

Congreso Internacional de Investigación **ACADEMIA JOURNALS**  
Celaya 2014

**CELAYA. ACADEMIA JOURNALS. COM**

5, 6, y 7 de noviembre de 2014

*ISSN 1946-5351 Online*  
*ISSN 1948-2353 CD ROM*  
*Vol. 6, No. 5*



## MEMORIAS

*Por orden alfabético de primer autor*

*Patrocinadores*



*Instituto Tecnológico de Celaya*  
*Celaya, Guanajuato, México*

*y*



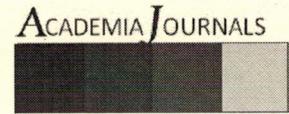
San Antonio, TX



Congreso Internacional de Investigación de **AcademiaJournals.com**  
Celaya 2014



# Certificado



Otorgado a

Dra. Francisca Santana Robles

M en C. Isidro Jesús González Hernández

*por su ponencia intitulada*

Modelado de una cadena de suministro textil a través de redes de Petri coloreadas

*la cual fue presentada en el Congreso Internacional de Investigación de Academia Journals  
que se desarrolló los días 5 al 7 de noviembre de 2014  
en las instalaciones del Instituto Tecnológico de Celaya,  
Celaya, Guanajuato, México  
y publicada en el portal de Internet*

**Celaya.AcademiaJournals.com con ISSN 1946-5351 Online y 1948-2353 CD ROM**

M.C. Miguel Ángel Melchor Navarro  
Presidente de la Comisión Organizadora  
Profesor de Ingeniería Industrial  
Instituto Tecnológico de Celaya

Dr. Rafael Moras  
Editor, AcademiaJournals.com  
Profesor de Ing. Industrial y Administrativa  
St. Mary's University, San Antonio, TX, EEUU

# Modelado de una cadena de suministro textil a través de redes de Petri coloreadas

Dra. Francisca Santana Robles<sup>1</sup>, Mtro. Isidro Jesús González Hernández<sup>2</sup>

**Resumen**— Describimos el modelado de una cadena de suministro de una empresa textil usando redes de Petri coloreadas (CPN). Las CPN son una herramienta poderosa para modelar sistemas complejos de procesos de manufactura y logística que incluyen: transporte, administración de inventario, procesamiento de órdenes, almacenaje, producción y distribución. Nuestro modelo permite conocer cómo influye el comportamiento de los proveedores en el cumplimiento de las órdenes a los clientes de la empresa. Asimismo, puede observarse cómo afecta la cantidad de existencias en inventario y la importancia de compartir información entre los miembros de la cadena de suministro para reducir la incertidumbre. Puede observarse el porcentaje de ocupación de los recursos del proceso de producción. Esto es de suma importancia, ya que permite eliminar desperdicio, así como tiempos muertos para poder responder a las necesidades de los clientes en términos de tiempos de envío, costos, calidad y cantidades exactas de producto.

**Palabras clave**— Cadena de suministro, Redes de Petri, Modelado, Simulación, empresa textil.

## Introducción

El ambiente competitivo y global de los negocios, así como los avances en tecnologías de información han forzado a las empresas a buscar la eficiencia tanto de sus operaciones internas y las operaciones coordinadas con sus clientes y proveedores. Esto obliga a las empresas a evaluar el desempeño de su cadena de suministro a través de la evaluación del valor agregado en todas las partes de sus procesos. En este contexto, el enfoque de simulación ofrece grandes ventajas, ya que permite una observación más realista que algunos modelos económicos complejos. Por otro lado, la industria textil es altamente diversa y heterogénea, lo que provoca que su cadena de suministro sea relativamente larga con un gran número de partes involucradas. Por lo que, se requiere de una administración cuidadosa para reducir el tiempo de respuesta hacia los clientes. De esta forma, las redes de Petri coloreadas son una herramienta valiosa para la construcción de un modelo de simulación de la cadena de suministro textil, puesto que son una herramienta poderosa de modelado de sistemas dinámicos de eventos discretos.

La relevancia de este trabajo se encuentra en la propuesta de modelado, ya que se propone modelar los procesos de negocio entre los socios de la cadena de suministro a través de módulos. Estos módulos permiten reducir la complejidad de modelado, ya que una cadena de suministros textil se caracteriza por ser muy larga y compleja. La idea presentada en este trabajo, permite representar a través de un modelo de redes de Petri el comportamiento de una cadena de suministro textil por compleja que esta sea, ya que los diversos módulos pueden omitirse o agregarse de acuerdo a la estructura de dicha cadena.

