



**Universidad
de Holguín**

FACULTAD DE
CIENCIAS EMPRESARIALES
Y ADMINISTRACIÓN

DPTO. INGENIERÍA INDUSTRIAL

DISEÑO DE UN PROCEDIMIENTO PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LA GESTIÓN DE LA CADENA DE SUMINISTRO


Tesis presentada en opción al título de Ingeniero Industrial

Autora: Anisleydis Silva Mondeja

Tutor: M. Sc. Franger Rodolfo Cuevas Beltrán

HOLGUÍN, 2018





“Eso es lo que la Revolución significa: la verdadera justicia, que permite a los hombres adquirir los conocimientos que sirvan para trabajar en beneficio de los demás y que es la manera más honrada de ganarse el sustento, de ganarse el pan.”

Agradecimientos:

Agradezco:

A Dios por su completa bendición....

A mis padres Neno y Aracelis que sin ellos mi sueño jamás se hubiese realizado, por su paciencia, que fueron los que más sufrieron en el período final de este trabajo, pues tuvieron que soportar mis desatenciones y mis malos momentos, por enseñarme a amar tanto la vida y a consagrarme en mis metas. Por ser el ejemplo perfecto de la persona que quiero ser y por amarme tan incondicionalmente.

A mi manito Lisván por ser el hermano que comprende mis errores, travesuras y a la vez me brinda todo su amor.

A mis abuelos Ana, Mirba, Legrá, por mimarme tanto, y guiarme hacia lo correcto, a Jorge y a Toni que, aunque no están presente físicamente en mi corazón su espacio perdura.

A mis primos Yeni, Yusi, Zenia, Pipo, Harold y Cristian por demostrarme esa lealtad familiar y llenarme de tanta inocencia, risa y felicidad.

A mis tíos Justico, Jorgito, Jose, Olguí, Miriam, y Zonia, les doy las gracias por formar parte de mi familia hermosa y por hacer valer la unión de la misma.

A mis amistades de la universidad principalmente a Charo, Daylín, Roxana, Marien y Ricardo por apoyarme y estar a mi lado en todo este tiempo. Gracias por mantener esa confianza que siempre nos ha unido. A una persona que conocí en momentos difíciles y me enseñó que en la vida enfrentamos situaciones difíciles pero que nos hacen más fuertes, mi amiguis Celia.

A mis compañeros de aula y convivencia en la UHO desde primer año.

A mi tutor Franger Rodolfo Cuevas Beltrán por su apoyo y dedicación en el desarrollo de la investigación y los profesores que han contribuido en mi formación como ingeniera.

Aún para aquellos que me hicieron el camino difícil vaya mi agradecimiento, pues contribuyeron a forjar mi tenacidad y voluntad de seguir adelante.

¡Muchas Gracias!

Dedicatoria

A mi familia, por ser tan unida y especial, y por hacer posible que cada día me sienta más orgullosa de formar parte de ella.

A las tres personas más importante en mi vida, Dios por ser mi guía, mi luz y no dejarme perder la alegría de vivir, de amar y de ser feliz. Por permitirme mantener la mirada en alto y confiar que todo saldría bien.

A mis padres por dedicarme todo su tiempo y a la vez impulsarme hacia lo correcto. No se puede dejar de mencionar la ternura con que me educaron, esa paciencia y comprensión que me demostraron durante todo este tiempo, es por eso que le debo todo lo que soy y para ellos nunca dejaré de ser su Nona.

RESUMEN

Las tendencias actuales de competitividad empresarial indican la necesidad de gestionar los negocios como cadenas de suministros y no de forma aislada. Por ello, la gestión integrada de la cadena de suministros es un elemento clave en el proceso de actualización del Modelo Económico Cubano. En nuestro país, se han realizado varias investigaciones enfocadas en esta temática. No obstante, en su análisis se evidencia un insuficiente manejo del grado de incertidumbre que se produce debido a la naturaleza dinámica y compleja de las relaciones entre los diferentes actores de la cadena de suministros; así como los métodos y herramientas matemáticas para la optimización de la gestión de la cadena de suministro. Lo anteriormente planteado constituye el problema científico a resolver en la presente investigación. El objetivo de la misma se centra en: diseñar un procedimiento que permita la optimización de la gestión de la cadena de suministro bajo incertidumbre. Como principal resultado se presenta el procedimiento para la optimización de la gestión de la cadena de suministros bajo incertidumbre, el cual constituye un paso de avance para las futuras investigaciones en el campo de la logística y cadenas de suministros.

ABSTRACT

The actual tendencies in the enterprise competitiveness indicate the necessity of manage business as supply chains and not in isolation. The integrated supply chain management is an essential key in the actualization process of the Economic Cuban Model. In Cuba, several investigations were developed in this topic. Nevertheless, the handle of methods and mathematical tools in the context of the supply chain optimization under uncertainty is poor. This is the scientific problem to solve in the present investigation. The main goal is: develop a procedure for the supply chain management optimization under uncertainty. As main result, a procedure for supply chain management optimization under uncertainty is presented, and this constitute a little step in the development of future investigations in the field of logistic and supply chains.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO-REFERENCIAL DE LA INVESTIGACIÓN	5
1.1. Gestión de la cadena de suministro. Conceptualización y evolución	5
1.1.1 Conceptualización de la cadena de suministros. SCM vs Logística	6
1.1.2 Evolución y principales características	7
1.2. Optimización de la cadena de suministro	10
1.2.1. Modelos de optimización aplicados a la gestión de la cadena de suministros	10
1.2.2 Incertidumbre en la gestión de la cadena de suministro	12
1.3. Situación de la gestión de la cadena de suministros en Cuba. Aportes y brechas	14
1.4 Conclusiones parciales del capítulo	17
CAPÍTULO 2. PROCEDIMIENTO PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LA CADENA DE SUMINISTRO	18
Fase I. Interés estratégico en el desarrollo de la cadena de suministro	18
Fase II Caracterización de la cadena de suministro	20
Fase III. Diagnóstico de la cadena de suministro	21
Fase IV Organización de la cadena de suministro	29
CONCLUSIONES.....	31
RECOMENDACIONES:.....	32
BIBLIOGRAFÍA.....	33
ANEXOS	

INTRODUCCIÓN

En la actualidad el entorno empresarial se sitúa en medio de la globalización de mercados en los que rigen los cambios en las necesidades de los clientes, lo cual exige una mayor competitividad y coordinación entre las entidades (Chavarría, H., Rojas, P. y Sepúlveda, 2002). La competencia como cadenas de suministro se concreta en la agilidad para responder a las demandas finales (Mentzer, Dewitt, & Keebler, 2001; Peña, Zumelzu, & Solis, 2006). La tendencia actual de competitividad de la cadena y no de la empresa aislada, indica la necesidad de coordinar los procesos de manera integrada, por lo que la cooperación es un factor clave para el logro de resultados conjuntos eficientes y eficaces (Committee Supply Chain Integration, 2000; Kempainen & Vepsäläinen, 2003).

La cadena de suministro (SC, de sus siglas en inglés *Supply Chain*) es algo más que la logística. Es un término que plantea la integración de procesos de negocios de varias organizaciones para lograr un mayor impacto en la reducción de costos, velocidad de llegada al mercado, servicio al cliente y rentabilidad de cada uno de los participantes (Jiménez Sánchez & Hernández García, 2002). La gestión de la cadena de suministro (SCM, de sus siglas en inglés *Supply Chain Management*) es una nueva etapa en el desarrollo de la logística y más que una oportunidad es un reto para el perfeccionamiento gerencial de la empresa (Acevedo & Gómez, 2012). Esta se ha transformado en un concepto fundamental para que las empresas mejoren las relaciones con los clientes y proveedores, y alcancen una ventaja competitiva. La logística y la SCM constituyen tendencias prioritarias en la formulación de las estrategias de las organizaciones (Flynn, Huo, & Zhao, 2010), además se han convertido en elementos de primer orden para el incremento de la eficiencia y la competitividad (Suárez Acevedo, A. José; Urquiaga Rodríguez & Gómez Acosta, 2008).

Con el avance de filosofías con orientación al cliente, como el *Just in Time* (Harrison, 1992) o el *Lean Manufacturing* (Suzaki, 1987), se persigue que los clientes tiren de la cadena de suministro y se ejecuten los procesos en los momentos necesarios. La gestión integrada de la cadena de suministro (GICS) concentra estas filosofías incluyendo en sus principios básicos la cooperación inter-empresarial para la competencia en redes (Ballou, 2004). Tiene en cuenta la coordinación de planes, capacidades y flujos en función de un pronóstico único de la demanda final (De Castro & Chicarelli, 2011; Kempainen & Vepsäläinen, 2003) apoyada en el uso adecuado de las Tecnologías de Información y Comunicaciones y utilizando indicadores de desempeño a nivel de cadena (Garrido Azevedo, Ferreira, & Leitão, 2007). El nuevo paradigma en la gestión empresarial se basa en:

- (1). Integrar toda la cadena desde proveedores hasta clientes finales
- (2). Sincronizar temporalmente los resultados de todos los procesos de la cadena
- (3). Producir o suministrar en cada momento lo que en cada momento se demanda
- (4). Enfocar los resultados a que el cliente final “hala” de toda la cadena

En el contexto actual, las organizaciones se encuentran presionadas para alcanzar sus metas con calidad, eficiencia y eficacia. Esta situación está condicionada por el dinámico y complejo ambiente en el cual se desenvuelven. El funcionamiento y, por consiguiente, los resultados que se obtengan en la



organización, estarán propiciados por la capacidad que tengan sus directivos para ofrecer respuestas rápidas y eficaces, a través del desarrollo de métodos y técnicas novedosas (Lao León, 2013). La optimización de los recursos más que un reto es una necesidad (Afshin Mansouri, Gallear, & Askariadz, 2012).

No es posible determinar un modelo de optimización que logre acoplarse a todo tipo de empresa o situación. Cada modelo es el mejor en su tipo, adecuándose a las situaciones para las cuales fue creado. Es por ello que su aplicación puede brindar datos precisos acerca de un factor determinado dentro o fuera de la empresa que se desea analizar. Sin embargo, este tipo de modelo suele consumir grandes cantidades de tiempo en desarrollarse y generar resultados. Frente a este *trade-off*, autores como Bendix Herrera, Helga E.; Meléndez Rivera & Rosales Ruíz (2006), señalan que es mejor obtener un modelo de optimización de menor precisión, pero con tiempos de respuesta significativamente más cortos.

Dentro de los elementos a considerar en la SCM se encuentran: selección de proveedores; el papel de los contratos; los sistemas de información en la cadena; el control de inventarios de materias primas; producción en proceso y productos terminados; la esquematización y simulación de procesos en los eslabones; actores de la red y las relaciones entre sus miembros (Brock, David L. Schuster Edmund W & Pinaki, 2005; Chad W. & Griffis Estanley, 2008; Chen, Cheng, & Lai, 2011; Doherty, 2009; Frankel, Robert, Bolumole, Yemisi A, Eltantawy, Rehan A, Paulraj, Antony y Gundlach, 2008; Gardner & Cooper, 2003; Masoumi, Yu, & Nagurney, 2012; Piera, Guasch, Casanovas, & Ramos, 2006; Simchi-Levi, Bramel, & Chen, 2005; Wever, Wognum Petronella, Maria Trienekens, & Omta, 2012). En nuestro país se han desarrollado investigaciones que en mayor o menor medida contemplan estos elementos tales como: el Modelo General de Organización (Acevedo, Urquiaga, & Gómez, 1996; Urquiaga, 2000), el Plan de Fechas Principales (Gómez, 1997), el Modelo de Diseño de Nodos de Integración (Pardillo Baez, 2013), el Modelo de Gestión Colaborativa del Flujo Logístico (Acevedo Urquiaga, 2013), los Modelos de Referencia de la logística, las cadenas de suministro y los inventarios y el Modelo de Valor del Proceso (Acevedo, Gómez, & Urquiaga, 2011; Suárez Acevedo, José; Urquiaga Rodríguez & Gómez Acosta, 2008). No obstante, la modelación matemática presente en los mismos es insuficiente para brindar todos los indicadores que se necesitan (Pardillo Baez, 2013).

Además, no se toma en consideración el grado de incertidumbre que se genera por la dinámica y compleja naturaleza de los actores implicados en la SC. Sin embargo, en el ámbito internacional se observa un gran número de investigadores abordando esta temática (Afshin Mansouri et al., 2012; Díaz-Madroñero, Peidro, Mula, & Ferriols, 2010; V. Kumar, Prakash, Tiwari, & Chan, 2006; Peidro, Mula, Poler, & Lario, 2009; Shah, 2004). Al analizar las publicaciones en el tema a nivel mundial en el 2016 se observa en Europa cerca de 663 publicaciones del tema lo que representa un 41.11% luego Estados Unidos y Canadá, Asia, Oceanía, lo que demuestra el interés internacional en la optimización de la cadena de suministro bajo incertidumbre (Mahmood Movahedipour, Mengke Yang, Jianqiu Zeng, Xiankang Wu, 2016)



Es criterio de la autora que esto representa una limitante para incrementar la efectividad, perfeccionar la SCM y avanzar en la actualización del Modelo Económico Cubano. Para esto se necesita contar con una herramienta que guíe la aplicación de estos conceptos en las empresas tomando como referencia un modelo definido al cual se arribe mediante el trabajo progresivo y basado en la formación de capacidades de actuación de las propias entidades (Bernardez, 2009; Harmon, 2003).

Lo planteado anteriormente constituye la problemática que dio origen a la presente investigación por lo que se define como **problema científico**: inexistencia de un instrumento metodológico enfocado en la optimización de la cadena de suministro bajo incertidumbre, que contribuya a elevar los niveles de eficiencia y eficacia de todos los actores de la cadena.

El **objeto de la investigación** lo constituye la Gestión de la Cadena de Suministro.

Para dar solución al problema científico planteado se define o establece como **objetivo general**: Diseñar un procedimiento para la optimización de la gestión de la cadena de suministro bajo incertidumbre que contribuya a elevar los niveles de eficiencia y eficacia de todos los actores de la cadena.

El **campo de acción** se centra en la optimización de la gestión de la cadena de suministro bajo incertidumbre. Se plantea como **idea a defender**: el diseño de un procedimiento que permita optimizar la gestión de la cadena de suministro bajo incertidumbre contribuirá a elevar los niveles de eficiencia y eficacia de todos los actores de la cadena.

Para dar cumplimiento al objetivo propuesto se definieron los **objetivos específicos** siguientes:

1. Elaborar el marco teórico-práctico-referencia de la investigación a partir de los fundamentos teóricos que sustentan la optimización de la gestión de la cadena de suministro bajo incertidumbre.
2. Analizar los modelos y procedimientos encontrados en la literatura científica y a partir de sus aportes y carencias desarrollar el procedimiento general para la optimización de la gestión de la cadena de suministro bajo incertidumbre.

En el desarrollo de la investigación se emplearon métodos teóricos y empíricos. En el orden teórico se utilizaron:

- Análisis y síntesis: para realizar reflexiones de manera lógica sobre el problema a investigar, así como interpretar el procesamiento de la información obtenida.
- Histórico – lógico: para determinar la evolución a través de los años y estado actual del problema, del objeto de investigación y del campo de acción.
- Inductivo-deductivo: para la obtención de información, conocimientos en general y tomar partido sobre la literatura revisada.
- Sistémico estructural: para el desarrollo del análisis del objeto de estudio y el campo de acción, así como del procedimiento general y los procedimientos específicos, a través de su descomposición en los elementos que lo integran y para abordar el carácter sistémico de la empresa.

En el orden empírico se utilizaron:



- Análisis documental: revisión de fuentes de información para conocer el estado real de la organización en su historia viva
- Observación: para constatar donde se reflejan con mayor claridad los costos asociados a la calidad.
- Entrevistas: para verificar y conocer información de primera mano relacionada con el objeto de estudio
- Encuesta: para conocer la existencia o no de un mecanismo que permita el cálculo, planificación y análisis de gastos que generan costos de la calidad, así como el nivel de conocimiento en el tema.

