

## La administración de operaciones como factor de eficiencia en los costos de la cadena internacional de suministros de una empresa Tier 1 del sector automotriz

ARREDONDO-HIDALGO, María Guadalupe\*†, ÁLVAREZ-VALADEZ, Gerardo y NAVARRETE-REYNOSO, Ramón

*Universidad de Guanajuato*

*Universidad Iberoamericana León*

Recibido Octubre 10, 2016; Aceptado Diciembre 18, 2016

### Resumen

La presente investigación se aboca a un caso específico de una empresa proveedora del sector automotriz en nivel Tier 1 en el estado de Guanajuato. Se aborda el marco teórico relacionado a las herramientas de calidad, conceptos generales de los inventarios y su administración dentro de una empresa productora del sector automotriz, un área que se ha convertido en un punto clave y que la intervención en los sus procesos representan una parte importante de los costos dentro de la empresa. Se trata de una investigación no experimental de diseño transversal, o transeccional descriptivo, ya que la obtención de los datos se realizará para la unidad de análisis, o sea el estudio de caso. Esta investigación evidencia especialmente el concepto de control de inventarios y la toma de decisiones que llevan al personal involucrado que afecta esencialmente a los costos de la cadena de suministros. Es entonces, una propuesta de mejora para la empresa, que enfrenta día con día los retos de mantenerse como proveedora de asientos y productos textiles del sector automotriz, incorporando la excelencia y competitividad como diferenciadores básicos, y que exige el mercado internacional.

**Cadena internacional de suministros, Administración de inventarios, industria automotriz**

### Abstract

The present investigation approaches to a specific case of a supplier company for the automotive sector in level Tier 1 in the state of Guanajuato. The theoretical framework is related to quality tools, general concepts of inventories and management within a company producing automotive sector, an area that has become a key point addressed and that intervention in the processes represent a part important costs within the company. This research evidence especially the concept of inventory control and decision-making that lead to personnel involved essentially affects the costs of the international supply chain. This is a non-cross experimental research design or descriptive transeccional, since the data collection will be made to the unit of analysis, that is the case study This is a proposal for improvement for the company, facing every day challenges remain as a supplier of seats and textile products in the automotive sector, incorporating excellence and competitiveness as core differentiators, and requires the international market.

**International supply chain, inventory management, automotive industry**

**Citación:** ARREDONDO-HIDALGO, María Guadalupe, ÁLVAREZ-VALADEZ, Gerardo y NAVARRETE-REYNOSO, Ramón. La administración de operaciones como factor de eficiencia en los costos de la cadena internacional de suministros de una empresa Tier 1 del sector automotriz. Revista Administración y Finanzas. 2016, 3-9: 44-54.

\*Correspondencia del Autor: (Correo Electrónico: mg.arredondohidalgo@ugto.mx)

† Researcher contributing first author.

**Introducción**

Actualmente, el concepto de logística se encuentra en todos los ámbitos tanto empresariales, como de organizaciones públicas. La logística es el proceso que implica la planificación, ejecución y control eficiente del flujo de materias primas, inventarios, productos terminados, servicios e información relacionada, desde el punto de origen al punto de consumo, incluyendo los movimientos internos y externos y las operaciones de exportación e importación, con el único fin de satisfacer las necesidades del cliente (Glosario Básico del Transporte, 2016).

La eficiencia de la logística internacional es un elemento cada vez más importante en el ámbito de la competitividad mundial. Slone, Dittman y Mentzer (2010) indican que una cadena de suministro que rinda al máximo, será una defensa competitiva que generará beneficios económicos para la empresa. Los ahorros más significativos de la industria son los relacionados con el material, los más comunes son los costos de la materia prima, transportación, almacenaje, flujo entre procesos y obsolescencias. Toda empresa cuya actividad sea la transformación de un producto debe verificar y optimizar sus procesos de control de material. La presente investigación se aboca a un caso específico de una empresa proveedora del sector automotriz en Guanajuato. Se aborda el marco teórico relacionado a la planeación y el manejo de inventarios dentro de una empresa de la industria automotriz, un área que se ha convertido en un punto clave y que además representa parte importante de los costos dentro de la empresa.