## Descripción del Método

### *Problema estudiado*

La empresa estudiada cuenta con altos niveles de inventario de producto terminado (prendas de vestir) debido a los altos cambios en la demanda ocasionados por la naturaleza de compra de los consumidores. Además, la falta de compromiso por parte de los proveedores origina altos costos de producción, así como una baja tasa de cumplimiento a sus clientes. Lo que pone en riesgo la permanencia de la compañía en el mercado, debido a la alta competencia en el sector textil. El modelo de simulación que se propone en este trabajo, tiene como propósito contar con una herramienta valiosa para la toma de decisiones, conociendo los factores que más afectan en el desempeño de la empresa.

<sup>1</sup>La Dra. Francisca Santana Robles es Profesora Investigadora de la Escuela Superior de Cd. Sahagún de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. fran-santana7@hotmail.com (**autor correspondiente**)

<sup>2</sup> El Mtro. Isidro Jesús González Hernández es Profesor Investigador de la Escuela Superior de Cd. Sahagún de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.

### Metodología

Para poder realizar el modelo de simulación propuesto, primero se realizó un diagnóstico que permitió conocer la estructura y operación de la cadena de suministro estudiada. Posteriormente, se elaboró un modelo conceptual representando los principales procesos de negocio de la empresa focal, así como de los clientes y proveedores. Finalmente, se elaboró el modelo de simulación haciendo uso de la herramienta CPN Tools, la cual es una herramienta poderosa para el modelado, simulación y análisis de redes de Petri coloreadas.

### Descripción de la cadena de suministro estudiada

La cadena de suministro 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 los miembros. La Figura 1 muestra un diseño de cadena de suministro propuesta por Chandra y Kumar (2000), donde la demanda de los clientes es transmitida por los minoristas hacia los fabricantes de ropa, fabricantes de textiles y finalmente a los productores de fibras. La cadena de suministro textil tiene como características: productos con ciclos de vida cortos, gran variedad de productos, demanda volátil e impredecible, procesos de suministro largos e inflexibles, compras por impulso y los procesos son de tipo tirón (pull).



Figura 1. Cadena de Suministro textil. Fuente: elaboración propia en base a Chandra y Kumar (2000).

Por otro lado, la cadena de suministro de la empresa estudiada se muestra en la Figura 2, la empresa se ubica en el tercer eslabón (Textiles T.G.) correspondiente a la fabricación de prendas de vestir, cuenta con dos tipos de proveedores: proveedores de telas y proveedores de habilitación. Asimismo, cuenta con tres clientes primarios (C.L., A.G. y P.S.) y dos secundarios (S.B., S.R.). El proceso textil incluye desde la obtención de la materia prima hasta la fabricación de prendas de vestir. La cadena de suministro estudiada se enfrenta a grandes obstáculos como son: gran incertidumbre en la demanda del producto, ciclo de vida del producto corto, incremento en el crecimiento de la competencia, entre otros.

### Descripción del modelo de simulación

El objetivo del modelo de simulación es estudiar los procesos de negocio clave de la cadena de suministro del caso de estudio a través de una red de Petri coloreada, de tal forma que permita conocer información que ayude a una mejor toma de decisiones. El primer paso para la elaboración del modelo es desarrollar un esquema conceptual de los procesos de negocio clave que se llevan a cabo entre los socios de negocio. Estos procesos de negocio inician con la recepción de órdenes por parte de los clientes, con ello se determina la cantidad a producir y la cantidad de materia prima requerida. Posteriormente, se colocan las órdenes de materia prima e insumos a los diferentes proveedores; asimismo, los proveedores una vez recibidos los pedidos revisan sus existencias, si el nivel de inventario es mayor o igual a la cantidad del pedido se confirma el envío al cliente, se genera la documentación correspondiente y se autoriza el embarque. Por otro lado, si el nivel de inventario es menor se genera un backorder y se solicita autorización por parte del cliente, si éste es autorizado se coloca una orden al proveedor del proveedor, una vez recibido el producto se genera la

documentación correspondiente y se autoriza el embarque. Una vez que la empresa ha recibido la materia prima e insumos necesarios inicia la producción de las prendas, genera la documentación correspondiente y envía los productos a los clientes, como se muestra en la Figura 3.