Para su presentación la investigación en lo adelante consta de dos capítulos. En el Capítulo 1 se expone el marco teórico-práctico referencial que sustentó la investigación donde se analiza los elementos teóricos que sustentan a la gestión de la cadena de suministro y su optimización bajo incertidumbre. En el Capítulo 2 se expone el procedimiento diseñado a partir del análisis efectuado en el capítulo anterior con sus respectivas fases, etapas y pasos. Luego se exponen las conclusiones derivadas de la investigación, las recomendaciones, la bibliografía consultada y un grupo de anexos de necesaria inclusión como complemento de la investigación desarrollada.



CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO-REFERENCIAL DE LA INVESTIGACIÓN

Este capítulo tuvo como finalidad el estudio de la bibliografía especializada para la confección del marco teórico referencial de la investigación. Se partió de un análisis de la gestión de la cadena de suministros desde su conceptualización, su evolución y principales características. Posteriormente, se estudian las tendencias en la optimización de la gestión de la cadena de suministros. Como punto de partida se toma el tratamiento en la literatura científica de la incertidumbre como característica inherente de la cadena de suministros, su clasificación; así como los principales métodos desarrollados para de llevar a cabo la optimización bajo condiciones de incertidumbre. Consecuentemente, se aborda la situación actual de la gestión de la cadena de suministros en Cuba, sus aportes y carencias. En la Fig. 1 se muestra el hilo conductor seguido para elaborar el marco teórico – referencial de la investigación.

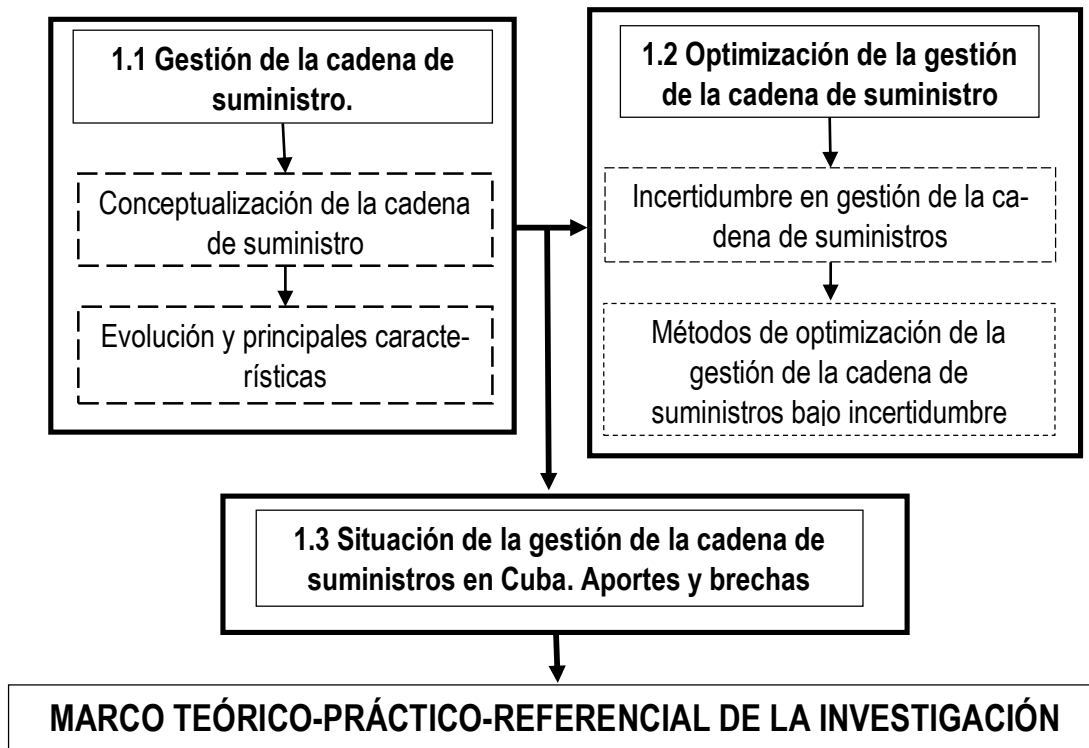


Fig. 1 Hilo conductor seguido para elaborar el marco teórico - referencial de la investigación

1.1. Gestión de la cadena de suministro. Conceptualización y evolución

Existe consenso en que la SC está formada por una red de empresas/organizaciones. Pardillo Baez (2013), la define como: nexo de procesos en los que participan un conjunto de entidades desde los proveedores primarios hasta el cliente final, donde se interrelacionan flujos de materiales, información y efectivo, con el objetivo de satisfacer las demandas de los clientes de manera eficiente, eficaz y competitiva, y considerar la adecuada preservación y mejoramiento del medio ambiente. En la Fig. 2 se muestra la estructura de una cadena de suministro y sus relaciones.

1.1.1 Conceptualización de la cadena de suministros. SCM vs Logística

Existen diversas definiciones con respecto a la SCM. Algunos autores usan el término como sinónimo de logística o como la logística que incluye a los clientes y proveedores (Simchi-Levi, Philip Kaminski, & Simchi-Levi, 2008). El término SCM fue introducido originalmente por consultantes en los años 1980's (R Keith & D. Webber, 1982). En 1994 *The International Center for Competitive Excellence*¹ la definió como: "la integración de los procesos de negocio desde el usuario final a través de los proveedores iniciales que proveen productos, servicios e información que añade valor a los clientes". En 1999, se reconoce en el concepto que no solo se añade valor a a los clientes sino también a "las partes interesadas" como En este contexto algunos autores (Christopher, 1998; Drucker, 1998) señalaron que en el emergente ambiente competitivo, la última clave de éxito en el negocio dependería de la habilidad de integrar la red de relaciones de las organizaciones. La SC no es una red de negocios, sino una red de negocios y relaciones que ofrece la oportunidad de capturar la sinergia de la gestión e integración intra e inter-organizacional. La SCM maneja la excelencia de los procesos de negocio y representa una nueva forma de gestionar los negocios y las relaciones con otros miembros de la SC (Lambert, 2014).

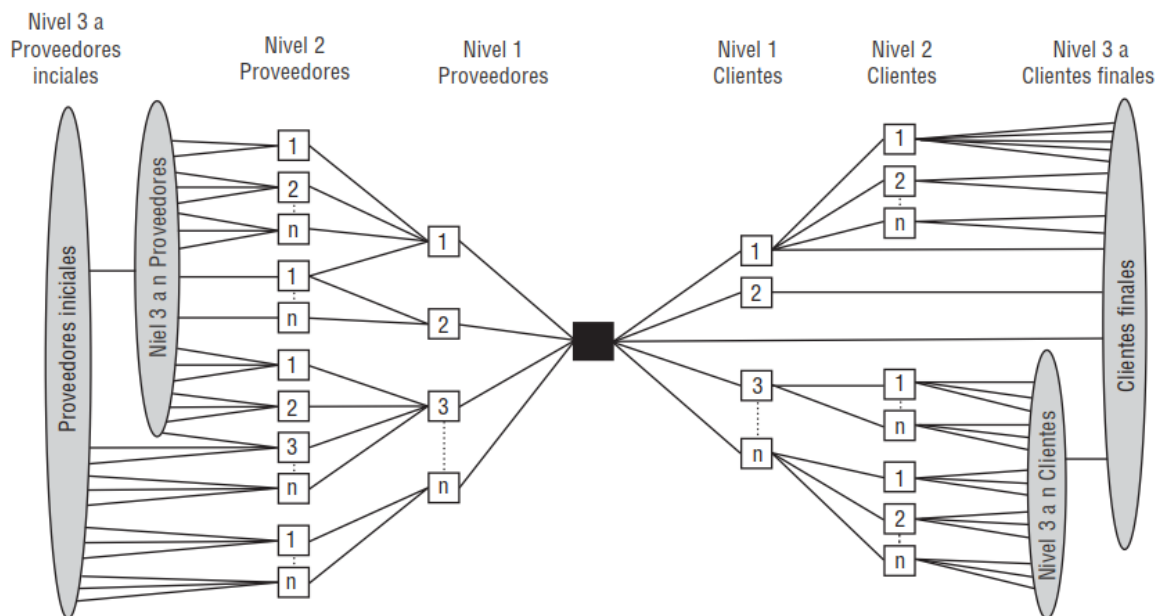


Fig. 2. Estructura de la cadena de suministros. Fuente: Adaptado de Douglas M. Lambert, Martha C. Cooper and Janus D. Pagh, "Supply Chain Management: Implementation Issues and Research Opportunities," *The International Journal of Logistics Management*, Vol. 9, No. 2 (1998), p. 3

La última versión del concepto desarrollada por el *Global Supply Chain Forum (CSCF)* es: "la gestión de las relaciones en la red de organizaciones, desde el usuario final a través de los proveedores

¹ En 1996, este grupo se movió con el Dr. Lambert a la Universidad de Ohio (OSU, *Ohio State University*) y se convirtió en *The Global Supply Chain Forum*, comenzando en Enero de 1999.



iniciales, usando los procesos claves de negocio intra-funcionales para añadir valor a los clientes y partes interesadas”.

¿Cuál es la diferencia con la gestión logística? En 1986 el *Council of Logistics Management* (CLM) definió la gestión logística como: el proceso de planificar, implementar y controlar la eficiencia y el flujo y almacenaje eficiente de materias primas, inventario en proceso y bienes terminados, así como el flujo informativo relacionado desde el punto de origen hasta el punto de consumo con el objetivo de satisfacer las demandas del cliente. Lambert (2014) señala que la logística representa un área funcional dentro de la organización y a su vez un concepto mayor relacionado con la gestión de los flujos material, financiero e informativo a través de la cadena de suministro. El entendimiento de la SCM ha sido reconceptualizado desde la integración.

En Octubre de 1988 el CML modificó la definición de logística. Esta modificación explícitamente declara que la gestión logística es una parte de la SCM: “logística es parte del proceso de la cadena de suministros que planifica, implementa y controla la eficiencia y el flujo y almacenaje eficiente de bienes y servicios y la información relacionada desde el punto de origen al punto de consumo en orden de satisfacer los requerimientos de los clientes.

1.1.2 Evolución y principales características

La teoría de la cadena de suministros surge en la década de los sesenta, con la aglomeración de múltiples actividades en la empresa que incluían gerencia de inventarios, almacenamiento, despacho de carga, y servicio al cliente en lo que se llamó gerencia de distribución física; además de compras, inventario de materia prima, planificación y control de la producción y recepción de carga conocida como gerencia de materiales. En la década de los setenta, estas dos funciones se combinan para dar paso al término gerencia de logística. En ese momento se tornó evidente que el flujo físico de productos requería un flujo paralelo de información, lo cual implicó que la gerencia de logística se convertiría en lo que ahora se conoce como gerencia integrada de logística (Coyle, Bardi, & Langley, 2003). En la década de los noventa, las empresas líderes reconocían que los flujos financieros entre compradores y vendedores operaban de forma más eficiente, cuando el flujo físico y de información en conjunto emplean procesos más eficientes y de mayor capacidad; allí está la génesis de la gerencia de la cadena de suministros, como la conocemos (**Anexo 1**). Este último concepto, combinado con reconocer también qué suplidores y clientes de segunda y tercera línea son críticos en el éxito integral de una empresa, dio lugar al proyecto que estableció al Modelo Operacional de Referencia de la Cadena de Suministros (SCOR, *Supply Chain Operational Model*). Los niveles evolutivos de la cadena de suministros se mueven metódicamente hacia el modelo óptimo de negocios que tiene sentido para la compañía y sus circunstancias.

Nivel 1. Interno/Funcional: Se enfoca en la obtención de los suministros y/o materias primas y en la logística. Concentrado en necesidades internas y en la eficiencia de las unidades de negocios. No existe sinergia organizacional. Existe casi nula cooperación entre las distintas unidades internas. El



ahorro proviene al reducir costos de logística, transporte y bodegaje. Presencia de Sistemas de Gestión de Transporte (TMS) y Sistemas de Gestión de Bodegaje (WMS). Una empresa que se mueve en este nivel puede aumentar su porcentaje de ganancias de 1 a 1.5% (Peña Víctor & Solís I, 2006).

Nivel 2. Interno/Funcional-Cruzado: Se enfoca en la excelencia interna. Comienza la integración intra-empresarial. La empresa se mantiene concentrada en su interior. Las distintas unidades de negocios empiezan a comunicarse entre sí para dar paso a la colaboración. Utilización de software para mejorar la planificación y programación de ventas y operaciones. La empresa segmenta sus clientes según su importancia para ésta. Comienzan a aparecer métricas relativas a la satisfacción de los clientes. Utilización de una intranet destinada a compartir información dentro de la organización. Presencia de sistemas ERP³. El porcentaje de ganancias puede aumentar nuevamente de 1 a 1.5% en este nivel (Peña Víctor & Solís I, 2006).

Nivel 3. Formación de la Red Externa: Se enfoca en el cliente mediante la colaboración de *partners* seleccionados, aunque aún se realizan esfuerzos para mejorar la parte interna. Se comienza a utilizar una extranet para comunicarse con los *partners*. La perspectiva de la empresa cambia al percatarse de que es solo una parte de la red de empresas que componen el mercado. Surgen conexiones ERP-to-ERP (*Enterprise Resource Planning*). Presencia de sistemas VMI (*Vendor Managed Inventory*) y CRP (*Customer Replenishment Planning*). El porcentaje de ganancias puede aumentar en un 2% (Peña Víctor & Solís I, 2006).

Nivel 4. Red de Valor Externa: Se enfoca en el cliente con los *partners* y se establece sincronización inter-empresarial. Tecnología usada como una pieza clave para el mejoramiento. La empresa comienza a moverse a una posición de liderazgo dentro de la industria donde se empieza a formar cadenas de valor. La compañía es ahora una parte de una red de compañías que representan la red de valor de principio a fin. Se busca la externalización de las etapas de la cadena de suministros, a través de los componentes más capaces. La empresa centra sus esfuerzos en el grupo de consumidores finales. La cadena de suministros se transforma en una red de valor². En este nivel las empresas trabajan colaborativamente con proveedores, distribuidores y clientes para construir nuevos modelos de negocios orientados al consumo final. Nuevamente se logra un aumento de un 2% en las ganancias al alcanzar este nivel (Peña Víctor & Solís I, 2006).

Nivel 5. Conectividad Completa de la Red: Se enfoca en la ciber-tecnología como el facilitador de la red de valor para lograr la optimización de la red. Este nivel de progreso es más teórico debido a que son muy pocas las empresas que alcanzan tal nivel de desarrollo. Se logra un nivel tal de conectividad que todas las transacciones más importantes son visibles en forma online. La información vital

² Acevedo Suárez (2008) al conceptualizarla la considera como “un sistema de tareas de diseño, organización, planificación, ejecución y control para fomentar un Modelo de Conocimiento específico capaz de impactar en la satisfacción creciente de los consumidores a través de desplegarlo hacia los mismos mediante un eficiente flujo de materiales, mercancías, servicios, información, energía y dinero ejecutado por una red integrada de procesos de agregación de valor que va desde el proveedor primario hasta el propio consumidor en armonía con la preservación y mejoramiento medioambiental.



entre los *partners* se comparte electrónicamente. Se logra la total visibilidad de la cadena de suministros, los inventarios se pueden consultar en tiempo real y los errores se reducen a niveles mínimos. La oportunidad de crear ahorros mientras se generan nuevos ingresos es posible para todas las partes en la red de valor. El aumento en el porcentaje de ganancias puede alcanzar hasta un 8% (Peña Víctor & Solís I, 2006).