Esta investigación es pertinente ya que Guanajuato se ha transformado en parte del cluster automotriz más importante de la región, en donde el concepto de control de inventarios y su administración es un eslabón esencial en la cadena de suministros.

**Marco teórico-conceptual  
Control de inventarios**

Anaya (2011) indica que los inventarios, existencias y el concepto de stock se relacionan, aunque hace la distinción ya que éstos son mercancías que se destinan específicamente a la demanda de los clientes, para surtirlos en el momento que se presente el pedido. Define inventario como la acumulación que se mantiene en la cadena logística, de productos en la fábrica, semiterminados en proceso de fabricación o bien ya terminados o de maquinaria en un taller específico. El correcto manejo de estos conceptos hará que los costos de operación sean mínimos. La siguiente figura identifica los componentes de un sistema logístico integral y global.



**Figura 1** Componentes de un sistema logístico. Fuente: Elaboración propia

Tipos	Definición
En tránsito. Ballou (2004), Krajewsky y Ritzman (2000).	Para transportar mercancías de una localidad a otra. Estos inventarios junto con los que se encuentran en centros de distribución, almacenes de campo y localidades del cliente son también conocidos como inventarios de tubería. El inventario en tránsito entre el proveedor de materias primas y la fábrica puede reducirse: cambiando el método de transporte ó cambiando a un proveedor más cercano a la fábrica

Por especulación. Ballou (2004).	Las mercancías se compran, tanto por el precio de especulación, como para incorporarlos en el proceso productivo.
Cíclico. Ballou (2004), Krajewsky y Ritzman (2000).	Existe cuando las órdenes se hacen en cantidades mayores de las necesarias para satisfacer los requerimientos. Al invertir en un inventario cíclico, puede satisfacer muchos periodos de demanda, más que una necesidad inmediata y mantener bajo los costos de embarque.
De seguridad. Ballou (2004), Krajewsky y Ritzman (2000).	Suministra protección contra irregularidades o incertidumbre en la demanda u oferta; esto es cuando la demanda excede lo pronosticado o cuando el tiempo de reabastecimiento es más largo de lo anticipado. Es necesario para productos con patrones estacionales de demanda y suministro uniforme. Los inventarios de anticipación se preparan de antemano y se vacían durante los periodos de demanda pico.
De previsión, Krajewsky y Ritzman (2000).	Para absorber irregularidades presentadas en la tasa de demanda o suministro.

**Tabla 1** Tipos de inventarios. Fuente: *Elaboración propia con base en la información de los autores citados*

### Técnicas de administración de inventarios

Schroeder (2004) involucra cuatro razones esenciales por las que las empresas deben llevar un inventario:

1. Protección contra las incertidumbres, tanto para la oferta, en la demanda y en los tiempos de espera. Se mantiene para protegerse contra esas incertidumbres.
2. Permite una producción y compras económicas: con frecuencia resulta económico producir inventarios en lotes, esto permite la producción en un punto en el tiempo, posteriormente, no se realiza alguna otra producción del mismo artículo hasta que el lote esté casi agotado.

3. Se cubren los cambios anticipados en la demanda o en la oferta. Existen casos en los que se esperan cambios en la demanda o en la oferta, lo que ocasiona que las organizaciones mantengan un inventario anticipado.

4. Prevee el tránsito. Los inventarios que se desplazan de un punto a otro en la cadena de suministro se conocen como inventarios en trámite o inventarios en tránsito. Dichos inventarios son afectados por las decisiones de ubicación o de la producción y por la elección del transportista.

