

Publicaciones del Congreso Internacional de Investigación Academia Journals Puebla 2016

ISSN 1946-5351, Volumen 8, No. 3, 2016



BUAP / **INGENIERÍA**
FACULTAD

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla
Puebla, Puebla, México
Junio 9 y 10, 2016
AcademiaJournals.com

OPTIMIZACIÓN DE UN SISTEMA DE INVENTARIOS EN UNA CADENA DE SUMINISTRO TEXTIL A TRAVÉS DE REDES DE PETRI COLOREADAS

Julieta Melisa Rivera Salas¹, Francisca Santana Robles², Rafael Granillo Macías³

Resumen— Debido a la globalización hoy en día las empresas compiten a través de sus cadenas de suministro (SC, por sus siglas en inglés) por lo que, están obligadas a personalizar productos con alta calidad, precios bajos, entregas rápidas y a tiempo. En este contexto, el sistema de inventarios juega un papel fundamental para dar un buen nivel de servicio a los clientes. De esta manera, es imprescindible contar con métodos o herramientas que sirvan de apoyo en la toma de decisiones para la optimización de sistemas de inventarios. En este trabajo, se aborda un modelo basado la cantidad económica de pedido EOQ (EOQ, por sus siglas en inglés), usando la herramienta CPN Tools, la cual permite modelar y simular redes de Petri coloreadas, con el objeto de minimizar el costo total de inventarios en una cadena de suministro textil.

Palabras clave—Cadena de suministro textil, Optimización, Inventarios (EOQ), Redes de Petri.

Introducción

La Cadena de Suministro “es un sistema integrado de manera directa e indirecta en la satisfacción de una solicitud de un cliente, incluyéndola a él mismo” según lo propuso por Chopra. S. y Mendil. P. (2013). Y sincroniza según Lambert D. y Cooper M. (2000) una serie de procesos de negocio para: 1) adquirir materia prima, 2) transformar esta materia prima en producto terminado, 3) agregar valor a estos productos, 4) distribuir y promover estos productos a los clientes finales y 5) intercambiar información entre los socios de negocio (proveedores, fabricantes, distribuidores, mayoristas y minoristas).

En el Figura 1 se observa la relación que existe dentro de una cadena de suministro desde sus proveedores hasta los diferentes canales de distribución para el cliente.

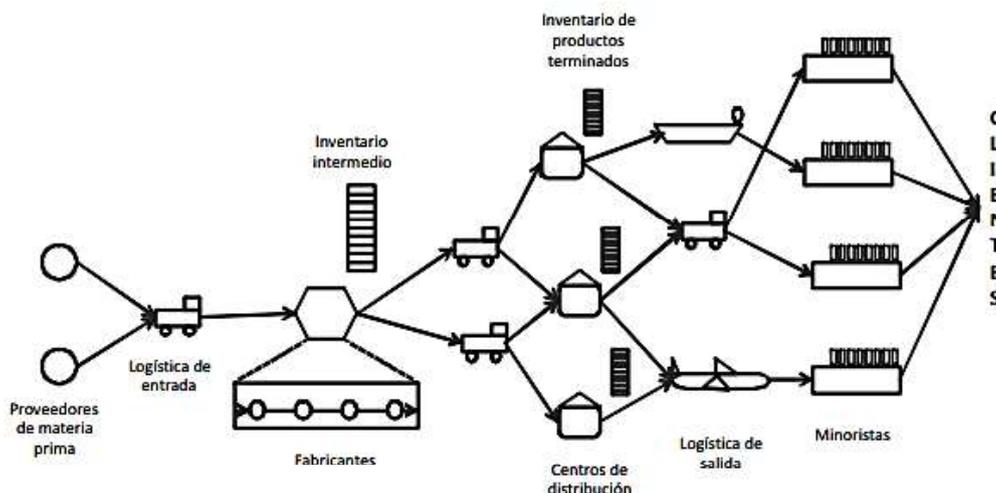


Figura 1. Red de SC. Fuente: Elaboración propia.

¹ Julieta Melisa Rivera Salas es alumna de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Hidalgo, México.

² La Dra. Francisca Santana Robles es Profesor Investigador de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Hidalgo, México. fran-santana7@hotmail.com (Autor corresponsal)

³ El Mtro. Rafael Granillo Macías es Profesor Investigador de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Hidalgo, México.