En la cadena de suministros intervienen cinco actores fundamentales: clientes, detallistas, mayoristas/distribuidores, fabricantes y proveedores de componentes y materias primas Fig. 3. La conexión de estos actores se realiza a través del flujo de productos, información y efectivo. Estos flujos ocurren con frecuencia en ambas direcciones y pueden ser administrados por uno de los actores o un intermediario, como se muestra en la Fig. 4 . No es necesario que cada actor esté presente en la cadena de suministro.

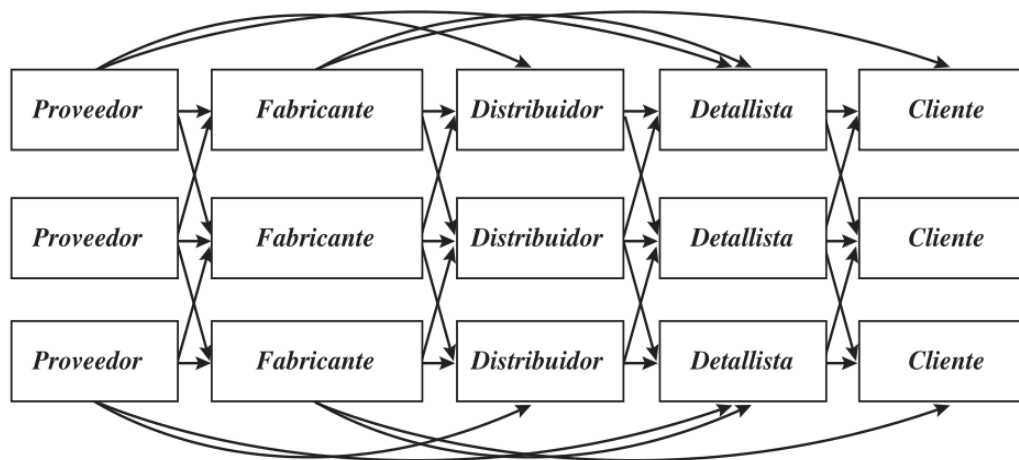


Fig. 3. Relaciones entre los actores que intervienen en la cadena de suministros



Fig. 4. Flujos en la gestión de la cadena de suministro

El diseño apropiado de ésta depende tanto de las necesidades del cliente como de las funciones que desempeñan las etapas que abarca. Mientras más alta sea la rentabilidad de la cadena de suministro,

más exitosa será. Dicho éxito debe medirse en término de la rentabilidad. Las decisiones en la SCS tienen como objetivo maximizar el valor total generado. El valor que una cadena de suministro genera es la diferencia entre lo que vale el producto final para el cliente y los costos en que la cadena incurre para cumplir la petición de éste. Para la mayoría de las cadenas de suministro, el valor estará estrechamente correlacionado con la rentabilidad de la cadena de suministro (también conocida como superávit de la cadena de suministro), que es la diferencia entre los ingresos generados por el cliente y el costo total de la cadena de suministro (Chopral Sunil, 2008).

Las decisiones en la SC se pueden descomponer de acorde al horizonte temporal considerado (A. Gupta, 1999). Esto resulta en la siguiente clasificación temporal de los modelos de decisiones de planificación aplicados a la SC: estratégica, táctica y operativa. Los modelos de planificación estratégica afectan el diseño de la SC y su configuración en un largo horizonte temporal entre 5 y 10 años (A. Gupta, 2003). Los modelos de planificación táctica se enfocan en adoptar el uso más óptimo de los recursos, incluyendo plantas de manufactura, almacenes, proveedores, centros de distribución, transportes (A. Alonso-Ayuso, L.F. Escudero, A. Garin, M.T. Ortuno, 2003) con un horizonte temporal de uno a dos años. Por su parte, los modelos de planificación operativa están relacionados con la programación detallada: secuenciación, tamaño del lote, asignación, rutas de distribución, etc (H. Min, 2002; M.S. Fox, M. Barbuceanu, 2000). La interacción entre cada uno de los actores le añade complejidad extra a este proceso, debido al alto grado de incertidumbre en el suministro-demanda, conflicto en los objetivos, vaguedad de la información, cantidad excesiva de variables de decisión y restricciones. La búsqueda de decisiones óptimas debe soportarse en herramientas robustas que permitan evaluar el impacto de las decisiones (Arisha, A., Abo-Hamad, 2009)

1.2. Optimización de la cadena de suministro

1.2.1. Modelos de optimización aplicados a la gestión de la cadena de suministros

Los modelos de optimización fueron desarrollados como apoyo para la toma de decisiones. Estos son sinónimo de modelos de programación matemática. Para la construcción de un modelo de optimización se requiere datos descriptivos y modelos como aportación informática (Bendix Herrera, Helga E.; Meléndez Rivera & Rosales Ruíz, 2006). Dentro de ellos se encuentran:

Modelos de programación lineal: Los modelos de programación lineal y los métodos para optimizarlos son determinantes en la aplicación de la cadena de suministro. Estos modelos ofrecen bases para el desarrollo de métodos de solución de otras técnicas de investigación de operaciones, como la programación entera, estocástica y la no lineal. Las técnicas y algoritmos de los modelos de programación lineal son la base de la optimización matemática. Una de las razones es, porque los problemas complejos en programación lineal son sorprendentemente fáciles de optimizar. Su eficiencia, es en gran parte, consecuencia de las propiedades matemáticas relativamente simples: linealidad, posibilidad de separación y aditividad, continuidad y divisibilidad, función objetivo única y determinismo (Bendix Herrera, Helga E.; Meléndez Rivera & Rosales Ruíz, 2006).



Modelo de asignación de recursos: El modelo de asignación se realiza mediante la programación lineal y ayuda a determinar cómo cada uno de los recursos puede ser asignado de manera óptima en todo el sistema de la cadena de suministro. Cuando las variables de decisión satisfacen todas las restricciones del modelo se tiene una solución factible (Bendix Herrera, Helga E.; Meléndez Rivera & Rosales Ruíz, 2006).

Modelo de asignación de recursos en períodos múltiples: El modelo se plantea para todo el horizonte mediante la aplicación de modelos de asignación de recurso por cada período, además, de las ecuaciones de balance de inventario enlazadas entre período. La ecuación de balance de inventario agregado por período tiene la siguiente forma (Bendix Herrera, Helga E.; Meléndez Rivera & Rosales Ruíz, 2006):

$$\text{Inventario final en la semana } t = \text{Inventario final en la semana } t-1 + \text{Producción de la semana } t - \text{Ventas efectuadas en la semana } t$$

Modelo de programación lineal dual: El modelo de programación lineal dual incorpora la información de los datos del modelo simplex (modelo primario de programación lineal). La estructura de las ecuaciones en el modelo dual es la forma transpuesta del modelo primario. Para cualquier modelo de programación lineal primario que ostente una solución factible y óptima, existe un modelo de programación lineal dual que incorpora los mismos datos en su forma transpuesta, donde los valores de la función objetivo óptima equivalen a los valores de la función objetivo óptima de un modelo primario (Bendix Herrera, Helga E.; Meléndez Rivera & Rosales Ruíz, 2006).

Programación estocástica: La planificación estocástica permite analizar aspectos como incerteza y el control de riesgo que identifiquen los cambios de datos externos e internos. La programación estocástica trata con situaciones donde algunos o todos los parámetros del problema están descritos por variables aleatorias. El concepto de este modelo es la consideración simultánea entre escenarios múltiples con incerteza asociados a una probabilidad de ocurrencia (Bendix Herrera, Helga E.; Meléndez Rivera & Rosales Ruíz, 2006).

Modelos de optimización de programación entera mixta: Los modelos de programación entera mixta son generalizaciones de los modelos de programación lineal, en el cual algunas variables, llamadas variables enteras, están forzadas a tomar valores enteros no negativos; mientras que las variables restantes, llamadas variables continuas, que se les permite tomar cualquier valor no negativo. Estas variables son utilizadas para describir relaciones de costos, restricciones, y condiciones lógicas que no pueden ser capturadas por la programación lineal. Es decir, se emplean en diferentes formas en los modelos para describir problemas operacionales, tácticos y estratégicos de la cadena de suministro.

Al analizar la literatura se observa que los investigadores que desarrollan modelos de optimización solo consideran un horizonte temporal de decisión, tal y como se muestra en la Fig. 5.



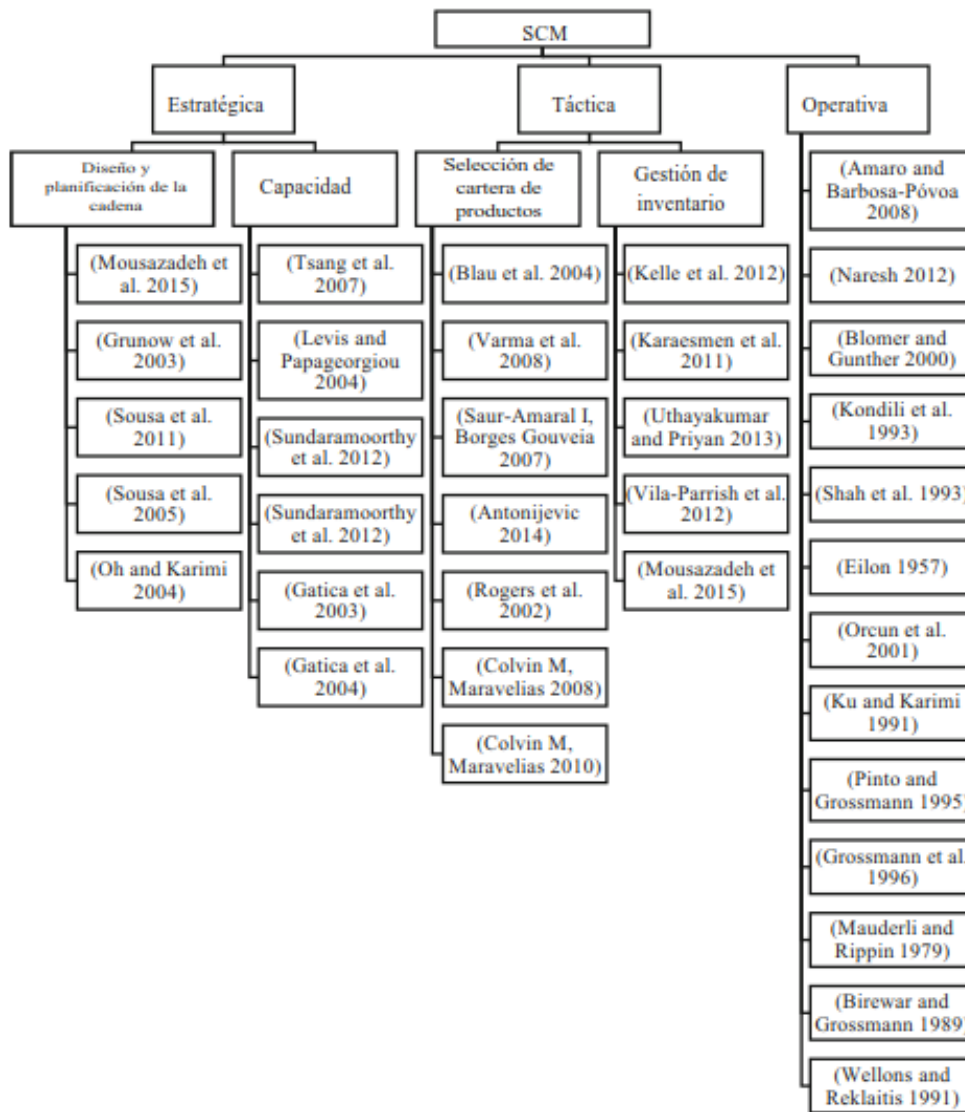


Fig. 5. Resumen de las investigaciones asociadas a la gestión de la cadena de suministros agrupadas por el horizonte temporal abordado. Fuente: (Javad Naderi, 2016)

1.2.2 Incertidumbre en la gestión de la cadena de suministro

La naturaleza compleja y dinámica de las relaciones entre los diferentes autores en una CS implica un grado importante de incertidumbre en las decisiones de planificación. En este contexto, en el que las decisiones involucran recursos e informaciones de diferentes entidades en una CS, existen dos aspectos fundamentales a los que se enfrenta el decisor: (1) objetivos en conflicto que pueden surgir de la naturaleza de las operaciones (por ejemplo la minimización de costes, y simultáneamente, el incremento del nivel de servicio), así como la estructura de la CS, en la que generalmente es complicado alinear los objetivos de los diferentes participantes; y (2) la falta de conocimiento de datos (demanda) (Díaz-Madroño, Peidro, Mula, & Ferriols, 2010). Por lo tanto, es importante diseñar modelos que

aborden los problemas en esta área para posibilitar el manejo de estos dos tipos de complejidad (Javad Naderi, 2016)

1.2.2.1 Tipos de incertidumbre

La incertidumbre ha sido clasificada de varias formas desde varios puntos de vista. Tang (2006) clasifica los riesgos de la cadena de suministro en: operacionales y de interrupción. Los riesgos operacionales están intrínsecamente relacionados con las operaciones de la cadena de suministro, tales como: demanda y costo, mal funcionamiento de los equipos, etc. Los riesgos de interrupción están relacionados con aquellos eventos causados por la naturaleza que tienen poca probabilidad de ocurrencia, pero un alto-severo impacto. Klibi, W., Martel, A., Guitouni (2010) los categoriza en tres grupos: (1) aleatoria (variables aleatorias relacionadas con eventos usuales del negocio), (2) Peligrosa (caracterizada por eventos de poca probabilidad de ocurrencia pero un alto impacto) y (3) Profunda (relacionada con la falta de disponibilidad de información acerca de la probabilidad de ocurrencia de posibles eventos futuros). Mula, J., Poler, R., Garcia-Sabater (2008) clasifica la incertidumbre en dos categorías fundamentales: (1) flexibilidad en las restricciones y metas (caracterizada por la flexibilidad en la satisfacción de las restricciones y/o valores objetivos de las metas) y (2) incertidumbre en los datos. Esta última se clasifica en dos categorías: (1) aleatoria, debido a la naturaleza de algunos eventos y parámetros y (2) epistémica, que se debe a la falta de disponibilidad o insuficiencia de los datos necesarios, lo que conduce a datos imprecisos extraídos de las opiniones subjetivas de los expertos formuladas típicamente como datos posibilistas en forma de números borrosos triangulares o trapezoidales.

1.2.2.2 Fuentes de incertidumbre relacionadas con la gestión de la cadena de suministros

Davis (1993) identificó tres fuentes de incertidumbre: abastecimiento, proceso y demanda. Esta clasificación fue adoptada por otros investigadores (A. Gupta, 2003; Van der Vaart, J.T., De Vries, J., Wijngaard, 1996). Mason-Jones, R., Towill (1998) añaden una cuarta fuente de incertidumbre llamada: incertidumbre del control, que está relacionada con la capacidad de la cadena de suministro de transformar los órdenes de los clientes en flujos de producción por medio de los flujos de información. Estos autores señalan que la reducción de la incertidumbre reduce el costo total de la SC.

1.2.2.3 Métodos matemáticos para el manejo de la incertidumbre

En la literatura científica se han propuesto varias aproximaciones para incorporar la incertidumbre al modelo matemático, Fig. 6. Dentro del enfoque analítico, las más empleadas son: programación estocástica, programación difusa, optimización robusta (Sahinidis, 2004).

Programación estocástica: puede ser usada siempre que la aleatoriedad es la principal fuente de incertidumbre de los datos de entrada por lo que las variables aleatorias con distribuciones de probabilidad conocidas son utilizadas (Cardoso, Barbosa-Povoa, & Relvas, 2013; Pishvaei, Jolai, & Razmi, 2009) y se puede clasificar en dos categorías principales: programación estocástica basada en escenarios con recurso y programación probabilística



Programación difusa: Puede manejar la incertidumbre epistémica en datos como la flexibilidad en los objetivos y/o elasticidad en las restricciones y puede ser clasificada en dos principales clases: (1) programación posibilística y (2) programación flexible. La programación posibilística es usada cuando existe poco conocimiento acerca del valor exacto de los parámetros debido a la insuficiencia de datos. La programación flexible es empleado para manejar la flexibilidad en el valor objetivo de las metas y/o la elasticidad en las restricciones.