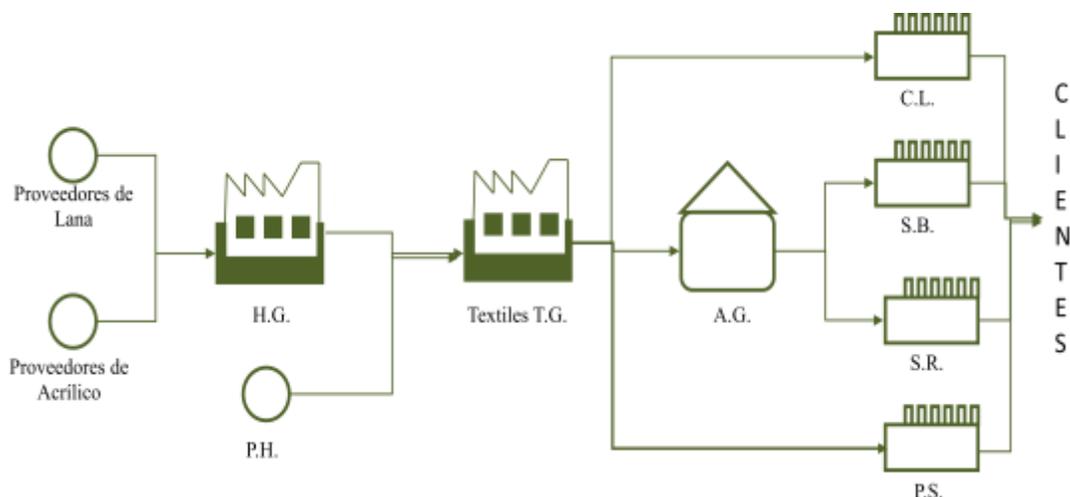


Figura 2. Cadena de suministro de la empresa Textiles T.G. Fuente: elaboración propia.

El modelo de CPN se construye a partir de una red de Petri coloreada jerárquica temporalizada, esto con el objeto de construir módulos para los distintos procesos de negocio de la red de la cadena de suministro estudiada. Puesto que una cadena de suministro es una red compleja de clientes y proveedores en diferentes niveles, el modelo modularizado ofrece ventajas para representar una SC compleja de acuerdo a su estructura y requerimientos. Esto es, se pueden agregar módulos fácilmente dependiendo de los procesos de negocio en la red de cadena de suministro. La Figura 4 muestra la vista superior del modelo de constituido por cuatro módulos: “Proveedores II”, “Proveedores I”, “Empresa focal” y “Clientes”; quienes representan a los socios de negocio, donde “Empresa focal” representa a la empresa del caso de estudio (Textiles T.G.). Además, en la parte superior de la Figura 4 se visualizan los distintos módulos y submódulos que constituyen el modelo de red de Petri coloreada (“Proveedores II”, “Proveedores I”, “Empresa focal”, “Cantidad a pedir-clientes”, “Recibo de prod-Clientes”, “Cantidad a producir por tipo de producto”, “Cálculo de materia prima” y “Costos de envío”). Por otro lado, la Figura 5 muestra el submódulo que calcula la cantidad a pedir por parte de los clientes en base a distintos escenarios. La empresa focal envía catálogos de los diferentes productos a sus clientes, donde estos últimos deciden el tamaño de la orden a colocar de acuerdo a sus pronósticos de venta. La Figura 6 muestra el módulo correspondiente a la empresa focal, el cual contiene los submódulos “Cantidad a producir por tipo de producto” y “Cálculo de materia prima”. Este módulo se activa al recibir las órdenes de los clientes; de acuerdo a los tamaños de orden se calcula la cantidad a producir por tipo de producto, a través del submódulo “Cantidad a producir por tipo de producto”. Posteriormente, se calcula la cantidad de materia prima requerida, esto a través del submódulo “Cálculo de materia prima”. Una vez que se conoce la cantidad de materia prima requerida para la producción, desde el módulo correspondiente a la empresa focal se colocan las órdenes a los proveedores de materia prima. Consecuentemente, una vez recibidas las órdenes por parte de los proveedores, éstas son procesadas y confirmadas para su entrega después de revisar los niveles de inventario. Si el nivel de inventario es mayor o igual a la cantidad del pedido se confirma el envío al cliente, se prepara la documentación correspondiente y se autoriza el embarque.

