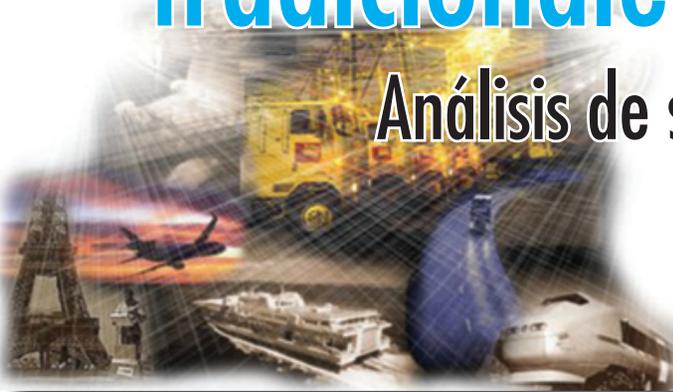


Cadenas de suministro tradicionales y colaborativas

Análisis de su influencia en la gestión de la variabilidad de la demanda



Francisco Campuzano-Bolarin*
Eva Martínez-Caro*
Lorenzo Ros-McDonell*

* Universidad Politécnica de Cartagena. Dpto. Economía de la Empresa. Tfno: +34 968 326475.
francisco.campuzano@upct.es.

Recibido: 15/12/2009 • Aceptado: 11/01/2010

Traditional and collaborative supply chains.

Analysis of its influence on the demand variability management

ABSTRACT

• Nowadays there are different structures of supply chain management based on collaboration among the companies which belong to the same chain. This work deeply analyzes the advantages and disadvantages of using these structures, in particular, Vendor Managed Inventory (VMI) and Electronic Point of Sales (EPOS) compared to the Traditional Supply Chain.

Moreover, it devises several models of Supply Chain Management, developed using the Dynamic Systems Methodology, where the structures are shaped and simulated by the Vensim© software.

These models are an efficient tool to recreate different management backgrounds, which fit a greater or lesser extent with business objectives (tactical or operational) as proposed.

In that way, analyzing the variations of the Bullwhip effect, as the main causes of instabilities in the demand process management along the supply chain, will be possible.

• **Keywords:** Logistics, Bullwhip effect, Systems Dynamics, Supply Chain Management, Vendor Managed Inventory (VMI), Electronic Point of Sales (EPOS).

RESUMEN

En la actualidad existen diferentes estructuras de gestión de *Cadena de Suministro* basadas en la colaboración entre los integrantes de la misma. Para este trabajo se analizan las ventajas y desventajas de la utilización de cada una de estas estructuras, en particular *Vendor Managed Inventory* (VMI) y *Electronic Point of Sales* (EPOS) en la gestión de la variabilidad de la demanda con respecto a la Cadena Tradicional. Además se utilizan varios modelos de Gestión de *Cadena de Suministro*, contruidos usando la Metodología de la Dinámica de Sistemas, en los que se modelan y simulan con el programa informático Vensim© las estructuras mencionadas.

Estos modelos constituyen una herramienta eficaz que permite recrear diferentes escenarios, que se ajusten, en mayor o menor medida, con los objetivos empresariales (tácticos u operativos) propuestos. Con esta base será posible posteriormente analizar la variación del efecto látigo (también conocido como *efecto Bullwhip*) como uno

de los principales causantes de las inestabilidades en el proceso de gestión de demanda que se producen a lo largo de la *Cadena de Suministro*.

Palabras clave: logística, efecto Bullwhip, dinámica de Sistemas, gestión de la Cadena de Suministro, Vendor Managed Inventory (VMI), Electronic Point of Sales (EPOS).

1. INTRODUCCIÓN

La extrema competitividad que existe en la economía actual, unida a los efectos de la globalización, obligan a la industria a encontrar nuevas vías para interactuar y satisfacer a los clientes. En una *Cadena de Suministro*, los fabricantes, intermediarios comerciales, transportistas, proveedores y organismos oficiales colaboran para entregar la mercancía de forma rápida y eficaz de modo que el dinero fluya a través de la economía. Una *Cadena de Suministro* optimizada, supone mejoras de eficiencia que pueden reducir las necesidades de

inventario, ahorrar costes de transporte y otros gastos de distribución, y optimizar el *time to market*.

Forrester (1958), analizando una *Cadena de Suministro Tradicional*, observó que un pequeño cambio en el patrón de demanda de un cliente se magnificaba según fluía a través de los procesos de distribución, producción y aprovisionamiento. En cada nivel de la cadena, esta desviación se amplificaba aguas arriba de la misma en forma de órdenes de reabastecimiento. Esa amplificación se debía, según Forrester, a los problemas derivados de la existencia de tiempos de suministro (“*non-zero lead times*”), y la inexactitud de las previsiones realizadas por los diferentes miembros de la cadena ante la variabilidad de la demanda. Más tarde, Lee et al (1997) identifican que la distorsión de la demanda con respecto a las ventas debida al efecto Forrester se amplifica aún más debido a los siguientes efectos que pueden darse incluso de forma simultánea en la *Cadena de Suministro*: la *lotificación* de pedidos, la fluctuación de los precios de los productos, y el racionamiento y escasez de productos terminados. Se denomina *efecto látigo* (o *efecto Bullwhip*) a la amplificación de la varianza en la demanda de productos, producida por la combinación de estos 4 elementos; amplificación que va aumentando según nos separamos del consumidor final y nos adentramos en la *Cadena de Suministro*.