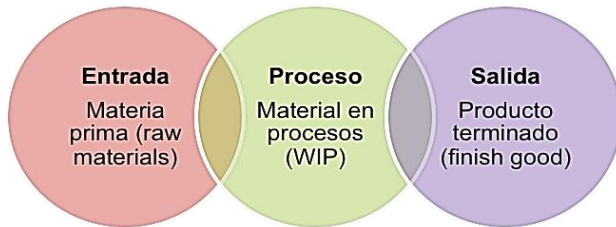
### Evaluación de los inventarios

Krajewsky y Ritzman (2000) enfatizan que lo esencial no es bajar los costos de los inventarios, sino mantener la cantidad adecuada de mercancías que le permita a la empresa alcanzar sus prioridades competitivas con mayor eficiencia. Las razones para mantener los inventarios dentro de una empresa son variadas:

- Mejorar el servicio al cliente: suministran un nivel de disponibilidad de producto o servicio que cuando se localiza cerca del cliente, puede satisfacer altas expectativas del cliente por la disponibilidad del producto. Esto puede mantener las ventas, e incluso también puede aumentarlas.
- Reducir costos: puede favorecer economías de producción, permitiendo lapsos de producción más grande y de mayor nivel. Favorece economías en la compra y la transportación. Wallace (2009) indica que debe llevarse un plan maestro de producción lo que dirige una compra adelantada de cantidades adicionales de productos a precios actuales más bajos en vez de comprar a precios futuros que se pronostican más altos.

El control del inventario se entiende al cuantificar la relación entre la demanda y la incertidumbre del aprovisionamiento a través de la cadena de suministro.

La falta de control en estos procesos deriva en problemas que impactan directamente la cadena de suministro interna, algunos de estos problemas son: riesgo de obsolescencia de material, exceso de inventario, falta de control sobre el material, falta de inventario y como consecuencia retraso en entrega a clientes.



**Figura 2** Naturaleza de los inventarios

La figura 2 muestra la naturaleza de los inventarios para las empresas internacionales:

- Materia prima: los insumos que serán transformados en producto terminado.
- Material entre procesos: material semi producido o que está en espera de pasar a una siguiente estación de trabajo, también es el material rechazado durante el proceso por defectos o aquel que se encuentra en inspección.
- Producto terminado: material que se encuentra en tránsito hacia el cliente, al material almacenado en espera de ser embarcado, material en espera de ser exportado en aduana, material retornado por garantías, material de muestras y promociones.

### Métodos de control de inventarios

a) Sistema MIN-MAX: consiste en identificar en los almacenes los niveles mínimos y máximos que deben tenerse de material, esto deriva de un análisis de tiempos y movimientos así como del funcionamiento de las líneas de manufactura, el objetivo es tener en control el inventario.

b) Sistema FIFO: se garantiza gracias a que el material se distribuye en fila, de modo que no se puede retirar más que una caja (aquella que más tiempo lleva en la estantería), y cualquier nueva caja que se introduzca será la última en utilizarse. (Ballou, 2004, pp. 363-365).

Este sistema admite fácilmente la implantación de un sistema de tracción (Pull) mediante Kanban, así como la implantación de mínimos y máximos en las estanterías. Algunas ventajas de usar estas herramientas hace que el inventario existente sea transparente, que haya un sitio para cada cosa y cada cosa está en su sitio, facilita la identificación de los lugares que corresponden a cada referencia, la existencia máxima puede limitarse fácilmente y es posible definir un inventario mínimo.

### Planeación de los requerimientos de los materiales

La coordinación del flujo de bienes y servicios entre las instalaciones físicas es un asunto importante en el manejo de la cadena de suministro. La decisión de las cantidades que se moverán, el momento de moverlas, la forma y las ubicaciones de donde serán adquiridas son preocupaciones frecuentes. Sistema MRP (por sus siglas en inglés). Para la planificación de requerimientos de materiales se convierte el plan maestro de producción en un programa con fase de tiempo para todos los ensambles intermedios y partes componentes. Los programas detallados consisten de dos partes: los recibos programados (órdenes abiertas) y las órdenes planeadas. (Vollmann, Berry, Whybark y Jacobs, 2005).

Las acciones primarias tomadas por un planificador de MRP son: liberación de órdenes, reprogramar fechas de entrega de las órdenes abiertas existentes cuando es deseable. Analizar y actualizar los factores de planeación del sistema para los números de parte bajo su control.