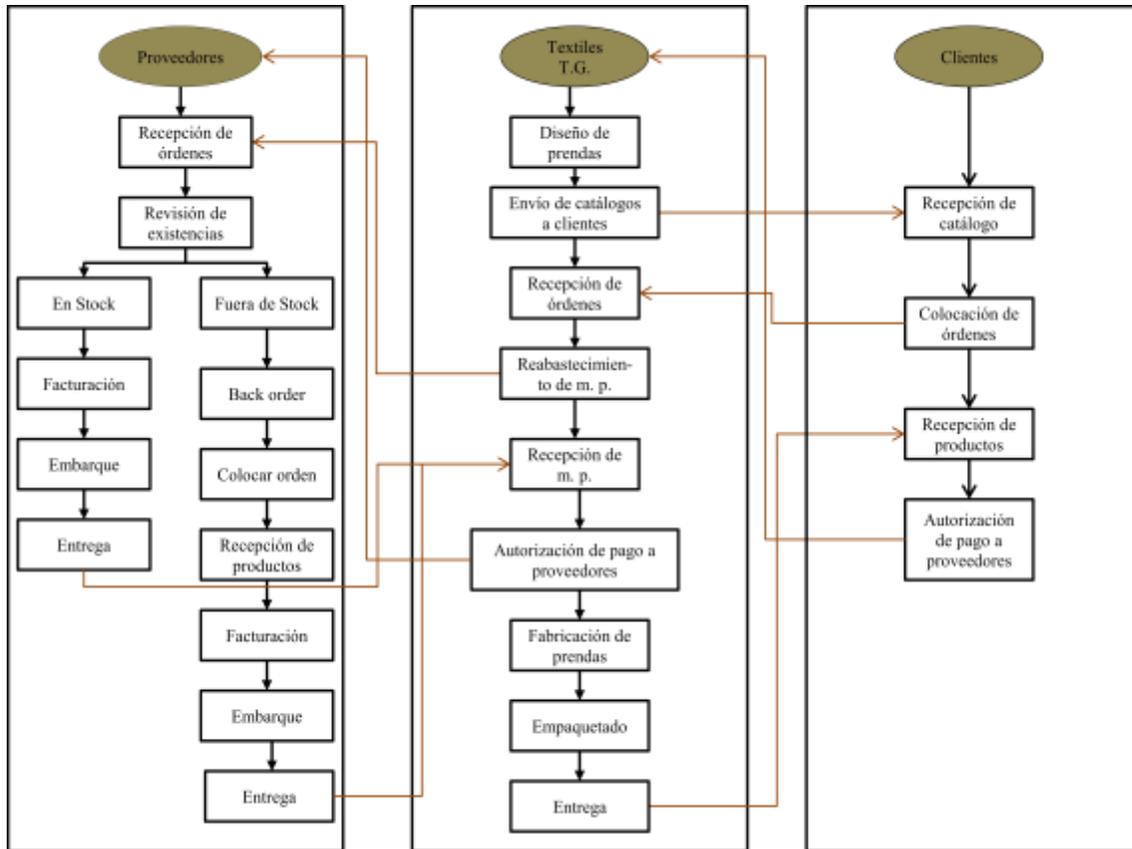


Figura 3. Esquema conceptual de los procesos de negocio desarrollados entre los miembros de la cadena de suministro estudiada. Fuente: elaboración propia.

