

**INSTITUTO TECNOLÓGICO AUTÓNOMO DE MÉXICO
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL Y OPERACIONES
REPORTE TÉCNICO ITAM -DAHO-2001-4**

**BULLWHIP EFFECT
LOS EFECTOS DE UNA MALA
SINCRONIZACION DE LA CADENA DE
SUMINISTRO**

Dra. Cristina Gigola

**Departamento de Ingeniería Industrial y de Operaciones
Instituto Tecnológico Autónomo de México
México D.F. 01000, México**

**Esta investigación ha sido patrocinada por la
Asociación Mexicana de Cultura A.C.**

Año,2001

Bullwhip Effect. Los efectos de una mala sincronización de la Cadena de Suministro

Publicado en: Escuela de Negocios. Año 3, Vol.5. ITAM. 2001

Dra. Cristina Gigola
Departamento de Ingeniería Industrial y Operaciones
ITAM
gigola@itam.mx

Supply Chain. Integración, Colaboración, Sincronización

En la era de la Información, de la Globalización y de los negocios “punto-com” las empresas compiten a través de sus Cadenas de Suministro (Supply Chain); una red compleja de proveedores, plantas, centros de distribución y tiendas detallistas que realiza operaciones de abasto, producción y distribución de bienes generando un intenso flujo de productos e información. Este flujo debe ser efectivo en su desempeño para lograr niveles de servicio que exceden las expectativas de los clientes y eficiente en costos para generar valor para la empresa. Pero en esta red no sólo participa la empresa y sus negocios sino también los consumidores finales con demandas cada vez más sofisticadas y todas aquellas empresas con las que la firma se relaciona: proveedores de materia prima e insumos, de servicios de transporte, almacenamiento y distribución; un sistema complejo en el que intervienen entidades distintas con objetivos e intereses no siempre en armonía.

Su funcionamiento depende de los niveles de desarrollo de tres factores: *integración* dentro de la firma, *colaboración* entre las organizaciones involucradas y *sincronización* de todo el sistema para lograr un flujo de información y de bienes sin interrupciones.

En este artículo nos enfocaremos al factor sincronización y de manera particular a observar el efecto de una mala sincronización de la cadena de suministro.

Sincronización de la demanda y el abasto

La clave está en sincronizar la demanda con el abasto; cuando algún miembro de la cadena produce o adquiere más allá de la demanda real o reduce demasiado su inventario intentando minimizar costos locales, toda la cadena sufre el efecto.

La Figura 1 muestra una cadena de suministro simple de cuatro niveles y un miembro por nivel: la planta productora, un distribuidor, un mayorista y un detallista. La Planta produce jalando materiales e insumos de sus proveedores, el Consumidor Final establece la demanda real y pone en funcionamiento a la cadena logística que debe mover el producto a través de los canales.

¿Qué ocurre cuando cada miembro del sistema actúa de manera independiente, tratando de optimizar su proceso pero sin observar el efecto global? Veamos un ejemplo simple pero no muy alejado de las prácticas comunes.

El Detallista se enfrenta a la demanda del Consumidor Final, los demás miembros de la cadena a la orden colocada por el nivel inmediato inferior. El tiempo de suministro (Lead

Time) en cada nivel incluye el tiempo de entrega y el tiempo de proceso de la orden. Es importante tomar en cuenta estos dos aspectos ya que se trata de procesos distintos que se realizan mediante entidades y actividades diferentes; el sistema de proceso de la orden es un proceso generalmente interno a cada miembro del sistema, el proceso de entrega de la orden depende del miembro del nivel superior, así como del modo de transportación.