Esto involucraría tener que analizar el tamaño de los lotes, los tiempos de entrega, la tolerancia por desperdicios o los inventarios de seguridad. Utilizar el sistema para resolver problemas críticos de escasez generando que las acciones puedan ser capturadas en los registros para el siguiente proceso.

Para la correcta planificación de los materiales mediante sistemas MRP es necesario que los datos mostrados en el archivo estén correctos, ya que este archivo muestra por número de parte, orden mínima de compra, lead time y el inventario real disponible en almacén. Por tal motivo el departamento de ingeniería debe mantener actualizadas las listas de materiales (BOM- bill of materials) para que MRP muestre las cantidades exactas de consumo.

#### Lista de materiales.

Es considerada como un documento de ingeniería que especifica los ingredientes o componentes subordinados requeridos físicamente para hacer cada número de parte o de ensamble. Una lista de materiales de un solo nivel comprende solo aquellos componentes subordinados que son inmediatamente requeridos, no los componentes de los componentes.

#### Lean Manufacturing.

Es una filosofía de trabajo, basada en las personas, que define la forma de mejora y optimización de un sistema de producción focalizándose en identificar y eliminar todo tipo de desperdicios, procesos o actividades que usan más recursos de los estrictamente necesarios.

Los que más se observan son: sobreproducción, tiempo de espera, transporte, exceso de procesado, inventario, movimiento y defectos. Hernández y Vizán (2013) especifican que esta herramienta detecta lo que no debería estar haciendo la empresa porque no agrega valor al cliente y tiende a eliminarlo.

Para alcanzar sus objetivos, despliega una aplicación sistemática y habitual de un conjunto extenso de técnicas que cubren la práctica totalidad de las áreas operativas de fabricación: organización de puestos de trabajo, gestión de la calidad, flujo interno de producción, mantenimiento, gestión de la cadena de suministro.

Los beneficios obtenidos en una implantación Lean son evidentes y están demostrados.

“Su objetivo final es el de generar una nueva cultura de la mejora basada en la comunicación y en el trabajo en equipo; para ello es indispensable adaptar el método a cada caso concreto” (p. 10).

#### Sistema Kanban.

El sistema de jalar o Kanban es un sistema de reposicionamiento de material, basado en el punto de re-orden, ayuda a mantener el flujo de material y elimina desperdicios.

Es una de las herramientas Lean, el término es también conocido como Kanban es un sistema que controla el flujo de recursos en procesos de producción a través de tarjetas, las cuales son utilizadas para indicar abastecimiento de material o producción de piezas, está basada en la demanda y consumo del cliente, y no en la planeación de la demanda. Uno de sus objetivos es el de comunicar de forma visual a todos, la siguiente información: ¿Qué producir? ¿En qué cantidad? ¿En qué tiempo?

Tipo	Descripción
Make Pull Card (Tarjeta Hacer).	Indica qué número de parte de producto terminado se tiene que construir, esta información debe estar disponible en la línea para así jalar la producción necesaria dando flujo a la cadena y evitando el inventario entre procesos
Move Pull Card (Tarjeta de Movimiento).	Indica que determinado material debe moverse, este concepto puede usarse tanto para la materia prima que se mueve al punto de uso, como al producto terminado que debe integrarse al almacén.
Change Over Pull Card (Tarjeta de Cambio de Modelo).	Indica el número de parte que tendrá que construirse en la siguiente corrida.

**Tabla 2** Tipos de Kanban

#### Punto de re-orden.

El modelo de pedidos fijos ofrece varias ventajas tales como la protección a los faltantes sin necesidad de revisar por periodo sino por nivel de inventario, es un modelo apropiado para números de parte críticos. Coloquialmente es conocido como punto de re-orden ya que fija el momento en que se debe hacer un pedido cuando el nivel de inventario ha bajado al nivel en que debe programarse la entrega del proveedor.