Programación robusta: Proporciona métodos de aversión al riesgo para hacer frente a la incertidumbre en problemas de optimización. Se dice que el problema de optimización es robusto si tiene viabilidad y optimalidad robustez. La robustez de viabilidad significa que la solución debe seguir siendo factible para (casi) todos los valores posibles de parámetros inciertos y robustez óptima significa que el valor de la función objetivo debe permanecer cerca del valor óptimo o tiene una desviación mínima (indeseable) del valor óptimo para (casi) todos los valores posibles de parámetros inciertos. "Enfoques de programación robustos se puede clasificar en tres grupos: (1) el peor de los casos robusto programación, (2) la programación robusta de peor caso y (3) la programación robusta realista.

En el contexto de la cadena de suministros, la programación matemática difusa se ha empleado satisfactoriamente en todos los niveles de decisión: gestión de inventarios (C. Carlsson, 2002; D. Petrovic, R. Roy, 1999; D. Petrovic, 2003; I. Giannoccaro, P. Pontrandolfo, 2003; Petrovic, Roy, & Petrovic, 1998; Y. Xie, D. Petrovic, 2006); selección de vendedores (A. Amid, S.H. Ghodsypour, 2006; M. Kumar, Vrat, & Shankar, 2006; V. Kumar et al., 2006; H-J Zimmermann, 1978); planificación de la transportación (Chanas, 1983; Julien, 1994; Liu & Kao, 2004; S. Chanas, M. Delgado, J.L. Verdegay, 1993; Shih, 1999; Hans-J Zimmermann, 1975); producción – distribución (Aliev, Fazlollahi, Guirimov, & Aliev, 2007; Liang, 2007; M. Sakawa, I. Nishizaki, 2001); selección de proveedores (Mousazadeh, Torabi, & Pishvae, 2014). La autora considera pertinente para los objetivos de la investigación el modelo propuesto por (Peidro, Mula, & Verdegay, 2009). El modelo es formulado con una programación lineal difusa entera mixta donde los datos son poco conocidos y modelados con números triangulares difusos y considera la incertidumbre en los abastecimientos, los procesos y la demanda.

1.3. Situación de la gestión de la cadena de suministros en Cuba. Aportes y brechas

Un estudio acumulativo entre 2010 y 2013 de casos reportados mostró que los problemas asociados a la logística empresarial y la gestión de la cadena de suministro en la economía están presentes en el 95% de estos reportes. A través de situaciones que abarcan desde la problemática de aprovisionamiento de las entidades, la producción, los servicios y su comercialización en general, en la economía cubana se manifiestan los siguientes síntomas:

1. Cadena de impagos
2. Baja eficiencia del proceso inversionista
3. Exceso de inventarios (~20% PIB)
4. Deterioro del capital de trabajo
5. Baja disponibilidad de productos y servicios en el mercado
6. Insatisfacciones de los clientes finales
7. Baja dinámica de crecimiento de la eficiencia, la productividad y la competitividad



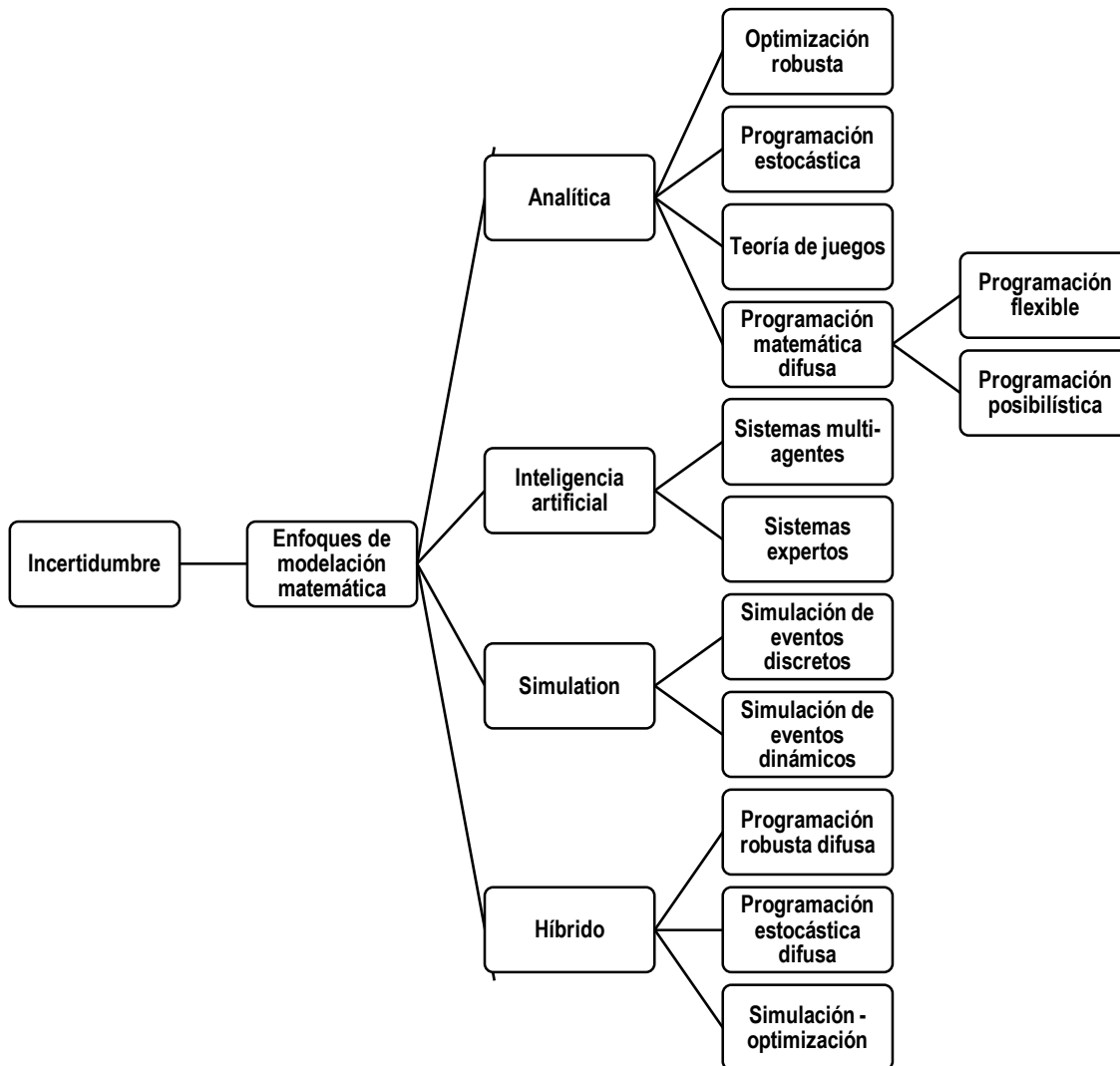


Fig. 6. Diferentes aproximaciones de la modelación cuantitativa. Fuente: (Peidro, Mula, Poler, & Lario, 2009)

8. Problemas en el proceso de contratación
9. Exceso de personal y deficiencias en su desempeño
10. Insuficiente utilización de las capacidades
11. Decisiones sin análisis de factibilidad
12. Planes y programas no fundamentados
13. Auge del mercado informal al final de la cadena

Estos síntomas son reflejo de problemáticas asociadas a las relaciones de cooperación inter-empresarial (Argudín, 2010; Arias, 2010; González, 2011; Hernández, 2010; Merencio, 2009; Suárez, 2010; Veloz, 2010), las cuales constituyen vías para el desarrollo de las entidades y se manifiestan a través



de diferentes variables (Arango, Pérez, & Rojas, 2008). La disponibilidad, precios, ciclos, capacidades e inventarios constituyen los aspectos principales sobre los cuales las empresas cubanas deben enfocar en la actualidad sus análisis y estrategias para el funcionamiento del sistema logístico de la red a que pertenecen. Abordar estos aspectos como problemas puntuales o de una entidad aislada dificulta el logro de resultados en redes que relacionan varias empresas y no se orientan a las demandas de los clientes finales (Lambert & Cooper, 2000). Las capacidades de actuación de los empresarios deben contener este conocimiento para trazar e implementar estrategias de desarrollo oportunas.

En contraste con las tendencias internacionales, el entorno empresarial cubano se enfoca al objetivo tradicional de obtener resultados como entidades individuales y tomando como base indicadores de eficiencia (Acevedo & Gómez, 2012; Acevedo, Urquiaga, & Gómez, 2002; Pardillo, Acevedo, & Gómez, 2010). Redefinir el objetivo a alcanzar centrado en la satisfacción de las demandas de los mercados finales (Suárez Mella, Acevedo Suárez, & Collazo Labrador, 2001; Vallet-Bellmunt, 2010), es un aspecto que se plantea en el Lineamiento 1 de la Política económica y social del PCC, para lo cual es necesaria la cooperación entre entidades para el paso a la gestión como cadenas de suministro.

La problemática empresarial cubana relacionada con las cadenas de suministro ha sido objeto de análisis en investigaciones científicas del país. En la Universidad Central de Las Villas se ha trabajado en el control de gestión en elementos de cadenas de suministro, proponiendo un modelo que propicia su diseño en empresas comercializadoras (Pérez Campaña, 2005). Otras investigaciones se enfocan al modelo SCOR y su aplicación en la gestión de empresas de telecomunicaciones y de comercio de combustibles (Díaz Curbelo & Marrero Delgado, 2013). Mientras que el análisis como cadena de suministro se emplea en el abastecimiento de alimentos para la propia universidad (Torriente Jackson, 2013). En el Centro de Información y Gestión Tecnológica de Holguín se estudian los cambios a afrontar en el concepto de compras para orientar este proceso a cadena de suministro (Nogales González, 2007). En la Universidad de La Habana se ha desarrollado el trabajo en la gestión de cadenas de suministro en temas como el diagnóstico de la información y el conocimiento para su funcionamiento mediante intervenciones (Alba Cabañas & Herrera Lemus, 2014).

Este tema ha sido estudiado por el Laboratorio de Logística y Gestión de la Producción (LOGESPRO) del Instituto Superior Politécnico José A. Echeverría, durante el período comprendido entre el 2000 y el 2014 con resultados de aplicación en la práctica empresarial (Gómez & Pardillo, 2011; López, Orta, & Salgado, 2011; Pardillo Baez, 2011; Rodríguez & Delgado, 2006). De forma general, ante una problemática puntual han sido desarrolladas y aplicadas diferentes técnicas y modelos como son: el Modelo General de Organización (Acevedo et al., 1996; Urquiaga, 2000), el Plan de Fechas Principales (Gómez, 1997), el Modelo de Diseño de Nodos de Integración (Pardillo Baez, 2013), el Modelo de Gestión Colaborativa del Flujo Logístico (Acevedo Urquiaga, 2013), los Modelos de Referencia de la logística, las cadenas de suministro y los inventarios, el Modelo de Valor del Proceso (Acevedo et al., 2011; Suárez Acevedo, A. José Urquiaga Rodríguez & Gómez Acosta, 2008). Para la autora, de las investigaciones referidas anteriormente, las de (López Joy, 2014; Pardillo Baez, 2013) resultan de



interés para el desarrollo de la investigación, pues proponen enfoques integradores y el área de aplicación es la cadena de suministros. El procedimiento propuesto toma como base estas dos propuestas.

1.4 Conclusiones parciales del capítulo

1. La SC no es una red de negocios, sino una red de negocios y relaciones que ofrece la oportunidad de capturar la sinergia de la gestión e integración intra e inter-organizacional. La SCM maneja la excelencia de los procesos de negocio y representa una nueva forma de gestionar los negocios y las relaciones con otros miembros de la SC.
2. La naturaleza compleja y dinámica de las relaciones entre los diferentes actores en una CS implica un grado importante de incertidumbre en las decisiones de planificación. En este contexto, en el que las decisiones involucran recursos e informaciones de diferentes entidades en una CS, existen dos aspectos fundamentales a los que se enfrenta el decisor: (1) objetivos en conflicto que pueden surgir de la naturaleza de las operaciones (por ejemplo la minimización de costes, y simultáneamente, el incremento del nivel de servicio), así como la estructura de la CS, en la que generalmente es complicado alinear los objetivos de los diferentes participantes; y (2) la falta de conocimiento de datos.
3. En contraste con las tendencias internacionales, el entorno empresarial cubano se enfoca al objetivo tradicional de obtener resultados como entidades individuales tomando como base indicadores de eficiencia. Redefinir el objetivo a alcanzar centrado en la satisfacción de las demandas de los mercados finales, es un aspecto que se plantea en el Lineamiento 1 de la Política económica y social del PCC, para lo cual es necesaria la cooperación entre entidades para el paso a la gestión como cadenas de suministro.



CAPÍTULO 2. PROCEDIMIENTO PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LA CADENA DE SUMINISTRO

En este capítulo se presenta un procedimiento, que tiene como objetivo fundamental la optimización de la gestión de la cadena de suministro bajo incertidumbre. El mismo se compone de pasos que se agrupan en 5 fases de desarrollo, como se muestra en la Fig. 7. Las Fases I, II y III se enmarcan en el análisis estratégico de la SC; la Fase IV en la implementación estratégica de la SC y la Fase V en el control y mejora de la SC. Este procedimiento es una adecuación de los procedimientos propuestos por Pardillo Báez (2013) (Anexo 2) y López Joy (2014) (Anexo 3) y el modelo de optimización difuso propuesto por Peidro et al. (2009). Del procedimiento propuesto por López Joy (2014) se fusionaron la Fase de inicio, la Fase I y la Fase II, desde el punto de vista de la autora el objetivo de estas fases es crear las condiciones del estudio desde un análisis estratégico de las necesidades del país, la definición de los objetivos estratégicos de la cadena de suministro y la subordinación de todos los integrantes de la cadena de suministros al cumplimiento de los mismos (mediante la concientización y la capacitación). La Fase IV pasó a ser la Fase III y en ella se aplican las tres primeras etapas del procedimiento de Pardillo Báez (2013) y en el paso de Balance del nodo de integración, se sustituye el balance dinámico por el modelo de optimización difuso de Peidro et al (2009). En la Fase V se funciona el paso de Definición del Plan conjunto de la cadena de suministro con el paso Firma de contrato de asociación entre los actores de la cadena de la Fase VI.

Fase I. Interés estratégico en el desarrollo de la cadena de suministro

Se origina las necesidades de desarrollo definidas en el programa estratégico del país, con lo cual se aseguran resultados de impacto positivo en la economía nacional con la aplicación del MP-GICS (Modelo y Procedimiento para el desarrollo de la Gestión Integrada de Cadenas de Suministro).

Paso 1.1 Análisis del programa estratégico del país

Se identifican aspectos de interés gubernamental y se fundamenta la necesidad del desarrollo de una cadena de suministro en particular. Los intereses pueden ser:

Económicos: posibles exportaciones, sustitución de importaciones

Sociales: productos y servicios de impacto social

Tecnológicos: desarrollo de tecnologías nacionales

Paso 1.2 Establecimiento del objetivo estratégico del desarrollo de la cadena

Se define en función de la estrategia gubernamental general el objetivo a alcanzar con el desarrollo de la cadena de suministro seleccionada.