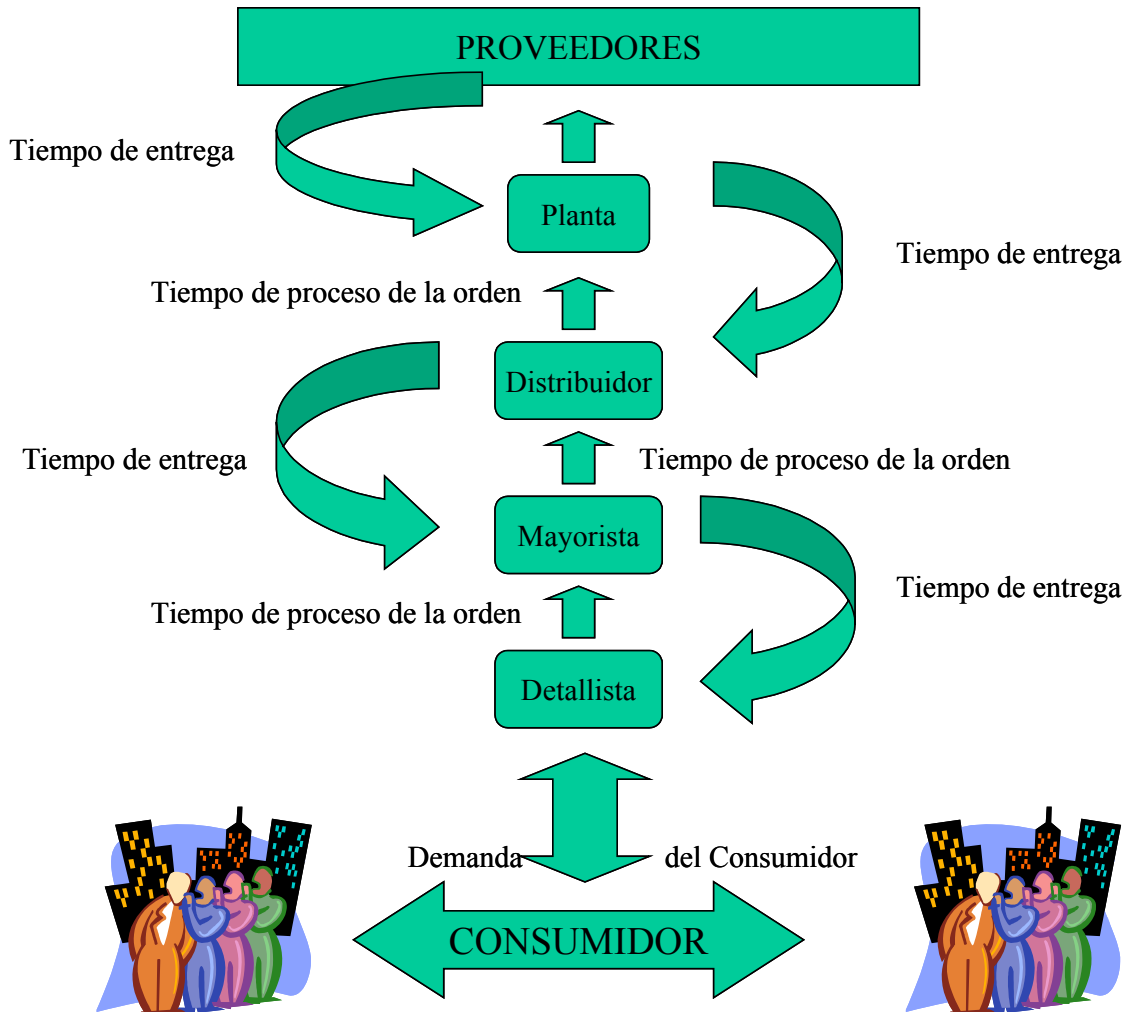


Figura 1. Cadena de Suministro

Para observar el efecto sobre el inventario a lo largo de la cadena cuando se sigue una política “miope” que sólo persigue resultados óptimos a nivel local, considérese la siguiente situación (ver Tabla 1) durante 5 periodos. Solo el Detallista conoce la demanda del consumidor final, su cliente directo.

Tratando de minimizar el inventario final cada miembro de la cadena observa la orden recibida, surte a partir de su inventario inicial y coloca una orden al nivel superior de manera de tener un inventario inicial en el periodo siguiente igual a la ultima orden recibida.