De acuerdo a Chase, Jacobs y Atilano (2009) el momento para hacer un pedido está definido como la cantidad disponible más la cantidad pedida menos los pedidos acumulados por surtir. Si al modelo se le establece un inventario de seguridad que puede ser entendido como las existencias que deben almacenarse extra a la demanda esperada, se puede asumir que los cambios inesperados en la demanda podrán estar cubiertos por esas existencias.

Matemáticamente se puede entender el modelo de la siguiente forma:

$$\begin{aligned} \text{ROP} &= (D * te) + \text{IS} \\ \text{IS} &= (\sqrt{te}) * \sigma D \end{aligned} \quad (1)$$

En donde:

ROP = Punto de re-orden

D = Demanda esperada

te = Tiempo esperado para la llegada del material

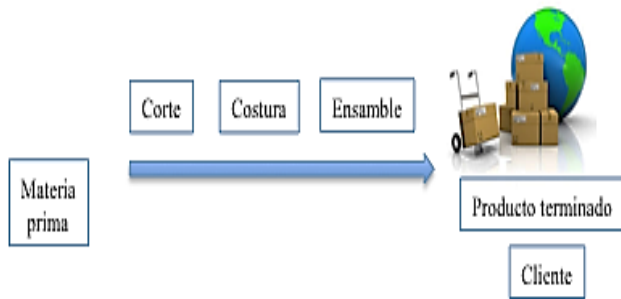
IS = Inventario de seguridad

Se puede notar que el inventario de seguridad contempla la desviación estándar de la demanda esperada pues ello ayudará a contrarrestar los propios cambios de la demanda o alguna variación en el tiempo de entrega por parte de los proveedores.

#### Mapeo de cadena de valor.

La cadena de valor está compuesta por las actividades, tanto las que agregan valor como las que no lo hacen, que son requeridas para hacer que un producto pase por los flujos principales, esenciales para cada producto. El mapeo de la cadena de valor es una herramienta de Lean que por medio de íconos y gráficos muestra la secuencia y el movimiento de la información, materiales y las diferentes operaciones que componen la cadena.

La intención del mapeo de la cadena de valor es ver estos procesos, no como entidades independientes sino como procesos que interaccionan y dan flujo al material, esto permite a la organización desarrollar un diseño esbelto en sus procesos así como entender como implementar el concepto Lean. La siguiente figura esquematiza propiamente lo que corresponde al estudio de caso.



**Figura 3** Cadena de valor de la empresa. *Fuente: Elaboración propia*

El mapeo de la cadena de valor de la empresa, muestra los flujos imperativos de la cadena:

- Flujo de información. Se refiere a aquellos datos recibidos desde que el cliente coloca una orden, como se recibe y procesa esta información y como se difunde a las áreas productivas para la generación de un bien.
- Flujo de procesos. Son las actividades que deben ejecutarse para generar el bien, cómo interactúan y qué tan eficientes son.

Para la ejecución de esta herramienta es necesario visualizar dos escenarios:

1. Estado actual. Es la representación gráfica de cómo la información y el material se mueven actualmente, en este punto hay que visualizar gráficamente las actividades que agregan y no agregan valor a la elaboración de un producto o servicio.

2. Estado futuro. Define cómo debería ser el flujo, eliminando desperdicios mediante el uso de herramientas de Lean para ello debe preguntarse:

¿Cómo debe ser el flujo de información para que el proceso haga sólo lo que el siguiente proceso necesita, cuando lo necesita, en el tiempo que lo necesita y sin interrumpir ese flujo?

Durante el mapeo es importante identificar: Eliminación de desperdicios. Reducir variabilidad. Imaginar una atmósfera de “mundo perfecto”. Hacer eficiente el proceso total. Identificar áreas para flujo continuo. Asegurarse que el estado futuro está alineado con las metas de la planta. Romper paradigmas, buscando la forma de cómo lograr la eliminación de desperdicios. Generar y contestar preguntas claves.

Para mejorar el flujo de material e información es importante tomar en cuenta:

- Producir de acuerdo al takt time<sup>7</sup>.
- Desarrollar flujo continuo (una pieza) donde sea posible utilizar supermercados para controlar los procesos donde no sea posible el flujo continuo del material.
- Enviar las señales Pull del cliente a un solo proceso (el pacemaker).
- Distribuir la fabricación de los diferentes productos en el proceso que marca el ritmo de la producción.
- Crear un Pull inicial liberando pequeños incrementos de trabajo en el pacemaker.
- Desarrollar la habilidad de hacer cada parte cada día.