Alguna de las causas del efecto *Bullwhip* pueden atribuirse a la desconfianza entre los miembros de la *Cadena de Suministro* que genera una escasez de información dando lugar a la aparición de problemas de gestión (como pueden ser los excesos de inventarios, demanda insatisfecha, tiempos de suministro elevados, etc.): esos se repercuten negativamente en el objetivo principal de la *Cadena de Suministro*, que es conseguir la máxima satisfacción del cliente final (Hosoda y Disney, 2005).

Disney et al. (2004) comentan el interés que tendría para el análisis de la variabilidad de la demanda (efecto *Bullwhip*), la utilización de nuevas estructuras de *Cadena de Suministro*, tales como *EPOS* (*Electronic Point of Sales*), *VMI* (*Vendor Management Inventory*), ambas basadas en estrategias colaborativas entre los miembros que la forman, *Reducida* y *E-shopping*. La particularidad de la cadena *Reducida* es que se eliminan algunos miembros respecto a lo que puede ser una *Cadena de Suministro Tradicional*. Esto reduce los tiempos de suministro totales y las órdenes de reabastecimiento, lo que suaviza el efecto *Bullwhipp*. La cadena *e-shopping* (o de compra electrónica) se caracteriza por estar formada por dos miembros, fabricante y consumidor final (por ejemplo la venta de ordenadores Dell).

En este trabajo se analizan las ventajas y desventajas de la utilización de las estructuras Tradicional y las colaborativas *EPOS* (*Electronic Point of Sales*), *VMI* (*Vendor Management Inventory*) en la gestión de la variabilidad de la demanda a lo largo de una *Cadena de Suministro* multinivel. Dichas estructuras de Gestión de *Cadena de Suministro* se han modelado (Campuzano et al., 2008a y 2008b) usando la Metodología de la Dinámica de Sistemas. Posteriormente

se simulan con el programa informático *Vensim*®. Estos modelos constituyen una herramienta eficaz que permiten al investigador o al responsable de producción decidir, mediante la recreación de diferentes escenarios, qué estructura se ajusta en mayor o menor medida con los objetivos empresariales (tácticos u operativos) propuestos.

2. JUSTIFICACIÓN DE LA METODOLOGÍA UTILIZADA

La metodología utilizada para el modelado y análisis en esta investigación es la *Dinámica de Sistemas*, metodología creada por **Forrester** (1961).

El objetivo de la *Dinámica de Sistemas* es examinar la interacción que existe entre varias funciones (procesos físicos, flujos de información, políticas de gestión, etc.) dentro de un sistema, con el fin de facilitar la comprensión del mismo y mejorar la interacción de los componentes de dicho sistema. Los pasos a seguir a la hora de crear el modelo propuesto utilizando esta metodología se dividen en dos etapas. La primera es la creación del diagrama causal y la segunda, la creación del diagrama de flujos. La *Dinámica de Sistemas* utiliza el diagrama causal para representar la estructura de un sistema. Los diagramas causales se construyen con variables que se conectan por medio de flechas que representan las relaciones de causa-efecto o influencia entre éstas. A cada relación causa-efecto se le asigna una polaridad que puede ser positiva (+) o negativa (-), y que indica la influencia de la variable dependiente sobre la independiente. El diagrama de Forrester o de flujo es una traducción del diagrama causal a una terminología que permite simular el comportamiento del sistema creado en un ordenador. El programa utilizado para realizar las simulaciones de los modelos utilizados para este trabajo será *Vensim*®. La anterior consideración lleva a una clasificación (Aracil, 1997) de las distintas variables que aparecen en un diagrama de flujos en tres grupos: variables de nivel o estado, variables de flujo y variables auxiliares.

Las *variables de nivel* reflejan acumulaciones (por ejemplo, inventario en curso, almacén de productos, pedidos pendientes). Son normalmente las variables más importantes y muestran en cada instante la situación del modelo. Asociada a cada variable de nivel se encuentran una o varias *variables de flujo* (por ejemplo, entrada de productos al almacén, entrega de productos, entrega de productos pendientes) que determinan su variación a lo largo del tiempo. Por último, las *variables auxiliares* son el resto de las variables que aparecen en el diagrama (por ejemplo, pedidos en firme o demanda de cliente), y representan pasos intermedios para la determinación de las variables de flujo a partir de las variables de nivel. A las variables de nivel y de flujo se asocian unos iconos (gráficos). Así a la variable de nivel se asocia un rectángulo mientras que a la de flujo se asocia un icono que recuerda a una válvula, cuya apertura se regula precisamente mediante el flujo que representa esa variable. Las variables auxiliares suelen representarse mediante círculos, aunque no es necesario. Ver Figura 1.

2.1. CONSTRUCCIÓN DEL MODELO CAUSAL DE UN SISTEMA

El conjunto de los elementos que tienen relación con nuestro problema y permiten en principio explicar el comportamiento observado, junto con las relaciones entre ellos, en muchos casos de retroalimentación (cadena cerrada de relaciones causales), forman el Sistema a modelar. El *Diagrama Causal* es un diagrama que recoge los elementos clave del Sistema y las relaciones entre ellos.