Paso 1.3 Concientización de los actores de la cadena de suministro

Se realiza un encuentro o Taller de Concientización con la representación de los eslabones fundamentales de la cadena para iniciar el intercambio dinámico entre estos y definir:

- Integrantes del Grupo de Trabajo Responsable: un representante de cada eslabón y un núcleo del grupo que realiza las coordinaciones



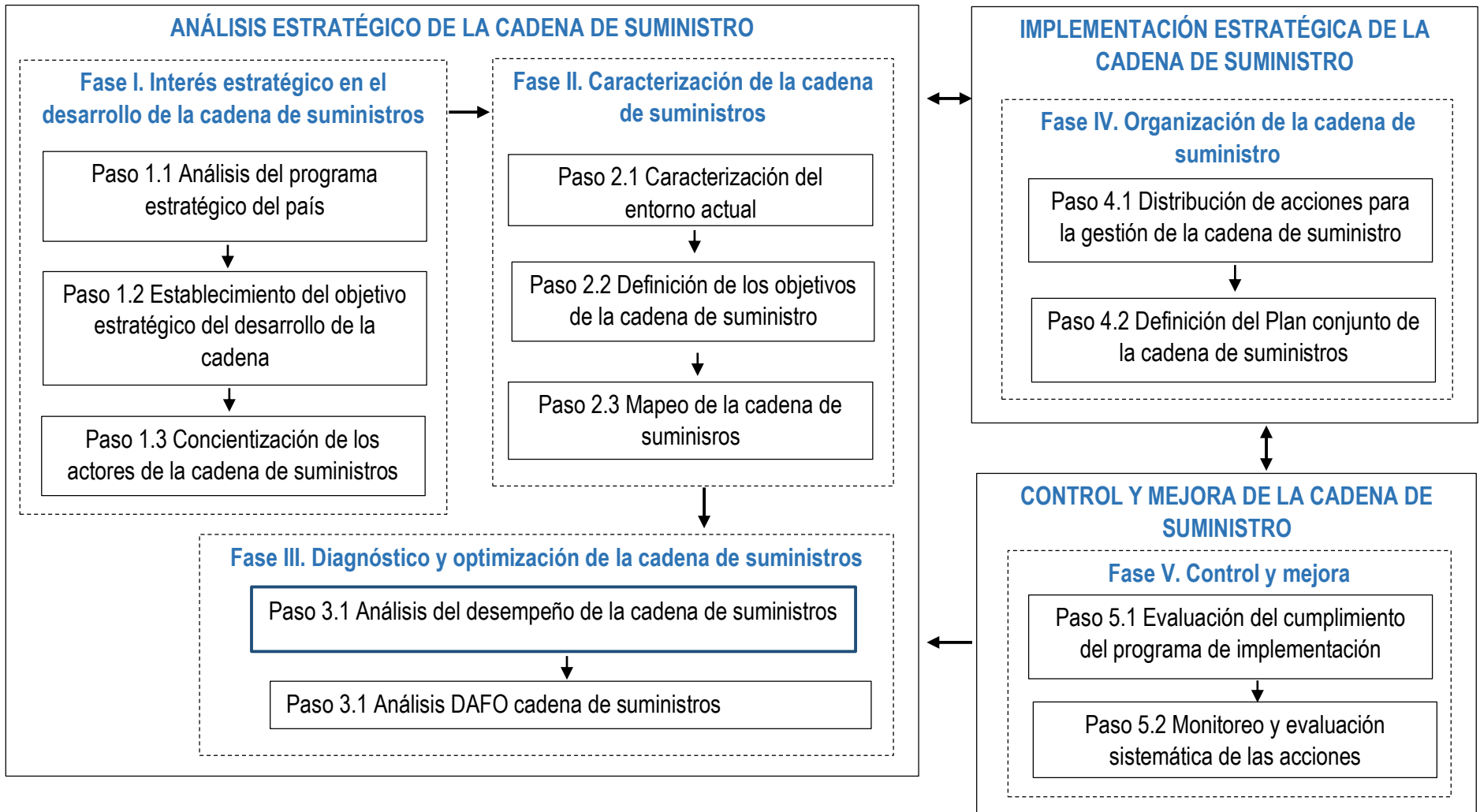


Fig. 7. Procedimiento para la optimización de la gestión de la cadena de suministro



- Entidad focal: entidad coordinadora principal de la cadena
- Principales productos, mercados y clientes
- Mapeo básico de las relaciones en la cadena
- Necesidades de capacitación por fases: capacidades de actuación básicas a desarrollar
- Fortalezas y debilidades fundamentales por eslabón
- Propuestas generales de mejoramiento e impactos
- Plan de acciones general para cubrir las fases de desarrollo en la cadena: enmarcado en tiempo y con una secuencia lógica, tareas a desarrollar y eslabón responsable, fecha y contenido de los encuentros.

Fase II Caracterización de la cadena de suministro

Se detallan las condiciones de desempeño de la cadena de suministro y se definen a partir de los productos y servicios, las relaciones de mercado. Se definen los objetivos de la cadena orientados a los clientes finales, así como la estructura actual de la red.

Paso 2.1. Caracterización del entorno actual

Se identifican para la cadena aquellos aspectos que inciden en el entorno y que permiten comprender la influencia de políticas e instituciones que limitan o incentivan los negocios en la cadena, así como las oportunidades de mercado y desarrollo. Estos aspectos son:

- Legislación, reglamentos, disposiciones comerciales para la importación de insumos y exportación de productos
- Disponibilidad de servicios públicos de apoyo (estatales y no estatales)
- Cultura empresarial de los eslabones y actores
- Tecnologías asociadas al desempeño de la cadena que se encuentran disponibles en el entorno nacional e internacional

Paso 2.2. Definición de los objetivos de la cadena de suministro

Se definen los objetivos de trabajo de la cadena de suministro, los cuales se orientan a los segmentos de mercado y las características de los clientes teniendo en cuenta el desempeño general de las variables de coordinación de la cadena definidas en el MGICS (Modelo de Gestión Integrada de la Cadena de Suministro).

- Definición de objetivos según los elementos guía siguientes:
 - Niveles de disponibilidad deseados en el mercado
 - Meta de servicio a ofertar
 - Diversificación de productos y/o servicios
 - Ampliación de segmentos de mercado interno y la exportación
 - Valor agregado al cliente final
 - Niveles de eficiencia y eficacia en la cadena

Paso 2.3. Mapeo de la cadena de suministro.



Para el mapeo de la cadena se realizará una representación gráfica teniendo en cuenta el flujo material como elemento central (Locher, 2008; Rother, Shook, & Womack, 1999).

- Mapeo de eslabones y actores. Se caracteriza el funcionamiento de cada eslabón.
- Mapeo por procesos. Se realiza la representación de los procesos de la cadena de suministro y de los organismos o entidades superiores que participan en la red. Se caracteriza el funcionamiento de cada proceso.

Fase III. Diagnóstico de la cadena de suministro

Se realiza el análisis del funcionamiento de la cadena de suministro empleando un conjunto de herramientas y en función del diagnóstico básico realizado previamente en la Fase I Paso 1.3. Se lleva a cabo la medición del indicador de impacto definido y se evalúa la cadena con el MRRV (Modelo de Referencia de Redes de Valor). A partir de los resultados se define la etapa de desarrollo en que se encuentra la cadena y se obtiene una matriz DAFO.

Paso 3.1 Análisis del desempeño

En este paso, López Joy (2014) propone unas series de herramientas cuya aplicación está sujeta a las valoraciones y análisis del Grupo de Trabajo en función de la problemática de la cadena y los objetivos definidos. Dentro de ellas, se encuentran:

- Modelo de Referencia de la Logística (MRL) (Acevedo, Acevedo, & Gómez, M.I., 2010; Acevedo & Gómez, 2011; Urquiaga & Acevedo, 2010)
- Modelo General de Organización (MGO) (Urquiaga, 1999)
- Modelo de Diseño Nodos Integración (MDNICS) (Pardillo Baez, 2013)
- Modelo de Referencia de Inventarios (MRInv)
- Cálculo de capacidades (SGCC) (Acevedo Urquiaga, 2013)
- Análisis de las variables de coordinación Anexo 4

La autora considera que por su importancia el Modelo de Diseño de los Nodos de Integración en las Cadenas de Suministro debe ser aplicado y particularmente la etapa número 3. En esta etapa se parte de la identificación de los flujos en el nodo de integración mediante el MGO y luego se realiza el cálculo de los parámetros del nodo de integración y los indicadores, se balancea el nodo, se representa gráficamente y se mide el nivel de integración destacando que la base de estos pasos la constituye el Balance Dinámico. Las condiciones planteadas en el sistema de ecuaciones del mismo son las consideradas para realizar el balance de los parámetros e indicadores del nodo de integración, pero se le debe incluir la formulación de calidad, disponibilidad y fiabilidad para garantizar un balance integral de todos los elementos (Pardillo Baez, 2013). No obstante, en este modelo se emplean variables determinísticas y no se incluye la incertidumbre inherente a la cadena de suministros.

Balance dinámico

$$(1). \quad PA_{j,j} = CL_j + CG_{j,j}$$



- (2). $P_{i,j,j'} = \sum_{i'=1}^n NC_{i,j,i',j'} * P_{i',j',t1}$
- (3). $t1_{j,j'} = tc + PA_{j,j'}$
- (4). $P_{i,j,t} = F_{i,j,t} + V_{i,j,t} * (W_{i,j} * D_{i,t} + \sum_{j'=1}^m P_{i,j,j'}, t1_{j,j'})$
- (5). $PR_{i,j,t} \leq CAP_{i,j,t}$
- (6). $\sum_{t=t0}^{tc} PR_{i,j,t} \leq \sum_{t=t0}^{tc} CAP_{i,j,t}$
- (7). $E_{i,j,tc} = E_{i,j,t0} + \sum_{t=t0}^{tc} PR_{i,j,t} - \sum_{t=t0}^{tc} P_{i,j,t}$
- (8). $\sum_{t=t0}^{tc} PR_{i,j,t} \geq \sum_{t=t0}^{tc} P_{i,j,t}$
- (9). $R_{k',j,tc} = IF_{k,j,t} + IC_{k,i,j} * \sum_{t=t0}^{tc} PR_{i,j,t} + \sum_{t=t0}^{tc} RP_{k,j,t} - \sum_{t=t0}^{tc} RR_{k,j,t} + IN_{k,j} - IR_{k,j,t0}$
- (10). $RT_{k,tc} = \sum_{j=1}^m R_{k,j,tc}$
- (11). $IR_{k,j,tc} = I_{i,j,t0} + \sum_{t=t0}^{tc} RR_{k,j,t} - \sum_{t=t0}^{tc} R_{i,j,t}$
- (12). $B_{s,j,t} = \sum_{i'=1}^n IE_{s,i,j} * PR_{i,j,t} + \sum_{i'=1}^n PR_{i,j,t} * IC_{k,i,j} * IH_{s,k}$
- (13). $Q_{i,j,t} = P_{i,j,t} - \sum_{t0}^{tc-1} PR_{i,j,t} \geq QN_{i,j}$
- (14). $R_{k,j,tc} \geq QR_{k,j}$
- (15). $C_{j',t} = CF_{j',t} + \sum_{k=1}^K pe_k * RR_{k,j',t} + \sum_{i=1}^n pc_i * \sum_{j=1}^m P_{i,j,j',t}$
- (16). $CT_t = \sum_{j=1}^m C_{j,t}$



$$(17). \quad BE_{j,t} = \left(\sum_{i=1}^n pc_i * P_{i,j,t} \right) - C_{j,t}$$

$$(18). \quad BET_t = \sum_{j=1}^m BE_{j,t}$$

$$(19). \quad RS_{k,t} = \sum_{j=1}^m PR_{i,j,t} * IC_{k,i,j} * (1 - IU_{k,i,j})$$

$$(20). \quad VR_t = \sum_{k=1}^k RS_{k,t} * pe_k$$

Ecuación 1. Ciclo y tiempo de entrega de cada proceso

Ecuación 2. Interrelaciones de los procesos

Ecuación 3. Horizonte de cada proceso

Ecuación 4. Nivel de actividad

Ecuación 5. Balance puntual de capacidad

Ecuación 6. Balance acumulado de capacidad

Ecuación 7. Inventario de productos

Ecuación 8. Balance de demanda

Ecuación 9. Balance de recursos

Ecuación 10. Demanda total de recursos

Ecuación 11. Inventario de recursos

Ecuación 12. Impacto ambiental

Ecuación 13. Tamaño del lote de producción

Ecuación 14. Tamaño del lote de los recursos

Ecuación 15. Costo del proceso

Ecuación 16. Costo total del sistema

Ecuación 17. Balance económico del proceso

Ecuación 18. Balance económico del sistema

Ecuación 19. Residuos de un recurso

Ecuación 20. Valor de los residuos

i producto final o intermedio del sistema logístico (i=1,2,3,.....,n)

j proceso del sistema logístico (j=1,2,3,.....,m)

j' proceso como cliente interno del sistema logístico (j'=1,2,3,.....,m)

k recurso o servicio insumido en los procesos del sistema logístico (k=1,2,3,.....,K)

s impacto ambiental de los procesos del sistema logístico (s= 1,2,3,.....,S)

t intervalo de tiempo (t=1,2,3,.....,T)

CLj ciclo del proceso j (días)

CGj,j' ciclo de gestión entre el proceso j y el proceso cliente directo del mismo j' (días)



$PA_{j,j'}$ plazo de antelación (lead time) del proceso j con el proceso cliente del mismo j' (días)
 $PI_{i,j,j',t}$ volumen del producto i del proceso j entregado al proceso cliente directo j' en el intervalo t (unidades)
 $PI_{i,j,t}$ volumen total entregado del producto i por el proceso j en el intervalo t
 $NC_{i,j,i',j'}$ índice de consumo del producto i en el proceso j para obtener una unidad del producto i' en el proceso cliente directo j'
 $DI_{i,t}$ demanda del producto i por los clientes del sistema logístico en el intervalo t (unidades)
 $WI_{i,j}$ parte de la demanda final del producto i que aporta el proceso j (0-1)
 $FI_{i,j,t}$ pérdidas del producto i en el proceso j en el intervalo t (unidades)
 $EI_{i,j,t}$ inventario del producto i en el proceso j en el intervalo t (unidades)
 $CAP_{i,j,t}$ capacidad de producción del proceso j para en el producto i en el intervalo t (unidades/día)
 t_c momento de control
 t_o momento inicial del periodo analizado en el sistema logístico
 $PR_{i,j,t}$ volumen real de producto i producido por el proceso j en el intervalo t (unidades)
 $VI_{i,j,t}$ coeficiente de satisfacción de la demanda del producto i por el proceso j en el momento t
 $IC_{k,i,j}$ índice de consumo del recurso k por unidad del producto i en el proceso j
 $IES_{i,j}$ índice de generación del impacto s por unidad de producto i en el proceso j
 IHS_{k} índice de generación del impacto s por la huella ecológica que genera el recurso k
 $R_{k,j,t}$ demanda de recursos k en el proceso j en el momento t (unidades)
 $B_{s,j,t}$ magnitud del impacto ambiental s en el proceso j en el momento t
 $RT_{k,t}$ demanda total del recurso k en el sistema logístico en el momento t (unidades)
 $RR_{k,j,t}$ volumen real de recursos k recibidos en el proceso j en el momento t (unidades)
 $IR_{k,j,t}$ inventario del recurso k en el proceso j en el momento t (unidades)
 $IN_{k,j}$ norma de inventario del recurso k en el proceso j (unidades)
 $RP_{k,j,t}$ pérdida de recursos k en el proceso j en el momento t (unidades)
 Q_{ijt} tamaño del lote a lanzar del producto i en el proceso j en el momento t (unidades)
 QN_{ij} norma del tamaño del lote del producto i en el proceso j (unidades)
 QR_{kj} norma de tamaño de lote de adquisición del recurso k en el proceso j (unidades)
 IF_{kjt} norma de consumo del recurso k en el proceso j en el intervalo t (unidades/día)
 pe_k precio del recurso k (pesos/unidad)
 pci precio del producto i (pesos/unidad)
 C_{jt} costo del proceso j en el intervalo t (pesos)
 BE_{jt} balance económico del proceso j en el intervalo j (pesos)
 BET_t balance económico total del sistema logístico en el intervalo t (pesos)
 CT_t costo total del sistema logístico en el intervalo t (pesos)
 CF_{jt} costo fijo del proceso j en el intervalo t (pesos)
 $IU_{k,i,j}$ coeficiente de utilización del recurso k cuando se emplea en el producto i en el proceso j
 $RS_{k,t}$ residuos totales del recurso k en el momento t
 VR_t valor total de los residuos en el momento t