De acuerdo a Lambert D. y Cooper M. (2000) es posible decir que la administración efectiva de la SC debe tomar en cuenta la coordinación de todos los componentes de la cadena tan cuidadosamente como sea posible sin perder la calidad o satisfacción del cliente, mientras que se mantienen costos bajos.

La clave del éxito de una SC es la velocidad en que estas actividades pueden ser terminadas, la realización de las necesidades del cliente y su satisfacción es la razón principal de la red. Los beneficios obtenidos de la administración efectiva de una SC son, reducción de inventarios, costos de operación bajos, disponibilidad del producto y satisfacción del cliente. Las decisiones asociadas con las SC son de dos tipos: decisiones estratégicas y decisiones operacionales, las primeras tienen que ver con las políticas corporativas, así como ver de forma completa el diseño y estructura de la SC. Las operacionales son aquellas que tratan con actividades y problemas diarios (o a corto plazo) de la organización.

La industria textil y de ropa es altamente diversa y heterogénea, esto origina que la SC textil sea compleja, con un gran número de partes involucradas. Por otro lado, hoy en día la competencia de mercados ya no es entre compañías, sino entre las SC de las compañías. La SC textil está compuesta de un grupo de integrantes involucrados, como son: productores de fibras, fabricantes de textiles, fabricantes de ropa y minoristas; donde ocurre el flujo de materia prima, procesos e información entre estos miembros. La Figura 2 muestra un diseño de SC textil, propuesto por Chandra y Kumar (2000), donde la demanda de los clientes es transmitida por los minoristas hacia los fabricantes de ropa, fabricantes textiles, fabricantes de fibras, y finalmente a los productores de fibras.



Figura 2. Diseño de SC textil, propuesto por Chandra y Kumar(2000).

Las características de una SC textil son:

- Productos con ciclo de vida cortos.
- Gran variedad de productos.
- Demanda volátil e impredecible.
- Procesos de suministros largos e inflexibles.
- Compras por impulso.
- Los procesos de la SC son de tipo tirón (pull).

En México, las empresas textiles operan en un ambiente de incertidumbre con el reto de cumplir con los requerimientos de sus clientes: tener el producto adecuado en la cantidad adecuada y a tiempo, manteniendo los costos de operación en niveles óptimos que les permitan asegurar la rentabilidad del negocio. Algunos de los retos que enfrenta la SC textil en el estado de Hidalgo son: Capacidad de generar visibilidad de la demanda a las áreas de la SC, identificar el esquema óptimo para cada tipo de producto; mantener niveles de inventarios y control de obsoletos.

La industria textil es caracterizada por un gran número de factores como son: ciclos de vida cortos, alta volatilidad, baja predicción en la demanda, y la mayoría de las compras son por impulso. En la industria textil, las estrategias de procuración deben reflejar las capacidades de desempeño de la base de suministro. En la mayoría de los casos hay un gran número de posibles vendedores que difieren en costo, lead times y flexibilidad de producción. Además, en este sector, la calidad es uno de los factores de competitividad; y como ya se mencionó anteriormente, la

competencia actual ya no es entre compañías, sino que involucra a la SC completa. De esta forma, la administración de la cadena de suministro (SCM, por sus siglas en inglés) juega un papel esencial para el éxito de las compañías textiles.

Por otro lado, las redes de Petri (CPN, por sus siglas en inglés) son un lenguaje gráfico orientado al diseño, especificación, simulación y verificación de sistemas (Jensen, 1977). Además, la herramienta CPN Tools es un programa computacional diseñado para construir, modificar, verificar sintaxis y simular CPNs (Jensen, 2009).

Por otra parte, el tamaño de lote es la cantidad que una etapa de la cadena de suministro produce o compra en un momento dado, el inventario de ciclo es el inventario promedio en una cadena debido a la producción o compras en lotes de tamaño más grandes que aquellos que el cliente demanda, el costo fijo de ordenar incluye todos los costos que no varían con el tamaño del pedido, pero que se incurren cada vez que se coloca un pedido; asimismo, el costo de mantener inventario es el costo de tener una unidad de inventario durante un periodo específico estos costos pueden evaluarse a través del modelo de cantidad económica de pedido EOQ (EOQ, por sus siglas en inglés) que permite calcular el tamaño de lote óptimo a ordenar cada vez que se coloque una orden, de tal forma que se minimicen los costos de ordenar y mantener inventario anuales.