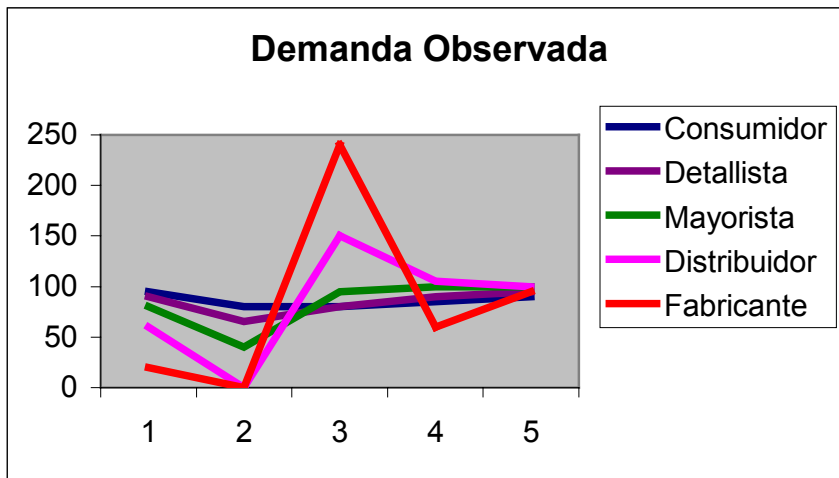
Las unidades en desabasto son surtidas al inicio de cada periodo, antes de surtir la nueva orden por lo cual no están consideradas en el inventario inicial.

		<i>PERIODOS</i>				
<i>NIVEL</i>	<i>CONCEPTO</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
<i>CONSUMIDOR</i>	<i>DEMANDA</i>	95	80	80	85	90
<i>DETALLISTA</i>	<i>Inv. Inicial</i>	100	95	80	80	85
	<i>Surte</i>	95	80	80	80	85
	<i>Inv. Final</i>	5	15	0	-5	-5
	<i>Ordena</i>	90	65	80	90	95
<i>MAYORISTA</i>	<i>Inv. Inicial</i>	100	90	65	80	90
	<i>Surte</i>	90	65	65	80	90
	<i>Inv. Final</i>	10	25	-15	-10	-5
	<i>Ordena</i>	80	40	95	100	100
<i>DISTRIBUIDOR</i>	<i>Inv. Inicial</i>	100	80	40	95	100
	<i>Surte</i>	80	40	40	95	100
	<i>Inv. Final</i>	20	40	-55	-5	0
	<i>Ordena</i>	60	0	150	105	100
<i>PLANTA</i>	<i>Inv. Inicial</i>	100	60	60	150	105
	<i>Surte</i>	60	0	60	105	100
	<i>Inv. Final</i>	40	60	-90	45	5
	<i>Procesa</i>	20	0	240	60	95

TABLA 1

Al inicio del período 1, cada miembro dispone del mismo inventario inicial (100 unidades).

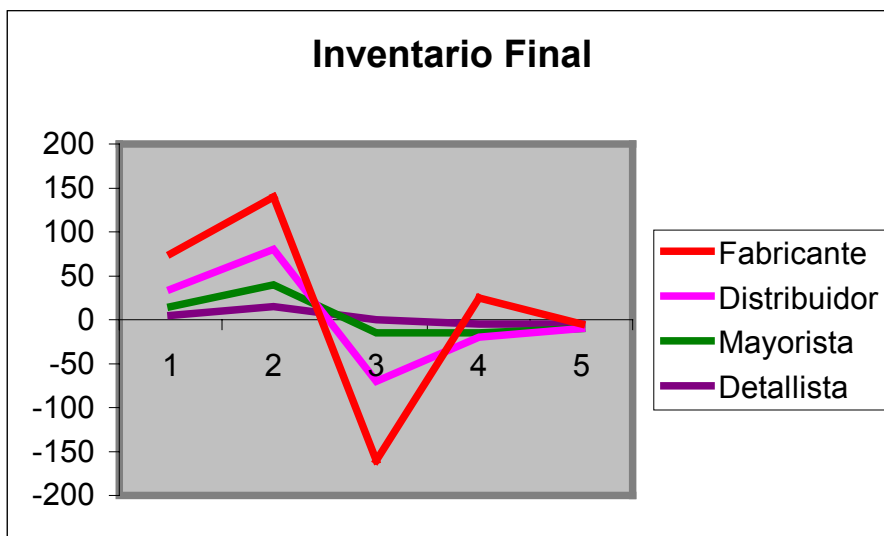
El Mayorista, por ejemplo, se enfrenta a una demanda de 65 unidades al inicio del período 2, que surte a partir de su inventario (90 unidades) quedando 25 unidades como inventario final; para iniciar el siguiente período con 65 unidades ordena al Distribuidor 40 unidades. En el período 3 el Detallista ordena 80 unidades de las cuales el Mayorista sólo puede surtir 65 quedando 15 unidades en desabasto; así ordena al Distribuidor 95 unidades, surte el backorder de 15 y enfrenta la nueva demanda (90 unidades) con 80 unidades en inventario. La Gráfica 1 muestra la demanda observada por cada entidad durante estos 5 períodos, como resultado de esta política.