Una vez conocidas globalmente las variables del sistema y las hipotéticas relaciones causales existentes entre ellas, se pasa a la representación gráfica de las mismas. En este diagrama, las diferentes relaciones están representadas por flechas entre las variables afectadas por ellas.

2.2 ESTRUCTURA DEL MODELO CAUSAL PROPUESTO PARA UNA CADENA DE SUMINISTRO TRADICIONAL



Figura 1: Ejemplo de Cadena de Suministro Tradicional

El modelo base a crear, se realizará a partir de una *Cadena de Suministro Tradicional* de estructura lineal, formada por los niveles Cliente Final, Minorista, Mayorista y Fabricante (ver un ejemplo de la posible estructura de una *Cadena de Suministro Tradicional* en la figura 1). Los pasos seguidos para determinar el diagrama causal en el caso concreto de la *Cadena de Suministro Tradicional* se basan en las propuestas de Aracil y Gordillo (1997), Pérez Ríos (1993) y Sterman (2000), y son los siguientes:

1) En primer lugar se realiza una descripción del problema que se desea estudiar.

En este caso, con el análisis de las causas de la variabilidad de la demanda a lo largo de una *Cadena de Suministro* multinivel, estudiamos el funcionamiento de *Cadena de Suministro* en torno a la gestión de la demanda que realiza cada uno de los niveles de la misma. El efecto de la variabilidad de la demanda se observará en los niveles de servicio, costes de inventario (pedido, almacén) y costes por pedidos no servidos a tiempo.

2) En segundo lugar se sitúan los elementos que tienen

influencia con el problema que se quiere estudiar.

Para la creación del diagrama causal de la *Cadena de Suministro* tradicional propuesta, se ha utilizado como modelo de referencia el APIOBPCS (*Automatic Pipeline, Inventory and Order-Based Production Control System*) (Jhon et al, 1994). Según Berry (1994) el *modelo APIOBPCS* representa adecuadamente el proceso industrial de gestión de demanda, presenta interesantes características dinámicas, y las fases de su funcionamiento son bastante transparentes (ver figura 2). Los estudios realizados sobre el efecto *Bullwhip* utilizando este modelo, son los más cercanos a la investigación que se propone, aunque para acercar el modelo a la realidad se han agregado dos elementos a las variables que propone el modelo APIOBPCS, que son las restricciones de capacidad y el proceso de gestión de pedidos pendientes.

Los elementos considerados para llevar a cabo el diagrama causal de la *Cadena de Suministro* elegida, en base al modelo APIOBPCS, son los siguientes:

- La demanda del cliente final y demanda de un nivel hacia el situado inmediatamente aguas arriba
- Los pedidos en firme (tanto para Minorista, Mayorista y Fabricante): los pedidos en firme constarán de la demanda enviada por el nivel inmediatamente aguas abajo del que se esté considerando y los pedidos pendientes del miembro de la cadena que se trate. Es decir si el subíndice "i" se corresponde con el nivel de la cadena que se esté tratando, D_{i-1} a la demanda del nivel inmediatamente aguas abajo, y P_{pi} a los pedidos pendientes del nivel que se esté considerando, los pedidos en firme serán:

$$\text{Pedidos en firme } i = D_{i-1} + P_{pi}$$

- Los pedidos pendientes (tanto para Minorista, Mayorista y Fabricante)
- El inventario disponible (tanto para Minorista, Mayorista y Fabricante): puede encontrarse dentro del almacén y la cantidad disponible del mismo nunca puede ser negativa. Esta cantidad es relevante, ya que permite determinar si la demanda de un determinado cliente puede ser satisfecha directamente desde el almacén.

- *La previsión de demanda* (tanto para Minorista, Mayorista y Fabricante): se ha realizado utilizando alisado exponencial simple.
- *El estado de Inventario* (tanto para Minorista, Mayorista y Fabricante): se define por la siguiente relación (Silver et al , 1998):

Estado inventario = Inventario disponible+Inventario pendiente de recibir(o productos en curso)-pedidos pendientes.

- *Las órdenes de reabastecimiento* (tanto para Minorista como Mayorista) *y las órdenes a fábrica* (nivel de Fabricante): tanto las órdenes de reabastecimiento como las órdenes a fábrica se confeccionarán según la política de inventario que se elija para gestionar la demanda. Independientemente de la política que se siga, para el lanzamiento de las mismas se tendrán en cuenta las variables Previsión de demanda, Estado de inventario, y Tiempos de suministro o fabricación. La política de control de inventario utilizada en este trabajo es la *Order up to level S* (Silver et al 1998). Esta política se basa en mantener el estado de inventario dentro de un nivel S. Las órdenes de reabastecimiento o fabricación se enviarán siempre que el estado inventario caiga por debajo del nivel S. Como ejemplo se puede hacer S igual a la previsión de demanda durante el tiempo de suministro más la desviación típica de la demanda durante el tiempo de suministro multiplicada por un factor de servicio K (Silver et al 1998). Así la orden de reabastecimiento será:

$$O_t = D_t + k \cdot \sigma_t - \text{Estado de inventario}_t$$

- *El tiempo de suministro* (Mayorista y Fabricante).
- *Los productos en curso* (tanto para Minorista, Mayorista y Fabricante): los constituyen, por una parte, aquel inventario que ha sido servido y que no llegará a estar disponible hasta que se cumpla el tiempo de suministro estipulado y, por otra, el inventario que estará disponible en el almacén, tras completarse el proceso de fabricación.
- *La capacidad de fabricación* (nivel del Fabricante): se expresará como el número de unidades que pueden realizarse durante un periodo.