De acuerdo a Chopra y Mendil (2013) los pedidos independientes son fáciles de ejecutar, pero no toman en cuenta la oportunidad de realizar pedidos globales. Así, se puede reducir potencialmente los costos al combinar pedidos en un solo camión. Y cada vez que se realiza un pedido, se incluyen tres modelos. El costo de pedido fijo combinado está dado por:

$$S^* = S + s_L + s_M + s_H$$

La frecuencia óptima del pedido. Sea n el número de pedidos realizados al año. Entonces tenemos:

$$\text{Costo de pedido anual} = S^*n$$

$$\text{Costo de retención anual} = \frac{D_L h C_L}{2n} + \frac{D_M h C_M}{2n} + \frac{D_H h C_H}{2n}$$

Así, el costo anual está dado por:

$$\text{Costo total anual} = \frac{D_L h C_L}{2n} + \frac{D_M h C_M}{2n} + \frac{D_H h C_H}{2n} + S^*n$$

La frecuencia de pedido óptima minimiza el costo total anual y se obtiene tomando la primera derivada del costo total con respecto a n e igualándola a 0. Esto resulta en la frecuencia de pedido óptima n^* , donde:

$$n^* = \sqrt{\frac{D_L h C_L + D_M h C_M + D_H h C_H}{2S^*}}$$

Descripción del caso de estudio

Para el desarrollo de la presente investigación se aborda la SC de la empresa Textiles T.G. dedicada al diseño y fabricación de prendas de vestir a partir de dos tipos principales de materia prima (telas de lana y polyester). Además, cuenta con dos tipos de proveedores: de telas y de habilitación. Asimismo, sus clientes directos son un centro de distribución y dos tiendas minoristas. La figura 3 muestra la estructura de la cadena de suministro. Cabe mencionar que el ambiente de fabricación para esta cadena es por orden. Las características de la cadena estudiada son:

- Gran incertidumbre en la demanda del producto.
- El ciclo de vida del producto es corto (prendas de vestir) debido a las tendencias de moda.
- El comportamiento natural de la demanda se rige por una sola temporada (otoño-invierno) en base a las necesidades de los consumidores.
- La demanda está fuertemente influenciada por compras a impulso.
- La demanda está afectada por factores climáticos, económicos y sociales.
- Existe una gran variedad de productos sustitutos.

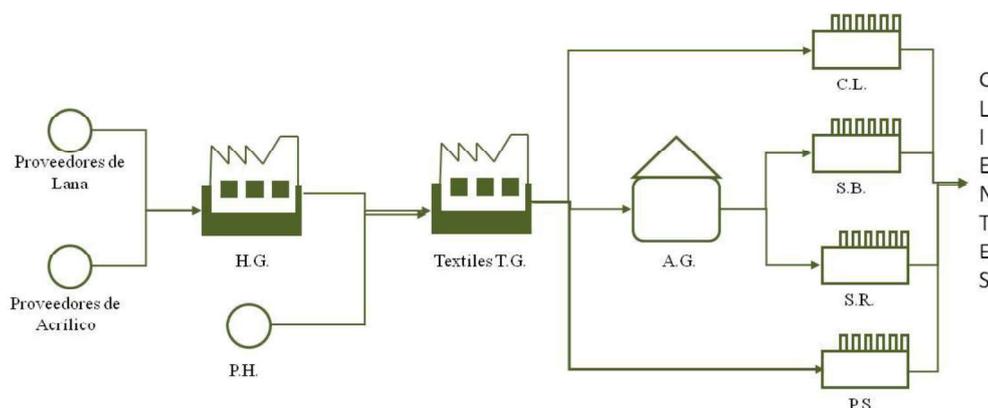


Figura 3. Cadena de suministro de la empresa Textiles T.G. Fuente: elaboración propia.