Modelo de optimización



$$\begin{aligned}
\text{Minimizar} = & \sum_{i=1}^I \sum_{n=1}^N \sum_{j=1}^J \sum_{t=1}^T (VPC_{inj,t}) \\
& + \sum_{n=1}^N \sum_{j=1}^J \sum_{t=1}^T (OTC_{n,j,t} \times OT_{n,j,t} + UTC_{n,j,t} \times UT_{n,j,t}) \\
& + \sum_{n=1}^N \sum_{j=1}^J \sum_{t=1}^T (RMC_{int} \times PQ_{int} + IC_{int} \times IN_{int} + D\tilde{B}C_{int} \times DB_{int}) \\
& + \sum_{i=1}^I \sum_{o=1}^O \sum_{d=1}^D \sum_{l=1}^L \sum_{t=1}^T (TC_{odl,t} \times TQ_{iodl,t})
\end{aligned}$$

$$\sum_{i=1}^I (P_{inj,t} \times PT_{inj,t}) \lesssim MPC_{n,j,t} + MOT_{n,j,t} \quad \forall n, j, t \quad 2$$

$$P_{inj,t} = k_{inj,t} \times PR_{inj,t} \quad \forall i, n, j, t \quad 3$$

$$P_{inj,t} \times PT_{inj,t} \lesssim MPC_{n,j,t} \times YP_{inj,t} + MOT_{n,j,t} \times YP_{inj,t} \quad \forall i, n, j, t \quad 4$$

$$P_{inj,t} \geq MPR_{inj,t} \times YP_{inj,t} \quad \forall i, n, j, t \quad 5$$

$$I_{int} = I_{in,t-1} + \sum_{j=1}^J P_{inj,t} + \sum_{o=1}^O \sum_{l=1}^L SR_{io,d=n,l,t} + PQ_{int} - \sum_{d=1}^D \sum_{l=1}^L TQ_{i,o=n,d,l,t} - S_{int} - \sum_{p=1}^P \left(B_{pint} \sum_{j=1}^J P_{i=p,n,j,t} \right) \quad \forall i, n, t \quad 6$$

$$SR_{iodl,t} = SRO_{iodl,t} + TQ_{iodl,t} - TLT \quad \forall i, o, d, l, t \quad 7$$

$$SIP_{iodl,t} = SIPO_{iodl,t} + SIP_{iodl,t-1} + TQ_{iodl,t} - SR_{iodl,t} \quad \forall i, o, d, l, t \quad 8$$

$$\sum_{i=1}^I I_{int} \times V_{it} \lesssim MIC_{nt} \quad \forall n, t \quad 9$$

$$\sum_{i=1}^I \sum_{o=1}^O \sum_{d=1}^D SIP_{iodl,t} \times V_{it} \times \chi_{odl,t}^1 + \sum_{i=1}^I \sum_{o=1}^O \sum_{d=1}^D TQ_{iodl,t} \times V_{it} \times \chi_{odl,t}^2 \leq MTC_{lt} \quad \forall l, t \quad 10$$

$$\sum_{i=1}^I PQ_{int} \lesssim MP\tilde{R}C_{nt} \quad \forall n, t \quad 11$$

$$DB_{int} \approx DB_{in,t-1} + \tilde{D}_{int} - S_{int} \quad \forall i, n, t \quad 12$$

$$OT_{n,j,t} \approx \sum_{i=1}^I P_{inj,t} \times PT_{inj,t} - MPC_{n,j,t} + UT_{n,j,t} \quad \forall n, j, t \quad 13$$

$$\sum_{n=1}^N \sum_{t=1}^T S_{int} \lesssim \sum_{n=1}^N \sum_{t=1}^T (\tilde{D}_{int} + DBO_{int}) \quad \forall i, n, t \quad 14$$

$$P_{inj,t}, k_{inj,t} \geq 0 \quad \forall i, n, j, t \quad 15$$

$$S_{int}, DB_{int}, I_{int}, PQ_{int} \geq 0 \quad \forall i, n, t \quad 16$$

$$SR_{iodl,t}, SIP_{iodl,t}, TQ_{iodl,t} \geq 0 \quad \forall i, o, d, l, t \quad 17$$

$$OT_{n,j,t}, UT_{n,j,t} \geq 0 \quad \forall n, j, t \quad 18$$



Nomenclatura de los términos

Índices	
T	Conjunto de períodos de planificación ($t = 1, 2, \dots, T$)
I	Conjunto de productos (materias primas, productos intermedios, productos terminados) ($i = 1, 2, \dots, I$)
N	Conjunto de nodos SC ($n = 1, 2, \dots, N$)
J	Conjunto de recursos de producción ($j = 1, 2, \dots, J$)
L	Conjunto de transportes ($l = 1, 2, \dots, L$)
P	Conjunto de productos principales en la lista de materiales ($p = 1, 2, \dots, P$)
O	Conjunto de nodos de origen para transportes ($o = 1, 2, \dots, O$)
D	Conjunto de nodos de destino para transportes ($d = 1, 2, \dots, D$)
Coeficientes de costo de la función objetivo	
$V\tilde{P}C_{injt}$	Costo de producción variable por unidad de producto i en j en n en t
$O\tilde{T}C_{njt}$	Costo de horas extras del recurso j en n en t
$U\tilde{T}C_{njt}$	Costo del recurso de un día de trabajo j at n in t
RMC_{int}	Precio de la materia prima i en n en t
$I\tilde{C}_{int}$	Costo de mantenimiento del inventario por unidad de producto i en n en t
$T\tilde{C}_{odlt}$	Costo de transporte por unidad de o a d por l en t
$D\tilde{B}C_{int}$	Costo de la acumulación de demanda por unidad de producto i en n en t
Datos generales	
B_{pint}	Cantidad de i para producir una unidad de p en n en t
$MP\tilde{R}C_{nt}$	Capacidad de adquisición máxima del nodo proveedor n en t
\tilde{D}_{int}	Demanda del producto i en n en t
$M\tilde{O}T_{njt}$	Capacidad de tiempo extra del recurso j en n in t
$M\tilde{P}C_{njt}$	Capacidad de producción del recurso j en n en t
I_{int}	Cantidad de inventario de i en n en el período 0
PR_{injt}	Tirada de producción de i en j en n en t
MPR_{injt}	Ejecución de producción mínima de i en j en n en t
DBO_{int}	Recopilación de demanda de i at n en el período 0
SRO_{iodlt}	Los envíos de i recibidos en d desde o por l al comienzo del período 0
$SIPO_{iodlt}$	Envíos en curso de i desde o hasta d por l al comienzo del período 0
$P\tilde{T}_{injt}$	Tiempo de procesamiento para producir una unidad de i en j en n en t
V_{it}	Volumen físico del producto i en t
$M\tilde{T}C_{lt}$	Capacidad máxima de transporte de l en t
$M\tilde{I}C_{nt}$	Capacidad máxima de inventario en n en t
χ_{odlt}^1	0-1 función. Toma 1 si $TLT_{odlt} > 0$ y 0 de lo contrario
χ_{odlt}^2	0-1 función. Toma 1 si $TLT_{odlt} > 0$ y 0 de lo contrario
Variables de decisión	
P_{injt}	Cantidad de producción de i en j at n en t / $PT_{injt} > 0$

$k_{inj t}$	Número de series de producción de i producidas en j en n in t
S_{int}	Suministro de producto i desde n en t
DB_{int}	Recopilación de demanda de i en n en $t / DBC_{int} > 0$
TQ_{iodlt}	Cantidad de transporte de i de o a d por l en $t / o < d$, $TC_{odlt} > 0$, $IC_{i, n = d, t} > 0$
SR_{iodlt}	Envíos de i recibidos en d desde o por l al comienzo del período $t / o < d$, $TC_{odt} > 0$, $IC_{i, n = d, t} > 0$
SIP_{iodlt}	Envíos en curso de i desde o hasta d por l al comienzo del período $t / o < d$, $TC_{odlt} > 0$, $IC_{i, n = d, t} > 0$
I_{int}	Cantidad de inventario de i en n al final del período t
PQ_{int}	Cantidad de compra de i en n en $t / RMC_{int} > 0$
OT_{njt}	Horas extras para el recurso j en n en t
UT_{njt}	Tiempo de inactividad para el recurso j en n en t
$YP_{inj t}$	Variable binaria que indica si un producto i se ha producido en j en n in t

Explicación del modelo

La función objetivo muestra el costo total a ser minimizado. El costo total está formado por los costos de producción con la diferenciación entre producción regular y horas extras. También se consideran los costos correspondientes a la inactividad, la adquisición de materia prima, la retención de inventario, la acumulación de demanda y el transporte. La mayoría de estos costos no se pueden medir fácilmente ya que implican principalmente la percepción humana para su estimación. Por lo tanto, estos costos se consideran datos inciertos y se modelan por números difusos. Solo se asume que el costo de la materia prima es conocido.

El tiempo de producción por período nunca podría ser más alto que el tiempo regular disponible más las horas extras disponibles para un determinado recurso de producción de un nodo (2). El símbolo \sim representa la versión difusa de $<$ y significa "esencialmente menor que o similar a". Esta restricción muestra que el planificador desea hacer que el lado izquierdo de la restricción, el tiempo de producción por período, más pequeño o similar al lado derecho, el tiempo máximo de producción disponible, "si es posible". El tiempo de producción y la capacidad de producción solo se conocen aproximadamente y están representados por números difusos. Por otro lado, la cantidad producida de cada producto en cada período de planificación siempre debe ser un múltiplo del tamaño de lote de producción seleccionado (3).

Eqs. (4) y (5) garantizan un tamaño de producción mínimo para los diferentes recursos productivos de los nodos en los diferentes períodos. Estas ecuaciones garantizan que $YP_{inj t}$ será igual a cero si $YP_{inj t}$ es cero.

Eq. (6) corresponde al saldo del inventario. El inventario de un determinado producto en un nodo, al final del período, será igual a las entradas menos las salidas del producto generado en este período. Las entradas se refieren a la producción, las recepciones de transporte desde otros nodos, las compras (si se suministran nodos) y el inventario del período anterior. Los resultados están relacionados



con los envíos a otros nodos, los suministros a los clientes y el consumo de otros productos (materias primas y productos intermedios) que son necesarios para producir en el nodo.

Eqs. (7) y (8) controlan el envío de productos entre los nodos. Las recepciones de envíos para un determinado producto serán iguales a las recepciones programadas más los envíos realizados en periodos anteriores. En la restricción (7), el tiempo de entrega del transporte se considera como datos de incertidumbre. Por otro lado (8), los envíos en curso serán iguales a los envíos iniciales en curso más los del período anterior, más los nuevos envíos iniciados en este período menos las nuevas recepciones.

Tanto los transportes como los niveles de inventario están limitados por el volumen disponible (conocido aproximadamente). Por lo tanto, de acuerdo con Eq. (9), el nivel de inventario para el volumen físico de cada producto debe ser inferior al volumen máximo disponible para cada período (se consideran datos de incertidumbre). El volumen de inventario depende del período para considerar los posibles aumentos y disminuciones de la capacidad de almacenamiento a lo largo del tiempo. Además, el volumen físico del producto depende del tiempo para hacer frente a los posibles cambios de ingeniería que pueden ocurrir y afectar las dimensiones y el volumen de los diferentes productos.

Por otro lado, las cantidades de envío en curso de cada envío en cada período multiplicado por el volumen de los productos transportados (si el tiempo de transporte es superior a 0 períodos), más los envíos iniciados por cada transporte en cada período multiplicado por el volumen de los productos transportados (si el tiempo de transporte es igual a 0 períodos), nunca puede exceder el volumen máximo de transporte para ese período (10). La razón para usar una formulación diferente en términos del tiempo de transporte entre nodos (TL_{TodIt}) es porque el transporte en progreso nunca existirá si este valor no es mayor que cero porque todo el transporte iniciado en un período se recibe en este mismo período si $TL_{TodIt} = 0$. Finalmente, el volumen de transporte depende del período para considerar los posibles aumentos y disminuciones de la capacidad de transporte a lo largo del tiempo.

Eq. (11) establece un máximo estimado de compra para cada nodo y producto por período. Eq. (12) contempla la gestión de la demanda acumulada a lo largo del tiempo. La demanda acumulada de un producto y nodo en un período determinado será igual (aproximadamente) a la demanda acumulada del período anterior más la diferencia entre oferta y demanda.

Eq. (13) considera el uso de las horas extraordinarias y la producción de tiempo de inactividad para los diferentes recursos productivos. La producción de horas extras para un recurso productivo de un nodo determinado en un período es igual (aproximadamente) al tiempo de producción total menos el tiempo de producción regular disponible más el tiempo de inactividad. OT_{njt} y UT_{njt} siempre serán mayores o iguales a cero si el tiempo de producción total es mayor que el tiempo de producción regular disponible, UT_{njt} será cero ya que no incurre en costos adicionales, y OT_{njt} será positivo. Por el contrario, si el tiempo de producción total es inferior al tiempo de producción regular disponible, UT_{njt} será positivo y OT_{njt} será cero.

Por el contrario, Eq. (14) establece que la suma de todos los productos suministrados es esencialmente menor o igual a la demanda más la demanda inicial acumulada. En cualquier caso, el problema



podría fácilmente considerar que toda la demanda se sirve al final del último período de planificación transformando esta ecuación de desigualdad en una ecuación de igualdad.

Finalmente, Eqs. (15) - (18) garantizan la no negatividad de las variables de decisión correspondientes.

Paso 3.2 Análisis DAFO cadena de suministro

- Se aplica la metodología de la matriz DAFO
- Se elabora el informe técnico resumen

Fase IV Organización de la cadena de suministro

Paso 4.1 Distribución de acciones para la gestión de la cadena de suministro

Se define para la cadena los aspectos para su gestión integrada en función de los objetivos y estrategias, lo cual constituye el cumplimiento de una salida del MGICS.

- Diseño del sistema de gestión de la cadena mediante la definición de:
 - Responsabilidades y funciones de cada eslabón
 - Sistema informativo de cada eslabón de la cadena
 - Sistema informativo inter-empresarial
 - Generalidades de la gestión de la demanda
 - Programa productivo en función de las demandas finales
 - Sistemas Logísticos que componen la red
 - Organización económica - financiera de la cadena
- Definición de los objetivos estratégicos en la cadena de suministro. Se realiza la actualización de los objetivos definidos en la Fase II Paso 2.2.
- Definición de estrategias de desarrollo en los campos de acción: organización, formación, información, infraestructura, tecnología, ecología.

Paso 4.2. Definición del Plan conjunto de la cadena de suministro

El plan conjunto para el desarrollo progresivo de la cadena de suministro se constituye a partir de los resultados de las fases anteriores y se materializa mediante proyectos de desarrollo. Estos proyectos no se limitan al mejoramiento de resultados operativos en la cadena, sino que deben proyectarse teniendo en cuenta la visión estratégica para el logro de los objetivos de la cadena y su desarrollo en función de las etapas definidas en el MGICS. Los resultados del Plan conjunto se aprecian a mediano y largo plazo.

- Definición de los proyectos de desarrollo que conforman el Plan conjunto
Mediante intercambios coordinados y liderados por la entidad coordinadora, el Grupo de trabajo define los proyectos de desarrollo
 - Desarrolla los proyectos por los responsables.
 - Definición de alternativas y evaluación de la factibilidad de inversiones



Cuando los actores del nodo de integración disponen del plan conjunto, se procede a la conformación del contrato, el cual tiene que incluir los parámetros e indicadores del nodo de integración. En el proceso de contratación se establecerán los responsables de cada actividad (actor correspondiente a un determinado subproceso), además quedarán plasmados los parámetros claves a coordinar, los indicadores a alcanzar y el modo de actuación de cada actor del nodo de integración respecto a los parámetros e indicadores

Fase V. Control y mejora

Se define un programa de implementación y monitoreo de los proyectos definidos a partir del compromiso de las entidades de la cadena expresado en un contrato de asociación.