- *Fabricación* (nivel del Fabricante).
- *Tiempo de fabricación* (nivel de Fabricante).
- *Niveles de servicio* (tanto para Minorista, Mayorista y Fabricante): el cociente entre número de unidades expedidas a los clientes sin retraso y el número total de unidades demandadas por los mismos.
- *Costes de inventario* (almacenamiento y pedido, tanto para Minorista, Mayorista y Fabricante) *y rotura de stocks* (generados por no servir a tiempo un pedido).

Lógicamente estos elementos variarán en función del tipo de *Cadena de Suministro* que se esté modelando. En el caso de las Cadenas de Suministro con estructuras colaborativas VMI y EPOS se añadirán nuevas variables que se exponen en los apartados 2.4 y 2.5.

3) Se definen, concretamente se dibujan, las relaciones o influencias que existen entre ellos.

Una vez conocidas globalmente las variables del sistema y las hipotéticas relaciones causales existentes entre ellas, se pasa a la representación gráfica de las mismas. En este diagrama, las diferentes relaciones están representadas por flechas entre las variables afectadas por ellas.

Esas flechas van acompañadas de un signo (+ o -) que indica el tipo de influencia ejercida por una variable sobre la otra. Un signo “+” quiere decir que un cambio en la variable origen de la flecha producirá un cambio del mismo sentido en la variable destino. El signo “-” simboliza que el efecto producido será en sentido contrario. A continuación se presenta el diagrama causal del nivel del minorista para la *Cadena de Suministro Tradicional* (Figura 2).

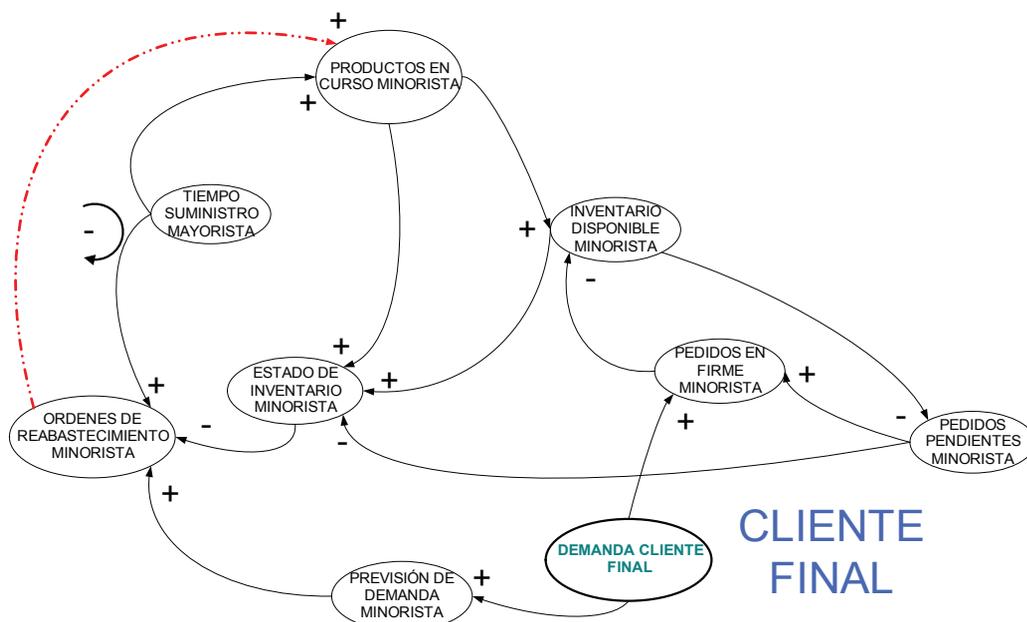


Figura 2: Diagrama causal del nivel del minorista para la Cadena de Suministro Tradicional considerada