Por otro lado, después de hacer un diagnóstico de la SC estudiada se determinó que los principales problemas que enfrenta son:

1. Altos niveles de producto terminado. Esto, debido a la incertidumbre en el comportamiento de la demanda de los consumidores finales, puesto que una de las políticas de la empresa es que sus clientes principales puedan devolver los productos que no se vendieron durante la temporada.
2. Altos costos de producción. Debido a la baja capacidad de personal, la empresa paga horas extras para poder cumplir con las fechas de entrega. Además, recibe altos costos de penalización por no entregar los pedidos a tiempo y en la cantidad adecuada.
3. Baja tasa de cumplimiento a sus clientes. La empresa no cuenta con la capacidad de planta necesaria para poder responder a los volúmenes de producción que le solicitan sus clientes. Debido a esto, algunos de sus procesos se llevan a cabo a través de outsourcing.

En el presente trabajo, se aborda el problema de inventario de productos terminados (prendas de vestir). Para ello se toman en cuenta la empresa focal Textiles T.G. y sus canales de distribución, como son el centro de distribución “A.G.” y un minorista “S.B.” Se estudian los tres eslabones de la cadena de suministro con el objeto analizar los costos totales de ordenar y mantener inventario a los que se incurre tomando en cuenta la política de revisión continua de inventario, a través del modelo EOQ. Asimismo, se hace uso de la herramienta de modelado CPN Tools.

Los datos para datos para elaboración del modelo se presentan en la tabla 1.

Tabla 1. Datos para el modelo EOQ.

	Minorista	Centro de distribución	Textiles T.G.
Costo por prenda	Producto 1 \$300	Producto 1 \$255	Producto 1 \$210
	Producto 2 \$200	Producto 2 \$170	Producto 2 \$140
	Producto 3 \$100	Producto 3 \$85	Producto 3 \$70
Demanda anual	Producto 1 Distribución uniforme (10000,12000)	Se maneja la misma demanda del minorista	Se maneja la misma demanda del minorista
	Producto 2 Distribución uniforme (1000,1200)	Se maneja la misma demanda del minorista	Se maneja la misma demanda del minorista
	Producto 3 Distribución uniforme (100,120)	Se maneja la misma demanda del minorista	Se maneja la misma demanda del minorista
Costo fijo por camión	4000	4200	4400
Costo por pedido levantado	1000	1050	1100
Costo de mantener inventario	20% del costo del producto.	20% del costo del producto.	20% del costo del producto.

Fuente: elaboración propia.

Las figuras 4, 5 y 6 muestran el modelo EOQ construido en CPN Tools, que permite conocer los costos totales anuales de ordenar y mantener inventario en cada uno de los eslabones de la SC estudiada, bajo una política de revisión continua y ordenando los tres tipos de productos de forma conjunta, que permite reducir los costos de

transporte, y por lo tanto, los costos de ordenar anuales. Este modelo permite analizar diferentes escenarios generados a partir de diferentes cantidades demandadas.