Gráfica 1

Como puede observarse, aún cuando la demanda del consumidor final es estable, la variabilidad aumenta en los niveles superiores.

La Gráfica 2 muestra los niveles de inventario a lo largo de la cadena durante estos 5 períodos.



Gráfica 2

En esta última gráfica puede verse los efectos de la distorsión en la demanda observada sobre los costos de inventario y el servicio al cliente. Conforme se tienen más niveles y miembros participantes en la cadena el efecto crece.

Esta amplificación de la variabilidad de la demanda a lo largo de la cadena, conocido como Bullwhip Effect, es actualmente estudiado con gran interés por los expertos en la administración de la Supply Chain.

Del ejemplo anterior podría concluirse que el efecto es producido por un mal pronóstico de la demanda, pero esto sólo es parte del problema. Mejorar la técnica de pronóstico puede incluso empeorar la situación si ésta no es usada adecuadamente. Se requiere más bien coordinación y un flujo adecuado de información, como se verá mas adelante.

El Bullwhip Effect. Origen

El efecto es conocido desde 1961 como efecto Forrester quien estudia el problema desde un enfoque de Dinámica de Sistemas. Forrester concluye que los sistemas complejos en los que intervienen fuerzas e intereses diversos presentan un dinamismo generador de errores, inexactitudes y volatilidad en la información que no puede ser analizado únicamente desde una perspectiva administrativa unilateral, requiere ser observado en su totalidad con un enfoque sistémico.

En los 90's los ejecutivos de Procter & Gamble observan que, si bien la demanda de pañales en el mercado es estable, la demanda de sus distribuidores presentaba fuertes variaciones de un período a otro, provocando exceso o falta de inventarios a lo largo de la cadena, malos pronósticos, capacidad insuficiente o excesiva, con niveles bajos de servicio al cliente y altos costos generales para el sistema. Ellos le dan el nombre de Bullwhip Effect.

El problema pasa inmediatamente a manos de académicos de prestigiadas universidades norteamericanas quienes se han dedicado estos últimos años a identificar las causas y proponer posibles soluciones para reducir o mitigar el fenómeno.

Lo que sigue es una síntesis de los resultados de diferentes autores.

El Bullwhip Effect. Causas y Remedios

Entre las causas mas significativas se mencionan las siguientes.

- El Pronóstico de la Demanda y la Información Parcial
- Los Tiempos de Suministro (Lead Time) y La Consolidación de Pedidos (Batch Ordering)
- Las Fluctuaciones en los Precios y las Promociones
- “Inflar” la Orden como Reacción al Riesgo de Desabasto (Shortage Gaming)

Como se observará estas causas también están interrelacionadas por lo cual el remedio de una puede provocar intensificación de las otras.

El Pronóstico de la Demanda y la Información Parcial

Generalmente cada miembro de la cadena pronostica su demanda observando la orden pasada (o la histórica en el mejor de los casos) de su cliente directo y no la demanda del consumidor final, excepto en el caso del detallista. El error en el pronóstico de su cliente es incorporado a su propio pronóstico. Algunas empresas reaccionan ante este efecto utilizando técnicas de pronósticos cada vez mas sofisticadas, sin embargo ninguna técnica de pronósticos puede evitar el efecto amplificador de la demanda cuando el error esta en los datos. Una manera de contrarrestar este efecto es compartir la información real de la demanda final. Nótese sin embargo que aún compartiendo la misma información, si cada uno utiliza una técnica distinta de pronosticar o prácticas distintas de compras (puntos de reorden) esto puede contribuir a la variabilidad en la demanda.