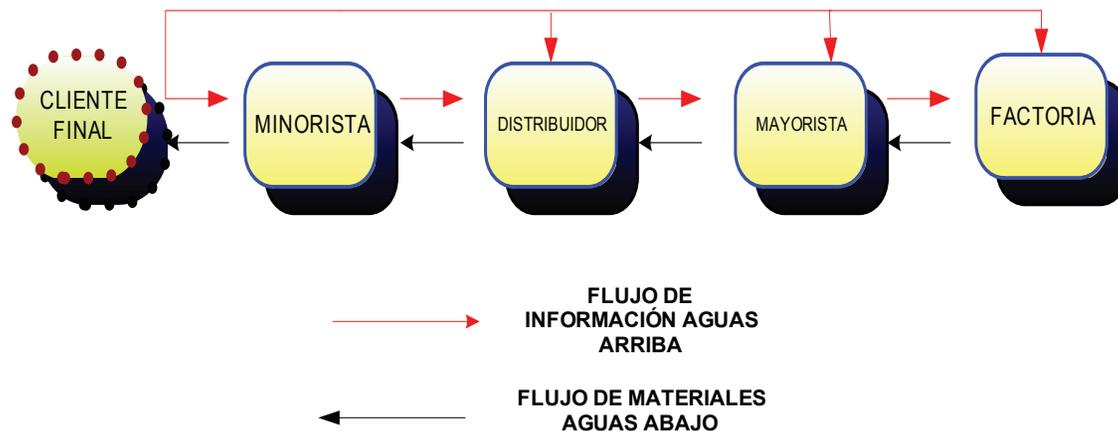


Figura 3: Ejemplo de Cadena de Suministro EPOS

En la figura anterior se ha representado el diagrama causal del nivel del minorista de la *Cadena de Suministro* tradicional considerada. Por razones de espacio no se ha representado el diagrama causal de la totalidad de la cadena, es decir, los niveles minorista, mayorista y fabricante. Este diagrama puede realizarse con cualquier software de dibujo para ordenador o simplemente “a mano alzada”.

2.3 TRANSFORMACIÓN DEL DIAGRAMA CAUSAL AL DIAGRAMA DE FORRESTER

Como ya se expuso anteriormente, el diagrama de Forrester es una traducción del Diagrama Causal a una terminología que permite simular el comportamiento del sistema creado en un ordenador. El soporte informático utilizado para realizar las simulaciones del modelo creado es *Vensim*®.

2.4 MODELADO DE LA CADENA DE SUMINISTRO EPOS

La característica principal de las cadenas de suministro en las que se utiliza el sistema EPOS es que la información de las ventas al cliente final es enviada a cada uno de los miembros de la *Cadena de Suministro* (ver figura 3). Así cada miembro conocerá la demanda real de productos que el cliente final solicita en cada periodo. De todas maneras, los diferentes métodos en la realización de pronósticos, así como el aprovechar oportunidades para la compra de materias primas a precios bajos, pueden conducir a colocar extrañas ordenes que desvirtúan la información y conduzcan a producir el efecto *Bullwhip* (Dejonckheere et al. 2004).

La diferencia principal entre la estructura EPOS y la tradicional a la hora de modelarlas estriba en que en la primera la información de las ventas del minorista al consumidor final se envía a cada uno de los miembros de la cadena, lo que mejora las previsiones de demanda de éstos, ya que se eliminan periodos de falta de información que desvirtúan el correcto funcionamiento de las técnicas de previsión utilizadas.

No se añade en este caso el diagrama causal de la *Cadena de Suministro* EPOS, ya que es bastante semejante al propuesto para la *Cadena de Suministro* Tradicional. La diferencia entre éstos se basa principalmente en la representación de las conexiones desde el cliente final hasta cada uno de los miembros de la *Cadena de Suministro*. Dichas conexiones representan la información de las ventas al cliente final en cada periodo.

2.5 MODELADO DE LA CADENA DE SUMINISTRO VMI

VMI es una técnica que está englobada dentro del concepto de técnicas colaborativas entre cliente (no confundir con cliente final: en este tipo de asociación el cliente se corresponde con el minorista o el mayorista) y su proveedor. VMI significa Inventario manejado por el proveedor, es decir, quien determina qué se compra es el proveedor y no el cliente. Por supuesto es un acuerdo previo entre los socios, por eso es una técnica colaborativa. Para modelarlo se ha operado de la siguiente forma: el cliente le envía a su proveedor los stocks de los almacenes a reabastecer y los consumos que tiene, ya sean un Centro de Distribución o un local de venta. En base al acuerdo logístico que se citó anteriormente, el proveedor analiza los consumos de productos, los tiempos de suministro, posibles modificaciones de la demanda, los días de stock máximos acordados, etc., y decide cuánto es lo que tiene que reabastecer. Así el proveedor reabastece directamente, es decir, genera la orden interna de preparación de productos y la envía al cliente. O sea que a las dependencias o Centros de Distribución del cliente llegan los productos que el proveedor decidió reabastecer para lograr siempre el nivel de servicio acordado (ver figura 4. El triángulo en el minorista representa el almacén de este último. Del almacén parte hacia el distribuidor la información sobre el estado del mismo en cada periodo). A diferencia de las anteriores cadenas modeladas, se ha simulado un proceso colaborativo entre dos niveles de la cadena, en este caso entre Minorista y Mayorista (o Distribuidor). La política de reabastecimiento

utilizada en esta estructura por el mayorista para atender la demanda del minorista es la *Order Up to level* (S,s) (Disney et al 2003). Al utilizar esta política de control de inventario las órdenes de reabastecimiento se ejecutan con la intención de llevar el estado del inventario a un nivel S, siempre que éste alcance o esté por debajo del punto de pedido s. Se ha denominado de esta forma, porque cuando el nivel inventario alcanza una cantidad definida previamente se lanza el pedido de reabastecimiento o fabricación.