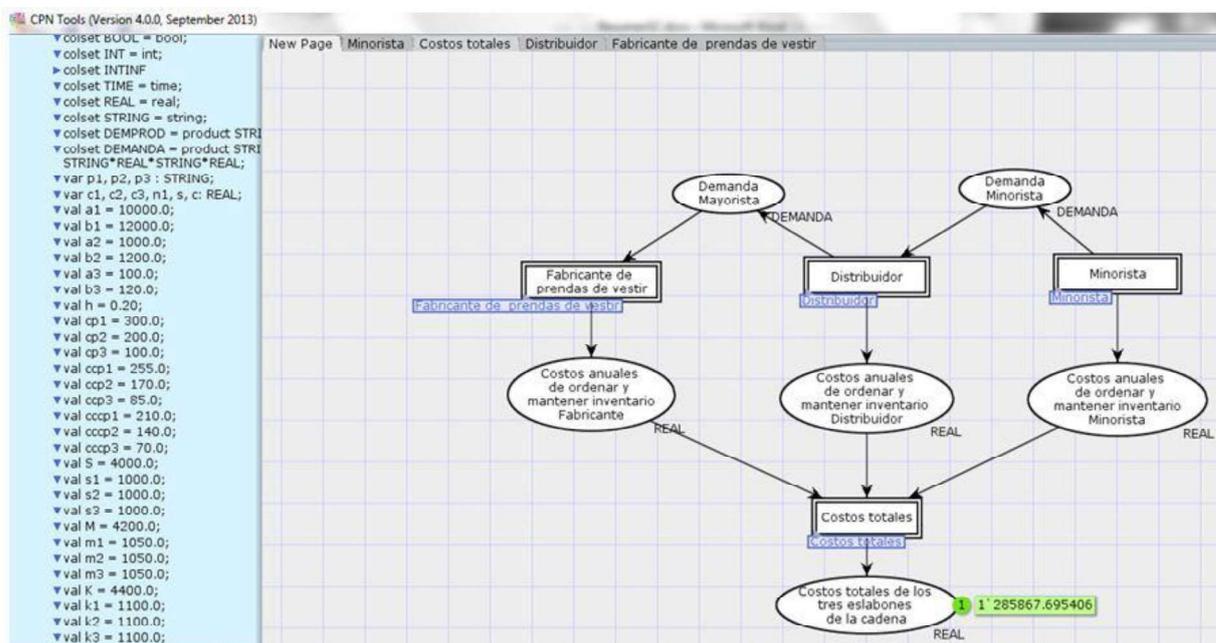


Figura 4. Modelo EOQ con tres eslabones de la SC. Fuente: elaboración propia.

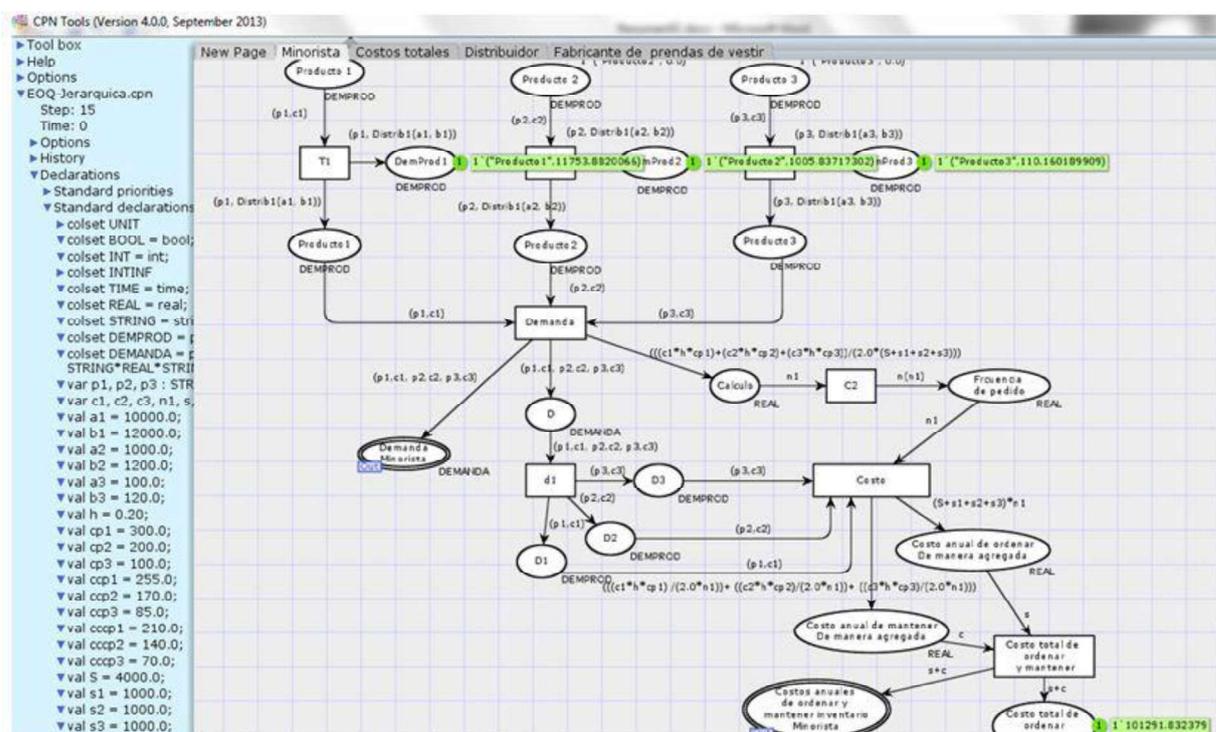


Figura 5. Modelo EOQ, eslabón minorista. Fuente: elaboración propia.