Otra práctica común es pronosticar la demanda para cada cliente o centro de distribución de manera separada y aún por productos individuales. La primera regla a tomar en cuenta en un pronóstico es que éste “siempre será erróneo”; es por lo tanto preferible distribuir los errores que sumarlos. Por otra parte, una demanda mayor a la pronosticada de un cliente siempre puede ser completada con la demanda menor de otro (Risk Pooling).

Cuando se coloca una orden se actualiza el inventario y se incluye un inventario de seguridad cuyo monto depende no solo de la variabilidad en la demanda, sino también de la incertidumbre y demora en los tiempos de suministro. Esto nos lleva a la segunda causa del Bullwhip Effect.

Los Tiempos de Suministro y la Consolidación de los Pedidos

Para cada miembro del sistema el tiempo de suministro es el resultado de dos procesos: colocar la orden al proveedor y recibirla (ver Fig. 1). El primero depende directamente de la firma, de su sistema de proceso de la orden; el segundo, en la mayoría de los casos del proveedor, de su proceso de surtir la orden y del sistema de transportación. El tiempo total de suministro y su variabilidad se incorpora al pronóstico de la demanda para calcular inventarios de seguridad; a mayor incertidumbre y tiempo, mayor inventario de seguridad para mantener un nivel específico de servicio al cliente. Asimismo, cuando se utiliza un sistema de máximos y mínimos en el manejo de inventarios, el proveedor observa lotes de pedidos en cierto momento del mes o de la semana (ver Gráfica 2) en lugar de la demanda real en el tiempo. La razón para ordenar por lotes no sólo se asocia al sistema de inventarios sino también a minimizar los costos de transportación, de procesar órdenes mas frecuentes y a obtener descuentos por compras grandes; es más barato transportar pedidos grandes poco frecuentes que pedidos pequeños muy frecuentes; los costos de transacción no dependen generalmente del tamaño del pedido sino de su frecuencia. Sin embargo, a pesar de que las órdenes esporádicas y grandes son más baratas, esto provoca movimientos bruscos en el inventario y mayores costos de almacenamiento, porque la demanda real no sigue este patrón; cuando este ciclo se repite en el proveedor, el efecto se reproduce de manera cada vez mas pronunciada a lo largo de la cadena.

Si cada miembro de la cadena recibe órdenes que reflejen la demanda diaria real, el efecto puede disminuirse. Los costos administrativos de procesar la orden pueden reducirse con sistemas de transacción electrónicos que reducen el tiempo y el papeleo, y ofreciendo descuentos por pedidos de mezclas de productos en lugar de un solo pedido grande de un solo producto. Los costos de transportación pueden reducirse consolidando la carga de varios proveedores o con el uso de proveedores de servicios de transportación que pueden lograr economías de escala consolidando y combinando cargas pequeñas desde y hacia diferentes proveedores y clientes.

Las Fluctuaciones en los Precios y las Promociones

Cuando se ofrecen descuentos o promociones especiales de manera esporádica se venden cantidades mayores durante ese período que son mantenidas en inventario para luego no volver a comprar en los períodos siguientes. Como consecuencia, los datos muestran el patrón de ventas pero no el de consumo, una manifestación frecuente del Bullwhip Effect.

Una política de “precios bajos todos los días” por el contrario promueve compras regulares a lo largo de la cadena, manifiesta el verdadero patrón de consumo y disminuye la

variabilidad ficticia de la demanda. Los incentivos de compra no son perjudiciales per se; un buen sistema de promociones debe estar perfectamente coordinado desde el productor hasta el detallista para evitar distorsión en la información; esto es algo que no se consigue simplemente con un sistema de punto de ventas (POS) que captura información de las ventas pero no de la demanda real. Recuérdese que cualquier sistema de inventarios requiere información de la demanda, no de las ventas.

“Inflar” la Orden como Reacción al Riesgo de Desabasto (Shortage Gaming)

Pedir 100 para que me manden las 50 que necesito. Esta práctica es común cuando se sospecha que el productor o distribuidor esta racionando el producto por problemas de capacidad o por posibles cambios en los precios de los materiales. El riesgo al desabasto puede ser pasajero pero deja en el sistema información distorsionada que tarda varios períodos en estabilizarse. Esta información pasa al pronóstico y de allí al sistema de inventarios. Las consecuencias son previsibles. El proveedor puede en este caso surtir a partir de información histórica en lugar de hacerlo con base en la nueva orden. Una mayor visibilidad a lo largo de la cadena que permita compartir información de ventas, inventarios, capacidad y cambios de precios es sin embargo la mejor manera de eliminar esta practica y sus consecuencias.

