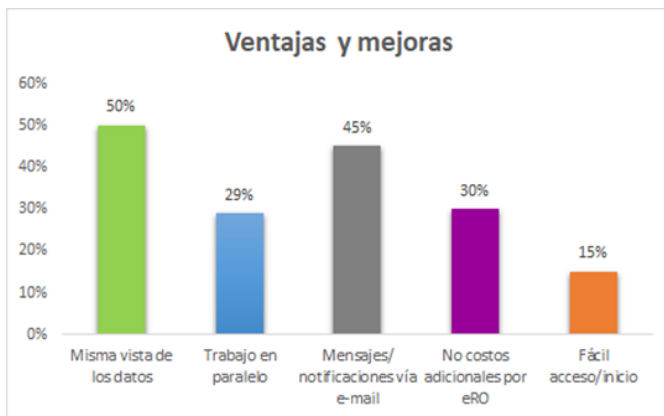
parte de la persona que realiza esta actividad. Se le proporcionó una *tablet* con acceso a Internet, donde revisan los conteos que tienen que realizar en el día. Esta información la capturan y se envía directamente el pedido al proveedor para requerir la materia prima necesaria.



Gráfica 2. Tiempo requerido por persona para elaboración de conteos. Fuente: elaboración propia.



Gráfica 3. Grado de satisfacción en cuanto a navegación y uso de la aplicación. Fuente: elaboración propia.



Gráfica 4. Opinión de proveedores sobre ventajas de eRO. Fuente: elaboración propia.

Se pudo observar una reducción del 30% del tiempo invertido por contador para la realización de los pedidos, en donde se midió su tiempo ciclo por conteo. Con ello, se generó la optimización de una persona: de 5 contadores a 4.

Otra mejora obtenida fue la eliminación del uso de papel. Diariamente, se usaban 80 hojas (original y copia) para la impresión de los *pick up orders*. Esto representa aproximadamente 20,000 hojas de papel anuales que se enviaban de forma digital a los proveedores para requerir la materia prima, lo que al final resultaba un desperdicio de papel y tinta.

El ahorro económico no resulta una cantidad representativa para la empresa (alrededor de 6 mil pesos anuales). Sin embargo, se cumplió con el objetivo del grupo de eliminar el consumo de papel. La calidad de la información mejoró significativamente de acuerdo al indicador errores procesados mensualmente por ingresos de material, puesto que se incrementó su exactitud y accesibilidad.

Beneficios indirectos

La empresa busca desarrollar a sus proveedores y ayudarlos a mejorar su competitividad en el mercado. Así mismo, los comentarios de los proveedores fueron favorables al respecto. Esta información se obtuvo mediante la aplicación de una encuesta para medir el grado de satisfacción con la implementación del proceso de eRO tanto a proveedores como a los involucrados en el proyecto. De lo anterior, se obtuvo lo siguiente: 63% de los proveedores se sienten satisfechos con el uso de eRO; mientras que sólo el 20% se siente poco satisfecho con el nuevo sistema.

Los beneficios de los procesos sin papel con mensajes electrónicos y datos logísticos son obvios (ahorros, datos precisos, cuidado del medio ambiente). Pero analizando qué piensan los proveedores de eRO se puede observar que el 50% de los usuarios ven una ventaja con la misma vista de los datos para el proveedor y el cliente. También, el 45% opina que la notificación por correo sobre nuevos mensajes en eRO es una buena mejora.

En resumen, se puede observar que resulta satisfactorio el proceso para ambas partes, puesto que se proporciona un mejor servicio a un menor costo.

Conclusiones

Este estudio busca no sólo la implementación de plataformas electrónicas para intercambio de datos en el sector automotriz, sino también comprobar los beneficios que ello conlleva e innovar un método tradicional de control de inventarios. Como todos los proyectos o implementaciones, el proyecto *eRO*, tiene una serie de áreas de oportunidad en esta primera fase de implementación, como:

- Existe la falta de experiencia en los errores que pueden presentarse durante el ciclo del proceso por lo que es necesario repetir capacitaciones periódicamente a los proveedores. Lo anterior se presenta debido a los altos índices de rotación de personal en México y específicamente en el Estado de San Luis Potosí.
- Existe resistencia al cambio tanto del cliente (personal de logística involucrado en el abastecimiento de materias primas) como de los proveedores del caso de estudio, lo que dificulta llevar a cabo el ciclo completo de pedido. Sin embargo, este tipo de innovación tecnológica se puede describir como incremental: no provoca una ruptura, sino pequeños cambios. Normalmente, este tipo de innovación se da en los procesos y servicios.
- Dado que la aplicación de tecnologías de información a un proceso clásico de abastecimiento de material se puede clasificar como innovación incremental.

Es importante identificar cuándo realmente es posible el uso de *EDI* en las empresas, ya que puede no funcionar de la manera esperada en todos los casos. Como recomendación, *EDI* debería utilizarse cuando las partes involucradas en el intercambio de datos son autónomas y comprenden al 100% su proceso (entradas y salidas). Así mismo, los beneficios se pueden cuantificar cuando el volumen de documentos intercambiados es alto, ya que representa costos de tratamiento y mantenimiento de papel y se aumenta la probabilidad de errores en el procesamiento de la información. En este análisis, debería incluirse la evaluación del costo necesario para implementar una herramienta basada en el *EDI*,

en el que se incluya costos derivados como capacitación del personal, compra de equipos, equipos de proyectos, horas hombre invertidas, etc.

Es importante remarcar que este estudio está aplicado a la industria automotriz. Cada sector productivo tiene sus particularidades y es necesario realizar un análisis previo para la implementación de nuevos procesos en sus comunicaciones o transacciones comerciales y/o administrativas.

Referencias

- Calderon, J. (2017). Cálculo de la cantidad económica de pedido según el método EOQ sin faltantes. *Repositorio Digital de la UTMACH*.
- Ibargüen, D. (05 de Noviembre de 2014). *Implementación de la planeación y control de inventarios en la empresa Almotores S.A.* Obtenido de Fundación Universitaria Católica: <https://repository.unicatolica.edu.co>
- INEGI & AMIA. (2018). *Colección de estudios sectoriales y regionales: Conociendo la industria automotriz*. Aguascalientes, Ags.: INEGI.
- Izar, J., Ynzunza, C. & Zermeño, E. (2014). Cálculo del punto de reorden cuando el tiempo de entrega y la demanda están correlacionados. *Science Direct*, pp. 864-873.
- Khazanchi, D. (2014). An empirical analysis of benefits of Electronic Data Interchange (EDI) implementation: implications for new it implementation. *Journal of Small Business Strategy*, 13(1), pp. 45-62
- Salas, K., Maiguel, H. & Acevedo, J. (2017). Metodología de Gestión de Inventarios para determinar los niveles de integración y colaboración en una cadena de suministro. *Revista chilena de ingeniería*, 25(2), pp. 326-337.
- TicPortal. (13 de Junio de 2016). Obtenido de EKCIT: European Knowledge Center: <https://www.ticportal.es/glosario-tic/edi-intercambio-electronico-datos>
- Valeo. (01 de Noviembre de 2016). Obtenido de The Flows Management website: <http://supplyflow.org/signin.php>
- Velázquez, D. & Pereda, M. A. (2018). Material de apoyo "Métodos de Control de Inventarios". Universidad&Ciencia, pp. 152-168.
- Zapata, J. (2014). *Fundamentos de la gestión de inventarios*. Medellín: Centro Editorial Esumer.