Éste es uno de los datos más comúnmente compartido entre minoristas y proveedores. El acceso al estado de inventario por parte de los proveedores y minoristas contribuye a bajar el inventario total de la cadena. Esto significa que si los proveedores pueden tener visibilidad del inventario de sus productos en tiendas y almacenes del minorista, podrán realizar una mejor gestión sobre éstos, mejorando la reposición hacia los almacenes y, principalmente, hacia las tiendas. Esto último generará beneficios para el proveedor y el minorista, evitando las roturas de stock y mejorando la

demanda enviada por este último. Durante este proceso el proveedor es guiado para cumplir con los objetivos de los niveles del inventario y costes de transacción. Se trata pues de un sistema de aprovisionamiento basado en el intercambio de información (Internet/EDI (*Electronic Data Interchange*)). El proveedor es capaz de controlar y gestionar el stock de su empresa cliente, ya que existe un constante intercambio de información en este sentido. De esta forma, será el mismo proveedor el que decida los aprovisionamientos hacia su cliente. Éste además de delegar en su proveedor el control del inventario y la realización de pedidos, podrá ver reducido y ajustado el nivel del stock en su almacén.

VMI evoluciona a lo que actualmente se llama *Collaborative Planning, Forecasting and Replenishment* (CPFR). El CPFR es una técnica colaborativa por lo que los integrantes de la cadena realizan un intercambio de información, compartiéndola y discutiéndola para poder planificar mejor el servicio al cliente final. Esta técnica propicia el intercambio, discusión y trabajo en común de

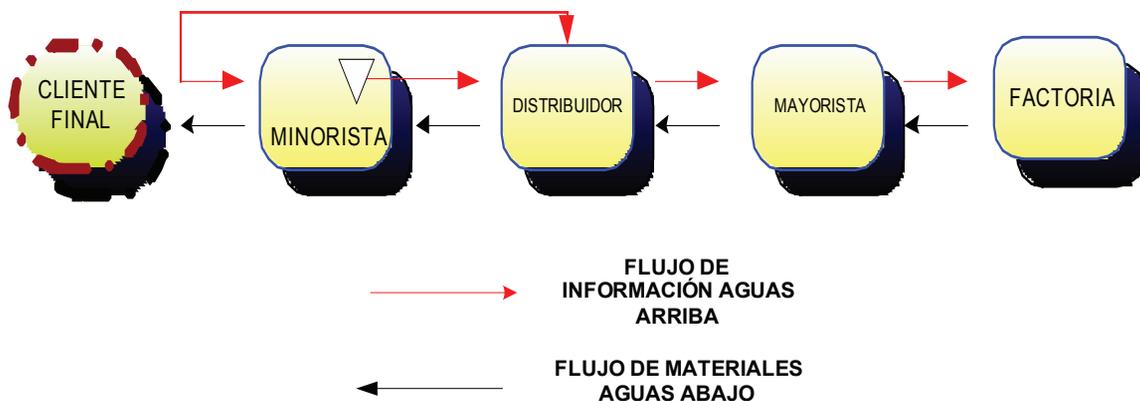


Figura 4: Cadena de Suministro VMI

disponibilidad comercial. Por su parte, el minorista tendrá que dar acceso al proveedor a los sistemas de información necesarios, o bien podrá dejar la información en Internet, para que éste acceda a ella. Aquí es clave la oportunidad de la información, es decir, deben acordarse los momentos en los que se actualizarán los inventarios y los momentos en los que se compartirá esta información.

En la práctica, la forma de compartir la información de los inventarios se puede implementar de diferentes formas. Existen iniciativas a nivel de grandes minoristas y grandes proveedores, los cuales promueven modelos de negocios, tales como: CRP (*Continuous Replenishment Programs*, Programas de Reposición Continua) y VMI (*Vendor-Managed Inventory*, Inventario Manejado por el Proveedor).

La evolución de la *Cadena de Suministro* tradicional hasta el VMI supone la utilización de las nuevas tecnologías de la información y el intercambio electrónico de datos entre los integrantes de la *Cadena de Suministro*.

El VMI es un proceso en el que el proveedor genera órdenes para su cliente basadas en la información de

los pronósticos de demanda ítem por ítem. En función de este trabajo en común, se realiza el reabastecimiento de productos, no sólo en función de los históricos de ventas suministrados por el minorista, sino que adicionalmente se suman las previsiones de demanda y la planificación de promociones, que en el caso de productos de gran consumo son muy importantes, ya que la demanda crece o disminuye abruptamente con la aparición o desaparición de una promoción, generando la mayoría de las veces las indeseables roturas de stock.

La representación del diagrama causal para la asociación VMI se contempla en la siguiente figura (Figura 5):

La implantación de VMI o CPFR conlleva mejoras en la gestión de la cadena, pero también diversos inconvenientes descritos por **Gustafsson y Norrman** (2001).