El lead time es uno de los indicadores que deben verse mejorados con el mapeo, con la ayuda del flujo de una pieza, el escenario futuro debe llevar al trabajo por lote de una pieza.

<sup>7</sup> Takt time: tiempo que cada unidad de trabajo destina a cada unidad de producto.



Para la elaboración del mapeo es importante seleccionar un equipo multifuncional que esté familiarizado con el producto, asegurar que todos estén entrenados en VSM<sup>8</sup> y designar un líder. Para dibujar el estado actual se debe seleccionar una familia de productos, el mapa del flujo significa caminar y dibujar los pasos del proceso (flujo de material y de información) para una familia de producto puerta a puerta en la planta.

Hay que identificar los pasos del flujo de información y del flujo de material, para la mejor comprensión del VSM es necesario caminar el flujo, comenzando desde el área de embarques hasta llegar a los proveedores, registrar los procesos, entrevistar a la gente para saber cómo hacen las cosas, identificar la información del cliente así como los principales procesos.

Para cada operación de manufactura hay que registrar:

- Datos de estabilidad: calidad, material rechazado, tiempo de preparación de la máquina, eficiencia, tiempos de cambio de modelo.
- Datos operacionales: número de operadores, número de máquinas, número de turnos, tiempos ciclo, tiempo de proceso, tiempo disponible para producción.
- Datos de materiales: Volúmenes de producción por número de parte, estándar pack por operación, estándar pack del cliente, lugares de almacenamiento de material y cantidades.

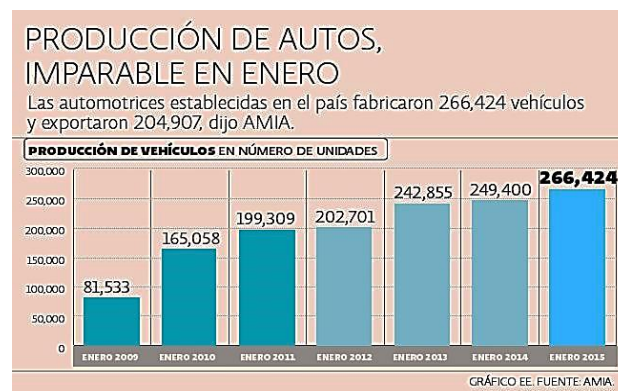
Una vez hecho el mapeo de la cadena de valor deben generarse planes basados en el aprendizaje, en las áreas de oportunidad descubiertas, tomando encuenta los procesos críticos, desarrollando metas, objetivos y acciones.

<sup>8</sup> VSM: Value stream mapping o cadena de valor <http://www.leansolutions.co/conceptos/vsm/>

Para asegurar la implementación de estos planes es importante contar con un equipo multidisciplinario que se comprometa a desarrollar las actividades definidas, dando seguimiento en reuniones quincenales o mensuales.

## Contexto de la Industria

Con base a los datos de la Asociación Mexicana de la industria Automotriz Mexicana (AMIA), se trata de un sector maduro, dinámico que se encuentra en crecimiento constante. La industria automotriz mexicana elevó su producción 6.8% en enero de 2015, al ensamblar 266,424 unidades en el primer mes del 2015, y las exportaciones repuntaron 15.2%, con el envío de 204,907 autos ligeros, cifras que se colocan como récord (AMIA, 2015).



**Gráfico 1** Fuente: Extraído de: <http://eleconomista.com.mx/industrias/2015/02/09/produccion-exportacion-autos-inicia-2015-despegan-enero>

## Marco Referencial. Contexto de la empresa

La industria automotriz en México está liderada por muy pocas empresas ensambladoras por lo que la cadena de suministro es muy compleja y altamente exigente. “La función de una empresa ensambladora es poner el producto en el mercado.