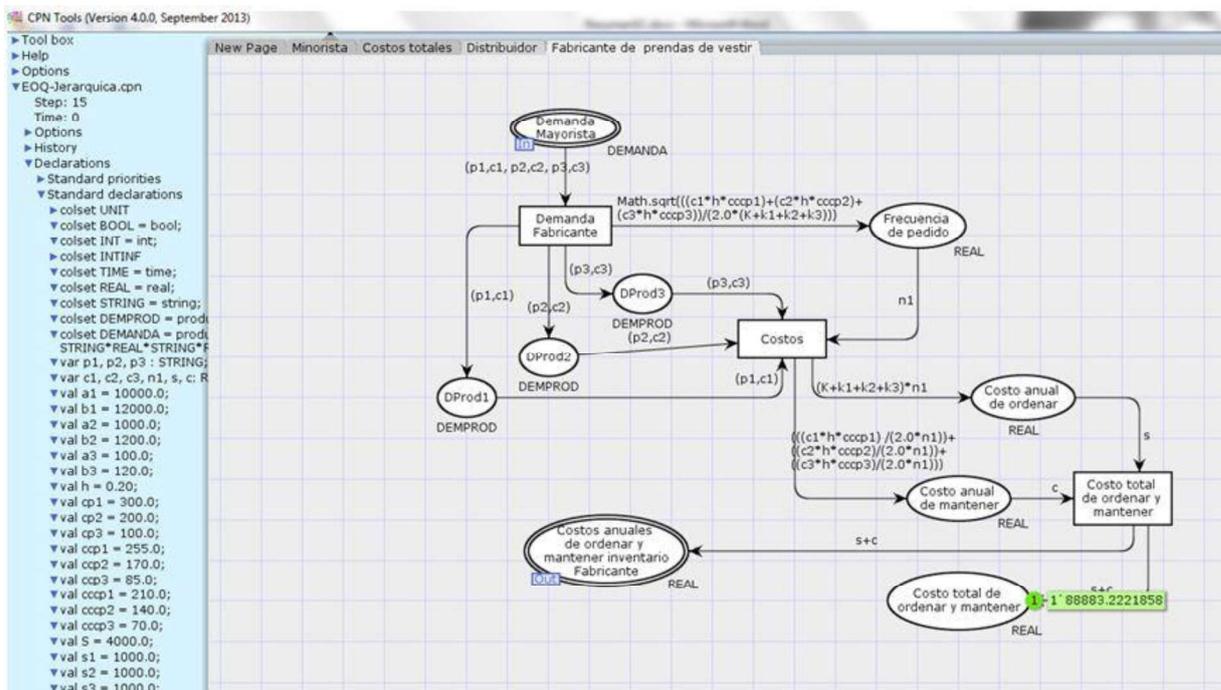


Figura 6. Modelo EOQ, eslabón fabricante de prendas de vestir. Fuente: elaboración propia.

Conclusiones

Las redes de Petri coloreadas son una herramienta poderosa para modelar sistemas complejos de procesos logísticos y manufactura que incluye: transporte, administración de inventario, procesamiento de órdenes, almacenaje, distribución y producción. En este sentido, la relevancia del presente trabajo es mostrar cómo modelar un sistema de inventarios de una SC textil, que sirva como apoyo en la toma de decisiones para brindar un mejor servicio al cliente.

Referencias

Chandra C. and Kumar S. "An application of a system analysis methodology to manage logistics in a textile supply chain". *Supply Chain Management, An International Journal*, pp. 234-244, 2000.

Chopra S. and Mendil P. *Administración de la Cadena de Suministro: Estrategia, Planeación y Operación*. Prentice Hall, 2013.

Jensen K. "Colored Petri Nets Basic Concepts, Analysis Methods and Practical Used", *Springer-Verlag Berlin Heidelberg*, New York, 1977.

Jensen K. and Christensen L. "Colored Petri Nets Modelling and Validation of Concurrency Systems", *Springer-Verlag Berlin Heidelberg*, New York, 2009.

Lambert D. and Cooper M. "Issues in supply chain management". *Industrial Marketing Management*, pp. 65-83, 2000.