Entre las ventajas se pueden destacar las siguientes:

- Los primeros beneficios de la implantación del sistema se obtienen a corto plazo (meses)
- La amortización de la inversión realizada se recupera rápidamente (meses)

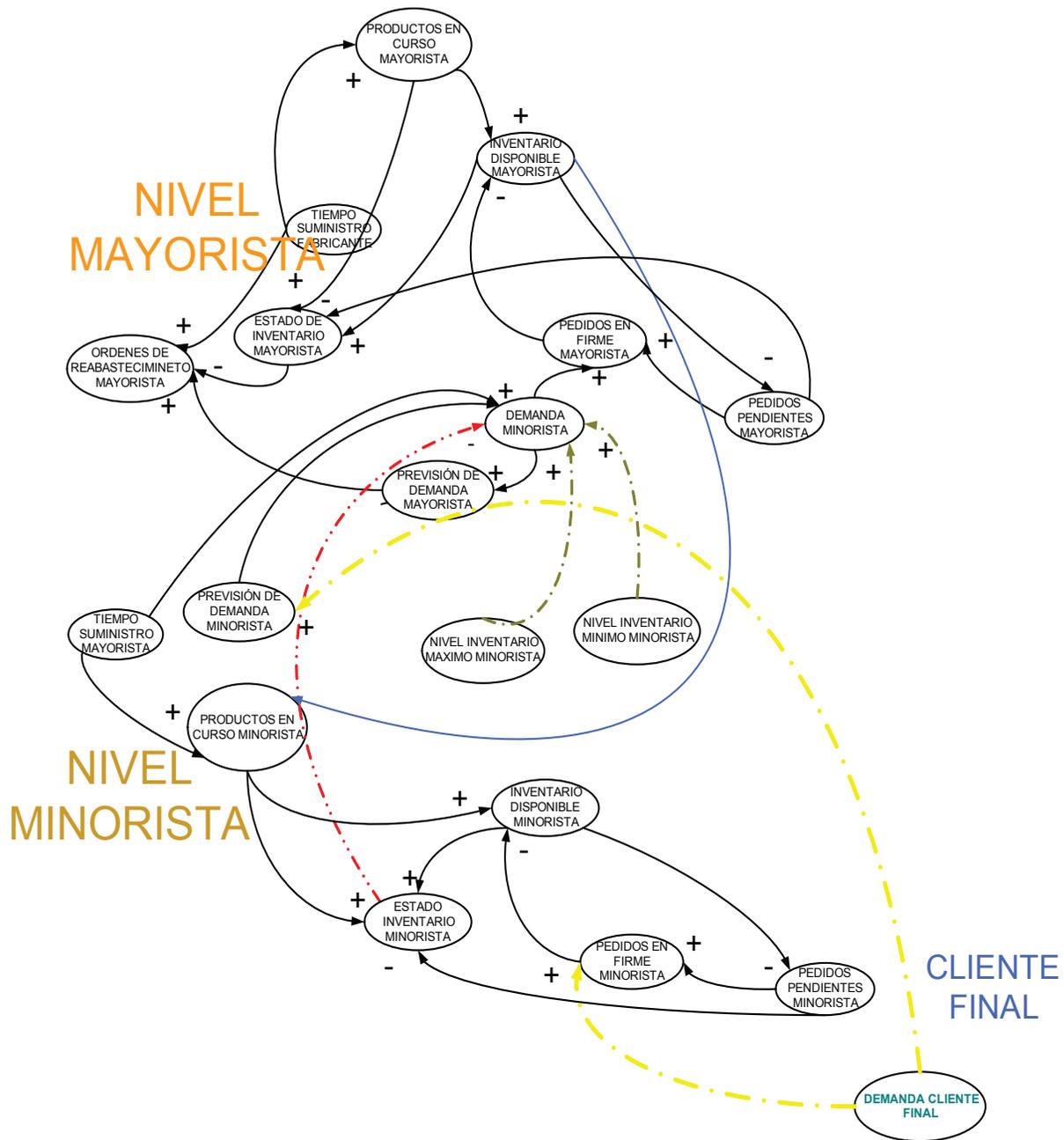


Figura 5: Diagrama Causal para la Cadena de Suministro con estrategia VMI

- Clientes y distribuidores en la cadena aumentan su conocimiento de los diferentes procedimientos productivos de sus socios y se consigue un mayor entendimiento entre las partes
- Las herramientas de software utilizadas son rápidas de implantar (semanas-meses) y el encargado de supervisarlas y controlarlas adquiere rápidamente confianza en las mismas
- La carga de trabajo de los encargados de logística no fluctúa demasiado, es decir que se reducen las épocas de mucho trabajo alternadas con las de poca actividad
- Mejora en el nivel del servicio al cliente

- Mejora del Proceso productivo y de la eficiencia de la red de distribución
 - Incremento de las cuotas de mercado
 - Reducción global de costes (stocks, aprovisionamiento, transporte)
 - Aumento del volumen del negocio gracias a la eliminación de roturas de stock y de los stocks obsoletos.
- Entre las desventajas cabe señalar las siguientes:
- Aunque el concepto que plantean estas técnicas es fácil de asimilar, aceptar el cambio en la forma de trabajar y en la designación de responsabilidades necesita algo de tiempo

- Los Interfaces utilizados para integrar los diferentes ERP de las empresas participantes necesitan de una gran cantidad de tiempo y trabajo
- El software utilizado no funciona bien cuando la cadena realiza contratos de suministro de muy corta duración.

3. CONCLUSIONES

Existen diferentes paquetes de software en el mercado actual que permiten implantar la metodología VMI con interesantes resultados estratégicos y financieros. Entre algunas empresas que implantan software VMI se encuentran **Nestlé** (uno de los minoristas con los que establece esta relación son los supermercados **TESCO** del Reino Unido), **Marie Brizard** o **Cadbury**.