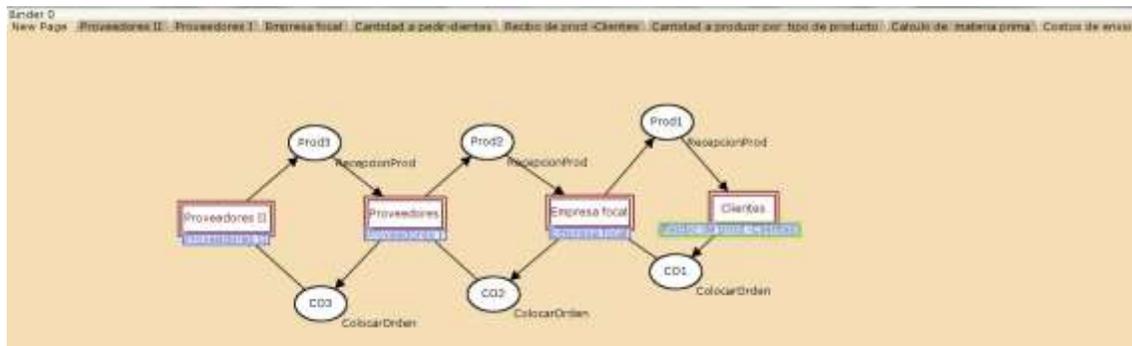


Figura 4. Vista superior del modelo de red de Petri coloreada. Fuente: elaboración propia.

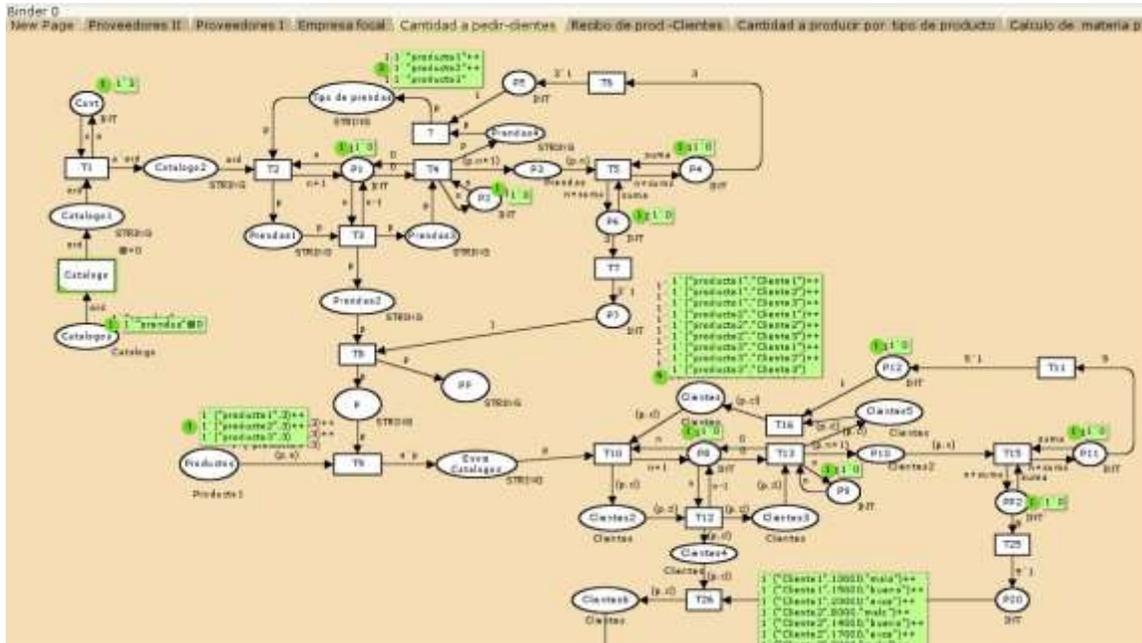


Figura 5. Submódulo que calcula el tamaño de la orden de los clientes. Fuente: elaboración propia.