Se le conoce como TIER 1 a los proveedores directos de las fabricantes de equipo original (OEM) y son estrictamente vigilados en materia de la calidad, tiempo y costos de todos sus componentes y partes de subensambles. En este orden, TIER 2, son las compañías que surten de componentes a las TIER 1 y así sucesivamente con los TIER 3, que proveen a los TIER 2.”<sup>9</sup>

Se trata de una empresa de capital estadounidense dedicada al sector de autopartes, productora de asientos, cabeceras, consolas, paneles para puertas y techos, entre otros componentes para empresas Tier 1 de la industria automotriz. Actualmente cuenta con 4 plantas, 2 en Estados Unidos y 2 en México. Entre sus principales clientes se encuentran: Ford, Toyota, General Motors, Volvo, Nissan, Mazda y Honda.

Para la elaboración de las mercancías se consumen diversos materiales, entre los que destacan la tela impregnada para forrar, polioli e isocionato para espumas, geotextiles para refuerzos intermedios, hilos de poliéster y nylon, adhesivos líquidos base poliuretano y grapas, entre otros componentes que hacen que el producto final sea manufacturado y entregado al cliente. Si alguno de los materiales no se encuentra disponible no será posible entregar oportunamente.

Es aquí donde un buen proceso de planeación, un sistema de control de inventarios preciso y la correcta distribución de los materiales dentro del almacén van a permitir que la cadena de suministro sea efectiva. Esto implica clasificación de números de parte, identificación de materiales con su correcta etiqueta y ubicación en el almacén, el adecuado registro de la entrada y salida de materiales del almacén.

La empresa tiene el almacén a su máxima capacidad con materiales de consumo lento y en otros casos presenta faltantes para ciertos modelos de productos que provocan paros de línea de producción o tener que surtir de urgencia.

### Metodología

Se trata de una investigación no experimental de diseño transversal, o transeccional descriptivo, ya que la obtención de los datos se realizará para la unidad de análisis, o sea el estudio de caso. Se trata de una empresa guanajuatense proveedora de la industria automotriz, en donde se han analizado parámetros de evaluación de inventarios y mapeo de valor, para realizar un rediseño para mejora de las operaciones de la empresa.

### Resultados

Debido a que el desarrollo del análisis de datos y mapeo de cadena de valor es propiedad de la empresa guanajuatense, se presentará sólo la situación en donde se encontró un tema a atender. El proceso de extracción de información y de captura de datos en el MRP no se estaba haciendo puntualmente debido a que el personal responsable de llevarlo a cabo le daba mayor importancia a otras actividades operativas y no a la de información. Gracias al adecuado mapeo de cadena de valor se logró detectar el área donde se debe trabajar la constancia en el propósito de mejorar el servicio a través de la oportuna lectura de la información. Esta discriminación de actividades, provoca que en repetidas ocasiones el modelo ADH-3302 tenga retrasos en la línea de producción y por consecuencia en entregas puntuales debido a que el material geotextil presenta faltantes constantemente en almacén de materia prima.

<sup>9</sup> <https://www.vanguardia-industrial.net/lo-que-hay-que-entender-de-la-industria-automotriz-en-mexico/>

Tratándose de una manufacturera del sector automotriz con programas de trabajo muy regulares se puede asumir que la demanda es constante pues cuando existen cambios de demanda se presentan en los mismos periodos y existen cambios muy suavizados. Esos cambios pueden ser protegidos a través de un inventario de seguridad. El uso del punto de re-orden resuelve dicho problema. A continuación se puede observar el análisis y cálculo:

El geotextil para el modelo ADH-3302 tiene una demanda promedio mensual de 5,550 unidades y de acuerdo al análisis estadístico se encontró una desviación estándar de 816 unidades, el tiempo de entrega promedio del proveedor es de 5 y el tiempo en tránsito es de 3 días. Internamente se contempla el tiempo administrativo para captura en sistema y tener disponibilidad para la línea de producción es de 0.125 días. Aplicando el modelo matemático para el punto de re-orden, tenemos:

$$ROP = (5,550 \times 0.2672) + (\sqrt{0.2672}) \times 816$$

$$ROP = 1,905 \text{ unidades de geotextil.}$$

Se interpreta como el establecimiento de una política de colocar una orden de compra cuando las existencias bajen a 1,905 unidades en el almacén y se lleva a cabo con una pull-card de Kanban en el almacén que servirá como alerta para hacer una orden al proveedor.