En la Industria Española estas estrategias colaborativas se aplican en multitud de empresas que consiguen resultados semejantes a los obtenidos en las simulaciones realizadas. Los siguientes casos prácticos y otros semejantes pueden encontrarse en el libro de Urzelai (2006). **Coca Cola** alcanzó en el verano de 2003, el más caluroso de los últimos 45 años, el 98% de nivel de servicio en los supermercados con los que establecía estrategias VMI.

El grupo **Eroski** de la mano de AEOC (*Asociación Española de Codificación Comercial*) comenzó a funcionar en VMI con dos de sus proveedores más importantes, concretamente **Henkel** y **Procter & Gamble**. La operativa del sistema consiste en las siguientes etapas:

1. El Grupo Eroski pasa diariamente (a las 00h) al proveedor (vía mensaje EDI) información acerca de las referencias de éste en la plataforma de aquél: niveles de stock, salidas, faltantes, etc.
2. El proveedor calcula las necesidades de grupo Eroski (pedido teórico) y le incorpora una demanda adicional acorde a las ofertas comerciales programadas.
3. El propio proveedor emite el pedido para grupo Eroski y se lo envía por mensaje *EDI-orders*. Durante los dos primeros meses de funcionamiento en VMI, el proveedor sugería el pedido para que el Grupo Eroski diera su visto bueno, pero hoy en día, el nivel de colaboración y confianza mutua es total.
4. El proveedor envía el producto en camión completo.

En cuanto a los beneficios reales obtenidos a través de esta experiencia, concretamente en la relación Procter & Gamble-Grupo Eroski, se podrían destacar:

1. A los cuatro meses de implantar el proyecto, el stock de Procter & Gamble en la plataforma de Elorrio del Grupo Eroski se había reducido un 35% (de 10 días a 8 días de cobertura) y los stocks faltantes (pedidos pendientes) a tiendas habían disminuido en un 45% (de un 3% a un 1%).
2. A los 12 meses de implantar el proyecto, el stock de Procter & Gamble en la plataforma de Elorrio del Grupo Eroski se había reducido un 45% (de 10 días a 6 días de cobertura) y los stocks faltantes (pedidos pendientes) a

tiendas habían disminuido en un 90% (de un 3% a un 0,3%).

4. BIBLIOGRAFÍA

- Aracil J, Gordillo F. *Dinámica de Sistemas*. Madrid: Alianza Universidad Textos, 1997.
- Berry D. "The analysis, modelling and simulation of a re-engineered PC supply chain". PhD Thesis. University of Wales, Cardiff, 1994.
- Campuzano Bolarín F, McDonnell Ros L, Lario Esteban, FC. "Bullwhip Effect Consequences according to Different Supply Chain Management Strategies: Modelling and Simulation". *Journal of Quantitative Methods for Economics and Business Administration*, 2008a, Vol. 5, p.49-66.
- Campuzano Bolarín, F., McDonnell Ros, L. "Reducing the Impact of Demand Process Variability within a Multi-Echelon Supply Chain". (2008b) *The Icfai Journal of Supply Chain Management*, Vol. V, No. 2, pp. 7-21
- Disney SM, Towill DR. "Vendor Managed Inventory and Bullwhip reduction in a Two level supply Chain". *International Journal of Operations & Production Management*, 2003a, Vol. 23-6, p. 625-651.
- Disney SM, Naim MM, Potter A. "Assessing the impact of e-business on supply chain dynamics". *International Journal of Production Economics*, 2004, Vol. 89-2, p. 109-118.
- Dejonckheere J, Disney SM, Lambrecht MR, Towill DR. "The impact of information enrichment on the bullwhip effect in supply chains: A control engineering perspective". *European Journal of Operational Research*, 2004, Vol. 153-3, p. 727-750.
- Forrester JW. *Industrial Dynamics*. Cambridge, MA: MIT Press, 1961.
- Gustafsson, J and Norman A ., "Network managed supply-execution of real-time replenishment in supply networks", *Proceedings of International Symposium of Logistics*, Salzburg, Austria, 8-10 July 2001, pp 77-82
- Hosoda T, Disney SM. "On variance amplification in a three-echelon supply chain with minimum mean square error forecasting". *Omega, The International Journal of Management Science*. 2005, Vol. 34, p. 344-358.
- John S, Naim MM, Towill DR. "Dynamic analysis of a WIP compensated decision support system", *International Journal of Manufacturing Systems Design*, 1994, Vol. 1-4, p.283-297.
- Lee HL, Padmanabhan V, Whang S. "The Bullwhip Effect in supply chains". *Sloan Management Review*, 1997, Vol. 38-3, p. 93-102.
- Pérez Ríos J. "Análisis estructural de la empresa, su modelado y simulación". *Revista Internacional de Sistemas*, 1993 Vol 4 nº 1-3 Madrid
- Silver EA, Pyke DF, Peterson R. *Inventory Management and Production Planning and Scheduling*. New York: Wiley, 1998.
- Serman JD. *Business Dynamics: Systems Thinking and Modeling for a Complex World*. New York: McGraw-Hill Higher Education, 2000
- Urzelai Inza, A. "Manual Básico de logística Integral". 2006. Editorial Díaz de Santos.