Paso 5.1 Evaluación del cumplimiento del programa de implementación

- Ejecución de los proyectos de desarrollo
- Implementación de las propuestas

Paso 5.2 Monitoreo y evaluación sistemática de las acciones

- Seguimiento a la implementación según la plantilla que se muestra en el (Anexo 4)
Elaboración de informes técnico resumen de la implementación de proyectos



CONCLUSIONES

Como resultado de esta investigación, pudo arribarse a las conclusiones siguientes:

1. La optimización de la cadena de suministro es un tema a desarrollar en nuestro país, por lo que la novedad de la investigación radicó en el diseño de un procedimiento de aplicación general, con el cual se amplía el nivel de sistematización en la práctica de la gestión integrada de cadenas de suministro, tomando como base la formación y fomento de aportes científicos desarrollados anteriormente, en función del entorno y teniendo en cuenta las exigencias de la actualización del Modelo Económico Cubano.
2. Los análisis realizados en el marco teórico-práctico conceptual de la investigación evidenciaron la vigencia e importancia de la gestión de la cadena de suministro.
3. La naturaleza compleja y dinámica de las relaciones entre los actores de la SC implica un grado de incertidumbre que debe ser considerado en las decisiones referentes a la SCM en aras de ajustarse a las condiciones reales.
4. El Procedimiento para la Optimización de la Gestión de la Cadena de Suministro se fundamentó en la utilización del balance dinámico permitiendo obtener las proporciones cuantitativas y temporales que hay que garantizar en cada momento en el nodo de integración.

RECOMENDACIONES:

A partir de los resultados de la investigación y de las conclusiones declaradas anteriormente, conviene realizar las recomendaciones siguientes:

1. Aplicar el procedimiento diseñado para así verificar su fiabilidad.
2. Informatizar el modelo propuesto en la investigación de Peidro et al (2009) para facilitar su aplicación práctica.
3. Valorar la fusión del modelo empleado con otros modelos que tratan la sostenibilidad en la gestión de la cadena de suministro.
4. Investigar métodos asociados a la optimización de los flujos de información generados en la cadena de suministros

BIBLIOGRAFÍA

1. A. Alonso-Ayuso, L.F. Escudero, A. Garin, M.T. Ortuno, G. P. (2003). An approach for strategic supply chain planning under uncertainty based on stochastic 0-1 programming. *Journal of Global Optimization*, 97–124.
2. A. Amid, S.H. Ghodspour, C. O. (2006). Fuzzy multiobjective linear model for supplier selection in a supply chain. *International Journal of Production Economics*, 44, 2245–2263.
3. A. Gupta, C. D. M. (1999). A hierarchical Lagrangean relaxation procedure for solving midterm planning problems. *Industrial & Engineering Chemistry Research*, 28, 1937–1947.
4. A. Gupta, C. D. M. (2003). Managing demand uncertainty in supply chain planning,. *Computers & Chemical Engineering*, 27, 1219–1227.
5. Acevedo, J. A., Acevedo, A. J., & Gómez, M.I., et al. (2010). “Modelo de Referencia de Redes de Valor para un desarrollo sostenible.” *Revista de Investigación Agraria Y Ambiental*, vol 1, , p.29-50.
6. Acevedo, J. A., & Gómez, M. I. (2011). “Modelo y estrategias de desarrollo de la logística y las redes de valor.” *Nueva Empresa*, vol Vol. 7.
7. Acevedo, J. A., & Gómez, M. I. (2012). “¿Mi empresa o la cadena de suministro? Nuevo dilema del directivo.” *Nueva Empresa*.
8. Acevedo, J. A., Gómez, M. I., & Urquiaga, A. J. (2011). “Modelo de Valor de los Procesos base para la gestión económica-financiera integrada.” *Nueva Empresa, GESTIÓN EMPRESARIAL EN CUBA, Nueva etapa.Economía E Innovación*, Vol. 7, no, p.23-30.
9. Acevedo, J. A., Urquiaga, A. J., & Gómez, M. . (2002). *Organización de la producción y los servicios*. (L. La Habana (Cuba), Ed.).
10. Acevedo, J. A., Urquiaga, A. J., & Gómez, M. I. (1996). El Modelo General de la Organización.
11. Acevedo Urquiaga, A. J. (2013). *Modelo de Gestión Colaborativa del Flujo Logístico*. Instituto Superior Politécnico “José Antonio Echeverría.”
12. Afshin Mansouri, S., Gallear, D., & Askariazad, M. H. (2012). Decision support for build-to-order supply chain management through multiobjective optimization. *International Journal of Production Economics*, 135(1), 24–36. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2010.11.016>
13. Alba Cabañas, M., & Herrera Lemus, K. (2014). Metodología para el diagnóstico de la información y el conocimiento en cadenas de suministro. *COFIN Habana*, p 8 11-819.
14. Aliev, R. A., Fazlollahi, B., Guirimov, B. G., & Aliev, R. R. (2007). Fuzzy-genetic approach to aggregate production–distribution planning in supply chain management. *Information Sciences*, 177(20), 4241–4255.
15. Arango, M. D., Pérez, G., & Rojas, M. D. (2008). “Modelación de los indicadores de gestión en la Cadena de Suministro. Una visión sistémica.” *Dyna*, Año 75, vol, Nro., p.19-28.
16. Argudín, E. (2010). *La eficiencia cogió la botella. El Habanero*. La Habana, Cuba.
17. Arias, L. (2010). *Nada por encima de la legalidad. Granma*. La Habana, Cuba.
18. Arisha, A., Abo-Hamad, A. (2009). Optimisation Methods in Supply Chain Applications: a Review. In *12th Annual Conference of the Irish Academy of Management*.
19. Ballou, R. (2004). *Business Logistics management. Prentice Hall*.
20. Bendix Herrera, Helga E.; Meléndez Rivera, G. P. ;, & Rosales Ruíz, R. M. (2006). *UNA INTRODUCCIÓN A LOS MODELOS PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LA CADENA DE SUMINISTROS*.
21. Bernardez, M. . (2009). *Desempeño Humano: Manual de Consultoría*. (A. House, Ed.).

22. Brock, David L., Schuster Edmund W, A. S. J. y, & Pinaki, K. (2005). AN INTRODUCTION TO SEMANTIC MODELING FOR LOGISTICAL SYSTEMS. *Journal of Business Logistics*, 26(2), 97–117. <https://doi.org/2158-1492>
23. C. Carlsson, R. F. (2002). A fuzzy approach to taming the bullwhip effect. *Advances In Computational Intelligence and Learning: Methods and Applications International Series in Intelligent Technologies*, 18, 247–262.
24. Cardoso, S. R., Barbosa-Povoa, A. P. ., & Relvas, S. (2013). Design and planning of supply chains with integration of reverse logistics activities under demand uncertainty. *European Journal of Operational Research*, 226(3), 436–451.
25. Chad W., A., & Griffis Estanley, E. (2008). SUPPLY CHAIN CAPITAL: THE IMPACT OF ESTRUCCTURAL AND RELATIONAL LINKAGES ON FIRM EXECUTION AND INNOVATION. *Journal of Business Logistics*, 29(1), 157–173. <https://doi.org/2158-1592>
26. Chanas, S. (1983). The use of parametric programming in fuzzy linear programming. *Fuzzy Sets and Systems*, 11(1–3), 243–251.
27. Chavarría, H., Rojas, P. y Sepúlveda, S. (2002). Competitividad: cadenas agroalimentarias y territorios rurales elementos conceptuales. *Elementos Conceptuales*.
28. Chen, Y.-S., Cheng, C. H., & Lai, C. J. (2011). Extracting performance rules of suppliers in the manufacturing industry. *Journal of Intelligent Manufacturing*, 1–9.
29. Chopral Sunil, M. P. (2008). *ADMINISTRACIÓN DE LA CADENA DE SUMINISTRO Estrategia, planeación y operación* (Tercera Ed).
30. Christopher, M. (1998). Relationships and Alliances: Embracing the Era of Network Competition. In *Strategic Supply Chain Management* (pp. 272–284). Hampshire, England.
31. Committee Supply Chain Integration. (2000). *Surviving Supply Chain Integration: Strategies for Small Manufacturers*. Washington, USA.
32. Coyle, J. J., Bardi, E. J., & Langley, J. C. J. (2003). *A Supply Chain Perspective* (7 ma). Mason: OH: Southwestern Publishing.
33. D. Petrovic. (2003). Simulation of supply chain behaviour and performance in an uncertain environment. *International Journal of Production Economics*, 71, 185–196.
34. D. Petrovic, R. Roy, R. P. (1999). Supply chain modelling using fuzzy sets. *International Journal of Production Economics*, 29, 443–453.
35. Davis, T. (1993). Effective Supply Chain Management. *Sloan Management Review*, 34(4), 35–46.
36. De Castro, D., & Chicarelli, R. (2011). “A gestão da demanda em cadeias de suprimentos: uma abordagem além da previsão de vendas suprimentos: uma abordagem além da previsão de vendas.” *Gestão & Produção*, 18, 809–824.
37. Díaz-Madroñero, M., Peidro, D., Mula, J., & Ferriols, F. J. (2010). Enfoques de programación matemática fuzzy multiobjetivo para la planificación operativa del transporte en una cadena de suministro del sector del automóvil. *Revista de Métodos Cuantitativos Para La Economía Y La Empresa*, 9, 44–68.
38. Díaz Curbelo, A., & Marrero Delgado, F. (2013). “El modelo SCOR y el Balanced Scorecard, una poderosa combinación intangible para la gestión empresarial”. *Visión de Futuro*, vol 18, no, p.36-57.
39. Doherty, K. (2009). Exceeding the Standard. In *Food Logistics* (pp. 15–19).
40. Drucker, P. F. (1998). Management’s new paradigms. *Forbes Magazine*, 152–177.
41. Flynn, B. B., Huo, B., & Zhao, X. (2010). “The impact of supply chain integration on performance: A contingency and configuration approach.” *Journal of Operation Managements.*, Vol. 28(ISSN: 0272-6963.), 58–71.

42. Frankel, Robert, Bolumole, Yemisi A, Eltantawy, Rehan A, Paulraj, Antony y Gundlach, G. T. (2008). THE DOMAIN AND SCOPE OF SCM'S FOUNDATIONAL DISCIPLINE- INSIGHTS AND ISSUES TO ADVANCE RESEARCH. *Journal of Business Logistics*, 29,1(2158–1592), 1–30.
43. Gardner, J. T., & Cooper, M. C. (2003). STRATEGIC SUPPLY CHAIN. *Journal of Business Logistics*, 24(2), 37–64.
44. Garrido Azevedo, S., Ferreira, J., & Leitão, J. (2007). The Role of Logistics' Information and Communication Technologies in Promoting Competitive Advantages of the Firm.
45. Gómez, M. . (1997). *Plan de Fechas principales*. Ciudad de La Habana, Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría.
46. Gómez, M. I., & Pardillo, Y. (2011). La cadena de porcino en Cuba. *La Cadena de Valor Agroalimentaria. Análisis Internacional de Casos Reales*.
47. González, O. (2011). Azahares de la indolencia. *Granma*.
48. González González, R. (2002). *Tesis presentada en opción al grado científico de doctor en ciencias técnicas*. Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría.
49. H. Min, G. G. Z. (2002). Supply chain modeling: past, present and future. *Computers & Industrial Engineering*, 43, 231–249.
50. Harmon, P. (2003). *Business Process Change: A Manager's Guide to Improving, Redesigning, and Automating Processes*. (M. Kaufmann, Ed.).
51. Harrison, A. (1992). Just-in-Time: manufacturing in perspective. Prentice Hall.
52. Hernández, Y. (2010). *Tiempo perdido hasta el cemento lo llora*. Juventud Rebelde. La Habana, Cuba.
53. I. Giannoccaro, P. Pontrandolfo, B. S. (2003). A fuzzy echelon approach for inventory management in supply chains. *European Journal of Operational Research*, 149, 185–196.
54. Igor Lopes Martínez. (2013). *Modelo de Referencia para la evaluación de la gestión de inventarios en los sistemas logísticos*. Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría.
55. Javad Naderi, M. M. S. P. and S. A. T. (2016). Applications of Fuzzy Mathematical Programming Approaches in Supply Chain Planning Problems. *Studies in Fuzziness and Soft Computing*, 341.
56. Jiménez Sánchez, J. E., & Hernández García, S. (2002). MARCO CONCEPTUAL DE LA CADENA DE SUMINISTRO: UN NUEVO ENFOQUE LOGÍSTICO, 215.
57. Joy, T. L. (2014). *Modelo y procedimiento para el desarrollo de la gestión integrada de cadenas de suministros en Cuba*. Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría.
58. Julien, B. (1994). An extension to possibilistic linear programming. *Fuzzy Sets and Systems*, 64(2), 195–206.
59. Kempainen, K., & Vepsäläinen, A. (2003). "Trends in industrial supply chains and networks." *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 33.no.8, 701–719.
60. Klibi, W., Martel, A., Guitouni, A. (2010). The design of robust value-creating supply chain networks: a critical review. *Eur. J. Oper. Res*, 203(2), 283–293.
61. Kumar, M., Vrat, P., & Shankar, R. (2006). A fuzzy programming approach for vendor selection problem in a supply chain. *International Journal of Production Economics*, 101(2), 273–285.
62. Kumar, V., Prakash, Tiwari, M. K., & Chan, F. T. S. (2006). Stochastic make-to-stock inventory deployment problem: an endosymbiotic psychoclonal algorithm based approach. *International Journal of Production Research*, 44(11), 2245–2263.
63. Lambert, D. M. (2014). Supply Chain Management. In *Supply Chain Management: Processes, Partnerships, Performance*.
64. Lambert, D. M., & Cooper, M. C. (2000). "Issues in Supply Chain Management." *Industrial*

Marketing Management, vol 29, p.65-83.