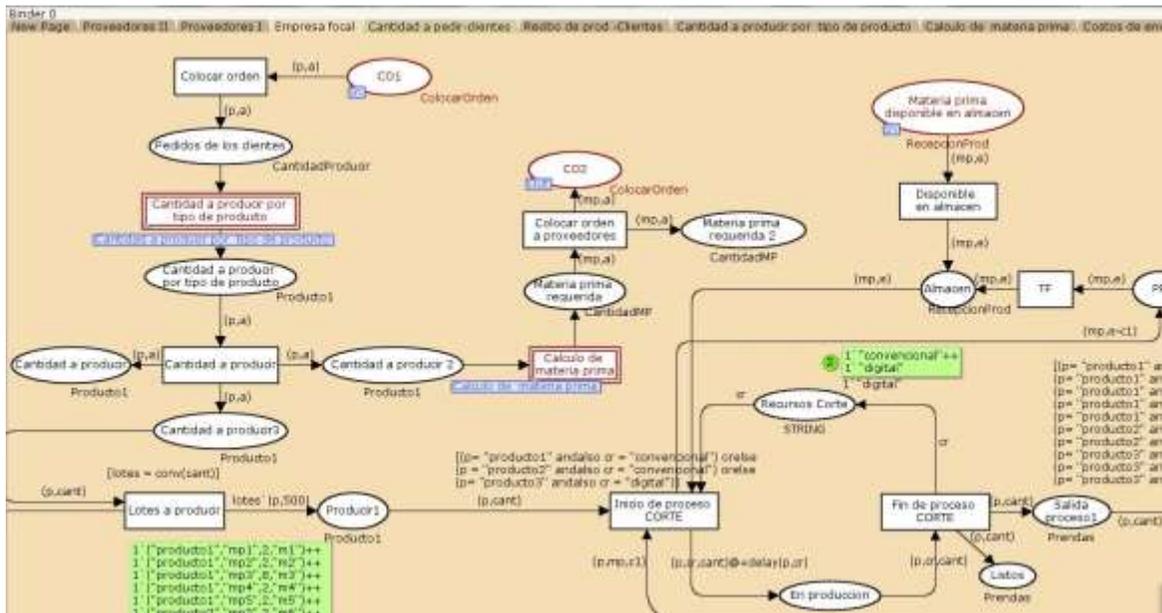


Figura 6. Módulo correspondiente a la empresa focal. Fuente: elaboración propia.

## Comentarios Finales

Nosotros describimos el modelado de una cadena de suministro de una empresa textil usando redes de Petri coloreadas (CPN). Las CPN son una herramienta poderosa para modelar sistemas complejos de procesos de manufactura y logística que incluyen: transporte, administración de inventario, procesamiento de órdenes, almacenaje, producción y distribución. Nuestro modelo permite conocer el desempeño de la compañía estudiada. Además, de conocer cómo influye el comportamiento de los proveedores en el cumplimiento de las órdenes a los clientes de la empresa. Asimismo, puede observarse como afecta la cantidad de existencias en inventario y la importancia de compartir información entre los miembros de la cadena de suministro para reducir la incertidumbre. Con los resultados obtenidos del modelo de simulación, puede observarse el porcentaje de ocupación de los recursos del proceso de producción. Esto es de suma importancia, debido a que una cadena de suministro textil requiere eliminar desperdicio, así como tiempos muertos para poder responder a las necesidades de los clientes en términos de tiempos de envío, costos, calidad y cantidades exactas de producto. Finalmente, el modelo de simulación muestra la importancia de contar con herramientas que ayuden a los socios de negocio a la toma de decisiones que permitan mejorar el desempeño de la cadena de suministro como un todo.

## 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*, Vol. 5, No. 5, 2000, pp. 234-244.

Jansen-Vullers M. and Netjes M., "Business Process Simulation – A Tool Survey," *Workshop and Tutorial on Practical Use of Coloured Petri Nets and the CPN Tools*, 2006.

Giaglis G., "A taxonomy of Business Process Modeling and Information Systems Modeling Techniques," *The International Journal of Flexible Manufacturing Systems*, Vol. 13, 2001, pp. 209-228.

Sanchis R., Poler R. y Ortiz A., "Técnicas para el Modelado de Procesos de Negocio en Cadenas de Suministro," *Información Tecnológica* Vol. 20, No. 2, 2009, pp. 29-40.

Lam J.K., "Textile and Apparel Supply Chain Management in Hong Kong," *International Journal of Clothing Science and Technology*, Vol. 18, No. 4, 2006, pp.265-277.

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

Jensen K. and Kristensen L.M., "Coloured Petri Nets Modelling and Validation of Concurrent Systems," *Springer-Verlag Berlin Heidelberg, New York*, 2009.

## Notas Biográficas

La **Dra. Francisca Santana Robles** es Profesora Investigadora de la Escuela Superior de Cd. Sahagún de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Es ingeniero industrial; asimismo, tiene maestría y doctorado en Ciencias en Ingeniería Industrial. Ha publicado artículos en revistas nacionales e internacionales.

El **Mtro. Isidro Jesús González Hernández** es Profesor Investigador de la Escuela Superior de Cd. Sahagún de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Es ingeniero industrial y tiene maestría en Ciencias en Ingeniería Industrial. Además, es coordinador de la Licenciatura en Ingeniería Industrial de la Escuela Superior de Cd. Sahagún.