Estrategias de sincronización de la Cadena de Suministro

Cada empresa tiene sus propias cadenas de suministro con características particulares que dependen de los productos y su mercado; pero aún compartiendo productos y mercados no hay empresas iguales y por ende tampoco un modelo de negocio que se ajuste a todas. Sin embargo pueden identificarse problemas generales y plantearse estrategias generales que deben adaptarse a cada situación particular. Algunas prácticas que han dado resultado en la sincronización de la cadena de suministro y que han sido implementadas con éxito por algunas empresas son las siguientes:

- **TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN.** Reducir el tiempo de suministro simplificando el proceso de colocar la orden mediante sistemas electrónicos de transferencia de información. Los sistemas de intercambio electrónico de datos (EDI) han sido usados por algunas empresas desde hace varios años. Hoy en día resultan caros y poco relacionados con el medio; todo parece indicar que la tendencia se inclina a usar la red internet.
- **POSTPONEMENT Y MASS CUSTOMIZATION.** Cuando se manejan productos muy diferenciados para los cuales es muy difícil pronosticar su demanda y los niveles de inventario son altos, algunos fabricantes han optado por un rediseño de sus productos que permite que la diferenciación se realice en niveles de la cadena más cercanos a los centros de consumo. Hewlett-Packard y sus impresoras es un ejemplo de esta práctica. Cuando se trata de productos con un ciclo de vida muy corto como en el caso de equipos de cómputo, otras como Dell Computer, han optado por un sistema de productos “a la medida” y con distribución directa. El secreto detrás de estas estrategias está en el manejo de un menor número de

productos o componentes en inventario para los cuales es más fácil pronosticar su demanda (demanda agregada)

- ECR (Respuesta Eficiente Al Consumidor), QR (Quick Response), EDLP (Every Day Low Prices) son algunas iniciativas implementadas con éxito en la industria alimenticia y textil para sincronizar la cadena de suministro. Estas están asociadas al uso de Sistemas de Información (POS, EDI), Cruce de Andén (Cross-Dock) en lugar de centros de distribución tradicionales y Administración de Categorías de Productos
- CPFR (Collaborative Planning, Forecasting and Replenishment) son planes y procesos de negocios desarrollados conjuntamente por los miembros de la cadena. Una comunicación interactiva entre las partes permite transferir pronósticos y planes promocionales de las categorías de productos, con una mejor ejecución de los planes, pronósticos más precisos, altos niveles de servicio, costos bajos y una cadena de suministro más estable.
- En una estrategia VMI (Vendor Managed Inventory) la información se centraliza en el productor quien monitorea los niveles de inventario del sistema y decide sobre tiempos y cantidades de entrega. Centralizar la información permite una mayor sincronización de la cadena de suministro, con economías de escala y reducción en los tiempos de espera y niveles de inventario. Requiere el uso de tecnologías de información y una relación estrecha de colaboración y confianza entre las partes ya que con frecuencia el productor coloca el producto bajo “consignación”.

Conclusión

El efecto Bullwhip indica un crecimiento en la variabilidad de la demanda observada a medida que se asciende en la cadena de suministro desde el consumidor final hacia el productor. Esta variabilidad impide realizar un buen pronóstico y provoca ineficiencias en el manejo del inventario y en el servicio al cliente.

Para identificar el origen es necesario tomar en cuenta que la cadena de suministro es un sistema complejo que se extiende mas allá del negocio, sus áreas funcionales y sus procesos internos. El desempeño debe medirse en forma global y no con medidas locales. El Costeo por Actividades (Activity Basic Cost) y las nuevas técnicas de Balance Scorecard miden el desempeño del sistema en forma integral y permiten detectar los procesos ineficientes.

Solo estableciendo relaciones de colaboración y compartiendo información respecto a la demanda real con los demás miembros de la cadena puede lograrse la sincronización del sistema.