65. Lao León, Y. O. (2013). *Procedimiento para el perfeccionamiento de las funciones de la administración de operaciones en la EMPA Holguín*.
66. Liang, T.-F. (2007). Applying fuzzy goal programming to production/transportation planning decisions in a supply chain. *International Journal of Systems Science*, 38(4), 293–304.
67. Liu, S.-T., & Kao, C. (2004). Solving fuzzy transportation problems based on extension principle. *European Journal of Operational Research*, 153(3), 661–674.
68. Locher, D. A. (2008). *Value Stream Mapping for Lean Development. A How-To Guide for Streamlining Time to Market*. (& C. P. T. & F. Group., Eds.) (ed. New Yo).
69. López, T., Orta, E., & Salgado, M. (2011). Análisis de la Distribución de la Literatura Docente en el sistema MES.
70. López Joy, T. (2014). *Modelo y procedimiento para el desarrollo de la gestión integrada de cadenas de suministro en Cuba*.
71. Lynch, J., & Whickerb, L. (2008). “Do logistics and marketing understand each other? An empirical investigation of the interface activities between logistics and marketing.” *International Journal of Logistics: Research and Applications*, vol 11, no., p.167–178.
72. M. Sakawa, I. Nishizaki, Y. U. (2001). Fuzzy programming and profit and cost allocation for a production and transportation problem. *European Journal of Operational Research*, 131, 1–15.
73. M.S. Fox, M. Barbuceanu, R. T. (2000). Agent-oriented supply-chain management. *International Journal of Flexible Manufacturing Systems*, 12, 165–188.
74. Mahmood Movahedipour, Mengke Yang, Jianqiu Zeng, Xiankang Wu, S. S. (2016). Optimization in Supply Chain Management, the Current State and Future Directions - A Systematic Review and Bibliometric Analysis. *Journal of Industrial Engineering and Management*, (2013–8423), 933–963.
75. Martínez, E. T. de las M. (2010). *Modelo y procedimiento para la gestión de la calidad integral en la cadena transfusional cubana*. Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas.
76. Mason-Jones, R., Towill, D. . (1998). Shrinking the supply chain uncertainty circle. *IOM Control*, 24(7), 17–22.
77. Masoumi, A. H., Yu, M., & Nagurney, A. (2012). *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*.
78. Mentzer, J. T., Dewitt, W., & Keebler, J. S. (2001). Journal of Business Logistics. *Journal of Business Logistics*, 22 no.2, 1–25.
79. Merencio, J. (2009). *Muebles Imperio pide madera*. Granma. La Habana, Cuba.
80. Mousazadeh, M., Torabi, S. A., & Pishvae, M. S. (2014). Green and reverse logistics management under fuzziness. In *Supply chain management under fuzziness* (pp. 607–637). Springer.
81. Mula, J., Poler, R., Garcia-Sabater, J. P. (2008). Capacity and material requirement planning modelling by comparing deterministic and fuzzy models. *Int. J. Prod. Res*, 46(20), 5589–5606.
82. Nogales González, R. (2007). “Cambio de concepto de Compras a Cadena de Suministros.” *Ciencias Holguín*, vol XIII,.
83. Pardillo, Y., Acevedo, J. A., & Gómez, M. I. (2010). La problemática de la empresa cubana actual desde la óptica de la Prensa Nacional.
84. Pardillo Baez, Y. (2011). “Cadena de suministro de aceite comestible.” *Nueva Empresa*, Vol. 7, no.
85. Pardillo Baez, Y. (2013). *Modelo de Diseño de Nodos de Integración en las Cadenas de Suministro*. Ciudad de La Habana, Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría.

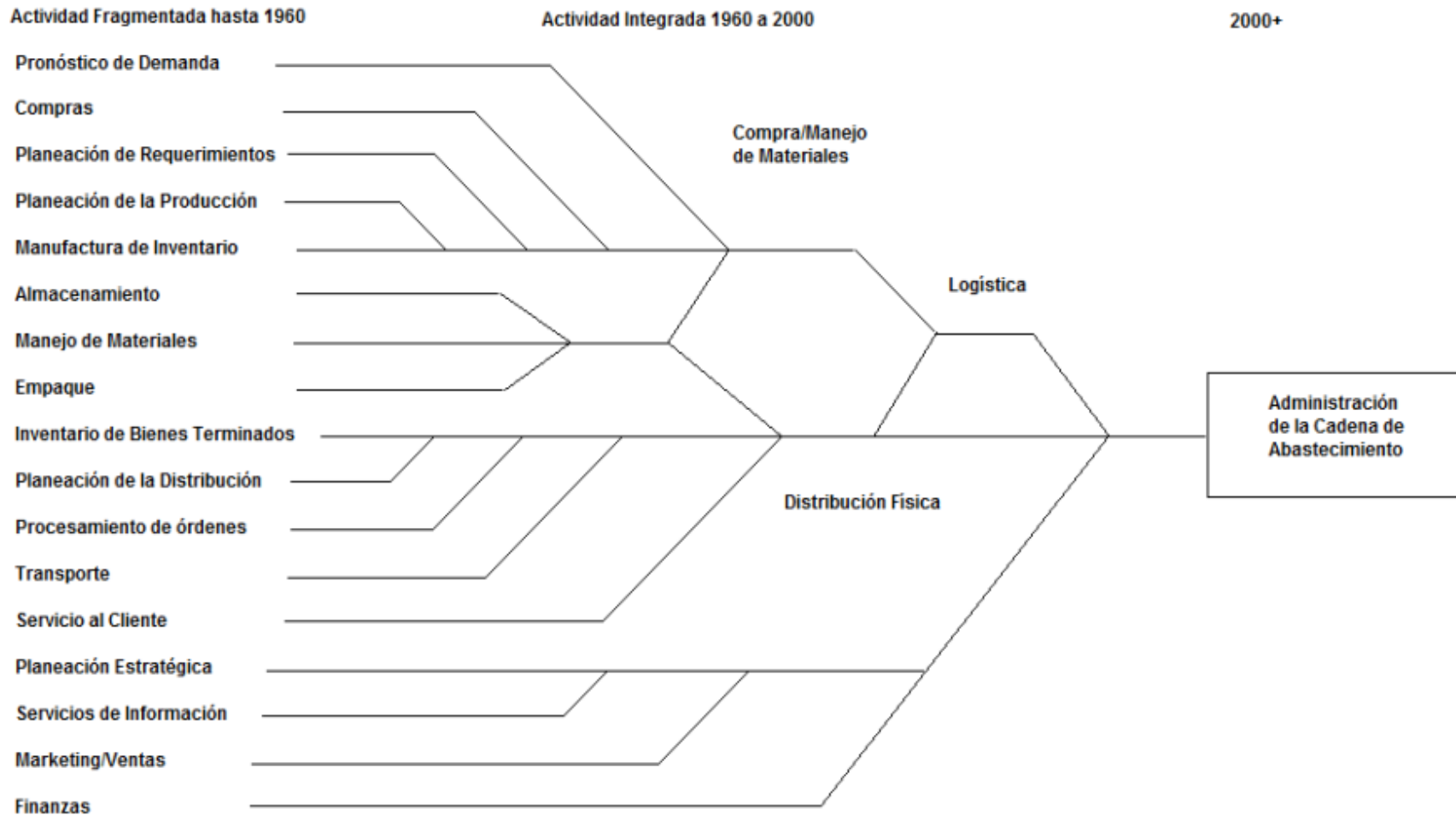
86. Peidro, D., Mula, J., Poler, R., & Lario, F. C. (2009). Quantitative models for supply planning under uncertainty: a review. *International Journal of Advanced Manufactured Technology*, 43(3-4), 400-420.
87. Peidro, D., Mula, J., & Verdegay, J. L. (2009). Fuzzy optimization for supply chain planning under supply, demand and process uncertainties. *Fuzzy Sets and Systems*, 160, 2640-2657.
88. Peña, V., Zumelzu, L., & Solis, E. (2006). La cadena de suministros y su evolución.
89. Peña Víctor, L. Z., & Solís I, E. (2006). La Cadena de Suministros y su Evolución.
90. Perez-Armayor, D. (2012). *Technology combinations decision model for supply chains information systems integration*. University of Oldenburg.
91. Pérez Campaña, M. (2005). *Contribución al control de gestión en elementos de la cadena de suministro. Modelo y procedimiento para organizaciones comercializadoras*. Universidad Central Marta Abreu Las Villas.
92. Petrovic, D., Roy, R., & Petrovic, R. (1998). Modelling and simulation of a supply chain in an uncertain environment. *European Journal of Operational Research*, 109(2), 299-309.
93. Piera, M. Á., Guasch, T., Casanovas, J., & Ramos, J. J. (2006). *Cómo mejorar la logística de su empresa mediante la simulación* (Ediciones). Madrid España.
94. Pishvaei, M. S., Jolai, F., & Razmi, J. (2009). A stochastic optimization model for integrated forward/reverse logistics network design. *Journal of Manufacturing Systems*, 28(4), 107-114.
95. R Keith, O., & D. Webber, M. (1982). *Supply Chain Management: Logistics Catches Up with strategy*. (Outlook, Ed.). London.
96. Rodríguez, G. y, & Delgado, Y. (2006). Análisis de la Cadena de Suministro del Aceite en Cuba. *13 Convención Científica de Ingeniería Y Arquitectura. IV Simposio Internacional de Ingeniería Industrial, Informática Y Afines. VII Taller Internacional de Logística*.
97. Rother, M., Shook, J., & Womack, J. (1999). *Observar para crear valor. Cartografía de la cadena de valor para agregar valor y eliminar "muda"*. Massachusetts, USA: The Lean Enterprise Institute.
98. S. Chanas, M. Delgado, J.L. Verdegay, M. A. V. (1993). Interval and fuzzy extensions of classical transportation problems. *Transportation Planning and Technology*, 17, 203-218.
99. Sánchez Urquiola, O. (2006). *Modelo para gestionar el cambio en el sistema cubano de distribución de combustibles*. Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría.
100. Shah, N. (2004). Pharmaceutical supply chains: key issues and strategies for optimisation. *Computers & Chemical Engineering*, 28(6-7), 929-941.
101. Shih, L. H. (1999). Cement transportation planning via fuzzy linear programming. *International Journal of Production Economics* 1, 58, 277-287.
102. Simchi-Levi, D., Bramel, J., & Chen, X. (2005). *The logic of logistics: theory, algorithms, and applications for logistics and supply chain management* (Springer), (978-3-872-2199-9), 85-96.
103. Simchi-Levi, D., Philip Kaminski, J., & Simchi-Levi, E. (2008). *Designing and Managing the Supply Chain: Concepts, Strategies, and Case Studies*. (McGraw-Hill, Ed.) (Third Edit). New York: Irwin.
104. Suárez, R. (2010). Los caminos del absurdo. *Granma*.
105. Suárez Acevedo, A. José Urquiaga Rodríguez, A. J., & Gómez Acosta, I. M. (2008). *Modelos y estrategias de desarrollo de la Logística y las Redes de Valor en el entorno de Cuba y Latinoamérica*.
106. Suárez Mella, R., Acevedo Suárez, J. A., & Collazo Labrador, A. (2001). *El Reto.GVC: Gestión de vitalidad en entornos competitivos*. (E. Ed. Academia., Ed.). La Habana, Cuba.
107. Suzuki. (1987). *The New Manufacturing Challenge: Techniques for Continuous*

Improvement.

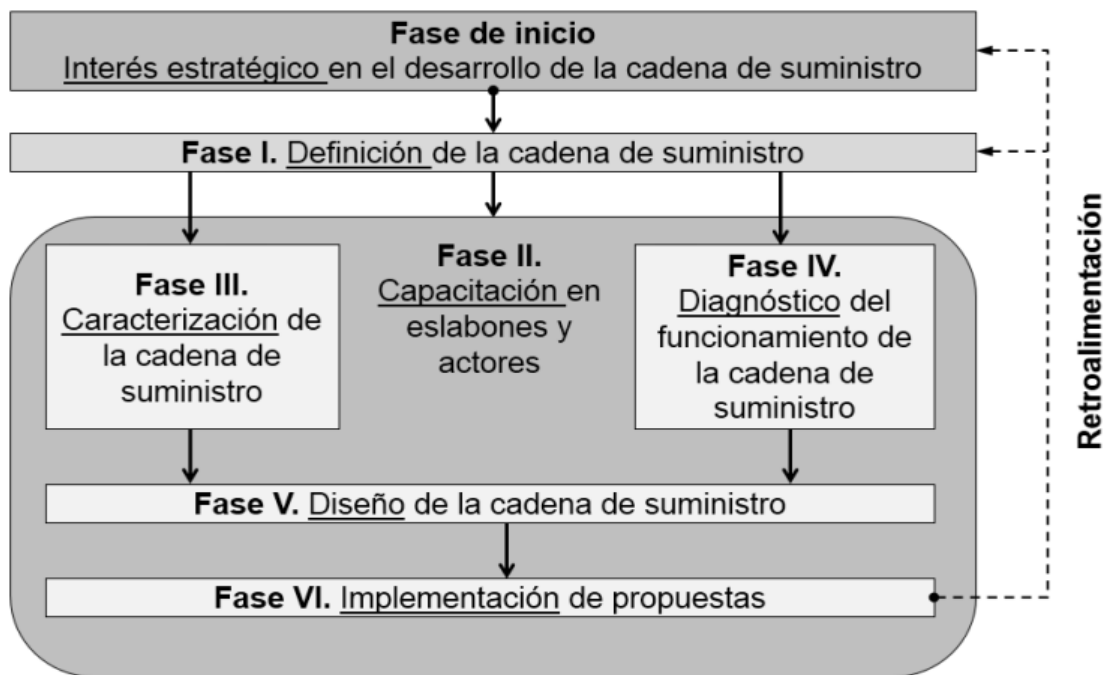
108. Tang, C. S. (2006). Perspectives in supply chain risk management. *International Journal of Production Economics*. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2005.12.006>
109. Torriente Jackson, M. (2013). "Diseño de la cadena de suministro de los productos alimenticios que demanda la dirección de alimentación de la Universidad Central de Las Villas." *Visión de Futuro*, vol 18. no.
110. Urquiaga, A. J. (1999). "Desarrollo del Modelo General de la Organización para el análisis y diseño de los Sistemas Logísticos ." Ciudad de La Habana, Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría.
111. Urquiaga, A. J. (2000). "Desarrollo del MGO para el análisis y diseño de los Sistemas Logísticos." *Revista de Ingeniería Industrial*, Vol. XXI, p.55-68.
112. Urquiaga, A. J., & Acevedo, J. . (2010). Modelo y estrategia de desarrollo de las Redes de Valor en Latinoamérica para competir exitosamente en entornos globales. *1ras. Jornadas de La Logística Boliviava*.
113. Vallet-Bellmunt, T. (2010). "Las relaciones en la cadena de suministro no son tan peligrosas." *Universia Business Review*, vol 2do, p.12-34.
114. Van der Vaart, J.T., De Vries, J., Wijngaard, J. (1996). Complexity and uncertainty of materials procurement in assembly situations. *Int. J. Prod. Econ.*, 46, 137–152.
115. Veloz, G. (2010). ¿Tradición o descontrol? *Granma*.
116. Wever, M., Wognum Petronella, Maria Trienekens, J. H., & Omta, S. W. F. (2012). Supply Chain-Wide Consequences of Transaction Risks and Their Contractual Solutions: Towards an Extended Transaction Cost Economics Framework. *Journal Oj Supply Chain Management*, 48(1), 73–91. <https://doi.org/1745-493x>
117. Y. Xie, D. Petrovic, K. B. (2006). A heuristic procedure for the two-level control of serial supply chains under fuzzy customer demand. *International Journal of Production Economics*, 102, 37–50.
118. Zimmermann, H.-J. (1975). Description and optimization of fuzzy systems. *International Journal of General System*, 2(1), 209–215.
119. Zimmermann, H.-J. (1978). Fuzzy programming and linear programming with several objective functions. *Fuzzy Sets and Systems*, 1(1), 45–55.

ANEXOS

Anexo 1 Evolución de la logística hasta la cadena de suministros (López, 2006)



Anexo 3 Procedimiento para la Gestión Integrada de Cadenas de Suministro MGICS (Joy, 2014).



Anexo 4 Encuesta de las variables de coordinación en la cadena de suministro

Evaluación de las variables de la interrelación con clientes y proveedores

Empresa: _____ REEUP _____

Principales producciones y servicios: _____

Sector: _____ OACE _____ Provincia: _____

Cantidad de trabajadores: _____ Valor de ventas anuales: _____ MP

Los 5 principales proveedores	Los 5 principales clientes
1	1
2	2
3	3
4	4
5	5

Valore en una escala de 1 a 5 (1 muy mal, 2 mal, 3 regular, 4 bien, 5 excelente) el impacto en la empresa analizada de las variables que caracterizan las relaciones con los proveedores y con los clientes:

Variable	Valoración de cada variable en las relaciones con:	
	Proveedores	Cientes
1.Capacidades		
2.Demanda		
3.Inventarios		
4.Disponibilidad		
5.Ciclos o plazos		
6.Costos		
7.Precios		
8.Tecnología		
9.Diseño del producto o servicio		
10.Volúmenes de las entregas		
11.Puntualidad de las entregas		
12.Calidad		
13.Inversiones		
14.Servicio al cliente		
15.Fiabilidad		
16.Financiamiento		
17.Pagos y cobros		
18.Consumo energético		
19.Retorno de medios unitarizadores de carga		
20.Retorno de productos rechazados		

Entrevistador: _____ Firma: _____ Fecha: _____