### Conclusiones

Un concepto sencillo ofrece buenos resultados. Generalmente se establecen soluciones complejas para problemas que han sido identificados como puntuales y sencillos. Un ajuste en la política puede ofrecer grandes beneficios, siempre teniendo material en el almacén y surtir adecuadamente la línea para que no haya paros y como consecuencia entregas a tiempo.

Se está trabajando en la constancia de la revisión de información, la facilidad de leer la tarjeta Kanban ayuda a que el personal responsable muestre una actitud positiva y de aceptación al punto de re-orden.

Los modelos matemáticos deben ser entendidos por las personas involucradas para apoyar la aceptación de nuevas políticas y cambios en las actividades diarias. Sin embargo, es necesario explicar a las personas relacionadas con este inventario, la realidad de la empresa y las consecuencias positivas de aplicar este tipo de sistemas para asegurar el éxito en el eslabón de la cadena de logística internacional para llevar el producto a la exportación en tiempo y forma.

### Referencias

- Alvarez-Ochoa, F. (2014). Soluciones Logísticas Manual para optimizar la cadena de suministro. (2ª. Ed.). Madrid, España: Editorial Alfaomega- Marge Books.
- Anaya, J. (2011). Logística Integral. La gestión operativa de la empresa. (4ª Ed.). Madrid, España: Editorial Esic.
- Ballou, R.H. (2004). Logística, Administración de la cadena de suministro. (5ª. Ed.). México, D.F.: Pearson Education.
- Chase, Richard B., Jacobs, F.Robert y Aquilano, Nicholas J. (2009). Administración de operaciones. Producción y cadena de suministros. (12ª. Ed.). México, D.F.: Mc Graw Hill.
- Fernández, E., Avella, L. y Fernández, M. (2003). Estrategia de producción. México, D.F.: Editorial Mc Graw Hill.

Glosario Básico del Transporte (2016). Definición de logística, recuperado de: <http://www.transporte.mx/glosario-basico-de-transporte/>

Hernández-Matias J. C. y Vizán, A. (2013). Lean manufacturing, conceptos, técnicas e implantación. Universidad Politécnica de Madrid, España. Recuperado de: <http://www.eoi.es/savia/documento/eoi-80094/lean-manufacturing-concepto-tecnicas-e-implantacion>

Jayaram, J., Vickery, S. & Droge, C. (2011). Relationship building, lean strategy and firm performance: an exploratory study in the automotive supplier industry. U.S.A. International Journal of Production Research.

Krajewsky, L. y Ritzman, L. (2000). Administración de operaciones. México, D.F.: Pearson Educación.

Schroeder, R. (2004). Administración de Operaciones: Concepto y casos contemporáneos. (2ª Ed). México, D.F.: Mc Graw Hill.

Smalley, A. (2004). Creating level pull. U.S.A. Lean Enterprise Insitute.

Slone, R., Dittman, J.P. y Mentzer J. (2010). Transformando la cadena de suministro. Innovando para la creación de valor en todos los procesos críticos. Barcelona España: Editoral Profit Harvard Business School Publishing Corporation.

Soret, I. (2004). Logística comercial y empresarial. (4ª Ed.). Madrid, España: Editorial Esic.

Vollmann, T.E., Berry, W., Whybark D.C. y Jacobs F. (2005). Planeación y control de la producción: administración de la cadena de suministros. (5ª. Ed.). México, D.F.: Editorial Mc Graw Hill.

Wallace, T. (2009). Sales & Operations Planning: ¿por qué planificar?. Recuperado de: <http://www.logisticamx.enfasis.com/notas/11872-sales-operations-planning-por-que-planificar>.