

FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL Y TURISMO  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**Modelación multicriterio de los  
recursos restrictivos en los sistemas  
logísticos. Caso: EMCOMED Holguín**

**Tesis presentada en opción al título de Ingeniero  
Industrial**

**Autor:** Joaquin José González Ricardo

**Tutor:** Prof. Asist., Yosvani Orlando Lao León, MSc.

**Holguín, 2015**

# *Pensamiento*

**"Si tú tienes una manzana y yo tengo una manzana e intercambiamos las manzanas, entonces tanto tú como yo seguiremos teniendo una manzana. Pero si tú tienes una idea y yo tengo una idea e intercambiamos ideas, entonces ambos tendremos dos ideas".**

**George Bernard Shaw**

# *Agradecimientos*

*Agradezco a todos aquellos que de una forma u otra me apoyaron durante mi carrera en especial a mi madre por alentarme día a día, a mi padre por todo el apoyo que me da, a mi tutor y amigo Yosvani Lao León por su dedicación durante estos cinco años, a Erlán por nunca estar ausente, a Patricia por su gran paciencia, a Oscar, Luis y Daniel, mis compañeros de equipo durante la carrera y a mi familia por creer en mí.*

# *Dedicatoria*

*A mis padres, las dos personas más importantes en mi  
vida.*

## **Resumen**

El siglo XXI impone nuevos retos al sector empresarial que demandan de este el logro de sus objetivos con mayor eficacia y eficiencia, como única solución para alcanzar la competitividad deseada. Ante esta condicionante, aún persisten insuficiencias que expresan la carencia latente en las empresas de perfeccionar su sistema logístico, afectado en la mayoría de las ocasiones por capacidades restrictivas de medios, insumos y recursos humanos.

En este sentido, en Cuba, uno de los sectores más representativos es la salud, la que muestra los mejores resultados, manifestados en la calidad de vida del pueblo cubano. En esta esfera, los medicamentos, al igual que el personal médico, tienen un papel protagónico. En el territorio holguinero, la entidad a cargo de la comercialización y distribución de estos medicamentos ha manifestado un conjunto de síntomas que atentan contra su adecuado desempeño. Esta investigación persigue como objetivo: perfeccionar a través de su aplicación el procedimiento para la modelación multicriterio de los recursos restrictivos en el sistema logístico de empresas comercializadoras en EMCOMED Holguín.

Como resultado de la investigación se identificaron los recursos que podrían convertirse en restricciones en el sistema logístico de la empresa y se propone el modelo multicriterio para los vehículos de transporte externo. En el transcurso de la investigación fue necesaria la utilización de métodos y técnicas como: análisis – síntesis, inductivo – deductivo, entrevistas informales, criterios de expertos, AHP de Saaty entre otras.

## **Abstract**

The 21st century imposes new challenges to the entrepreneurial sector, challenges that require from it higher efficacy and efficiency as the sole solution in order to achieve the desired competitiveness. In view of this requirement, some insufficiencies persist in the enterprises, which expresses the ongoing lack of a perfecting process of their logistic system, affected most times by restrictive capabilities of media, inputs and human resources.

Regarding this subject, one of the most representative sectors in Cuba is health care, which shows the best results, evidenced in the quality of life of the Cuban people. Both medicines and medical staff have a primary role in this scope. In the territory of Holguin, the entity in charge of the commercialization and distribution of these medicines has shown a group of symptoms that work against its proper performance. This investigation has, as a goal: to perfect, through its application, the procedure for the modeling of restrictive resources in the logistic system of commercialization enterprises in ENCOMED Holguin.

As a result of the investigation, the resources that could become restrictions in the logistic system of the enterprise were identified, and the multi-criteria model for the external transportation vehicles is proposed. In the course of the investigation, it was necessary the use of methods and techniques such as analysis-synthesis, inductive-deductive, informal interviews, expert criteria, Saaty's AHP, among others.

## Índice

	Pág.
Introducción.....	1
Capítulo I. Marco teórico-práctico referencial de la modelación multicriterio en los sistemas logísticos .....	6
1.1. Logística Empresarial. Evolución histórica .....	7
1.1.1. Cadenas de suministros .....	8
1.1.2. Encadenamiento productivo .....	10
1.1.3. Flujo material .....	12
1.1.4. El sistema logístico de las empresas comercializadoras.....	13
1.2. La modelación multicriterio de los recursos en el sistema logístico .....	15
1.2.1. Modelación multicriterio. Características, clasificación y aplicaciones .....	17
1.2.2. Los recursos restrictivos en el sistema logístico de empresas comercializadoras .....	19
1.3. Valoración de los enfoques que contribuyen a la gestión de los recursos restrictivos en los sistemas logísticos .....	20
1.4. Situación actual del sistema logístico de la Unidad Empresarial de Base Comercializadora y Distribuidora Mayorista de Medicamentos.....	25
Capítulo II. Procedimiento para la modelación multicriterio de los recursos restrictivos en el sistema logístico de empresas comercializadoras.....	28
Etapa I. Inicio .....	29
Paso 1. Listar los recursos que intervienen en el sistema logístico.....	29
Paso 2. Seleccionar los criterios .....	29
Etapa II. Implementación .....	29
Paso 3. Selección de los recursos y las variables para la modelación.....	30
Paso 4. Técnica para determinar la cantidad de recursos por subsistema .....	40
Capítulo III. Modelación de los recursos restrictivos en el sistema logístico de EMCOMED Holguín .....	42
Resultados de la aplicación del procedimiento para la modelación multicriterio de los recursos restrictivos en el sistema logístico de empresas comercializadoras.....	43
Etapa I. Inicio.....	43
Paso 1. Listar los recursos que intervienen en el sistema logístico .....	43
Paso 2. Seleccionar los criterios.....	44
Etapa II. Implementación.....	45
Paso 3. Selección de los recursos y las variables para la modelación .....	45
Paso 4. Técnica para determinar la cantidad de recursos por subsistema.....	53
Conclusiones.....	55
Recomendaciones.....	56
Bibliografía.....	57
Anexos	

## Índice de figuras

Figura 1.1. Estrategia seguida para la construcción del marco teórico-práctico referencial de la modelación multicriterio en los sistemas logísticos. ....	6
Figura 1.2. Estadios asociados al desarrollo de las cadenas productivas. ....	11
Figura 1.3. Sistema logístico de una empresa comercializadora. ....	15
Figura 1.4. Distribución de los recursos restrictivos por subsistema en una empresa comercializadora. ....	20
Figura 1.5. Investigaciones vs. Porcentaje de subsistema. ....	21
Figura 1.6. Porcentajes de tipos de modelación matemática por investigaciones. ....	21
Figura 1.7. Índice de satisfacción con la rapidez del servicio en Mayarí y Holguín. ....	27
Figura 1.8. Comportamiento de las reclamaciones en 2012-2014. ....	27
Figura 1.9. Principales causas de las reclamaciones. ....	28
Figura 2.1. Procedimiento para la modelación multicriterio de los recursos restrictivos en el sistema logístico de empresas comercializadoras. ....	30
Figura 2.2. Jerarquía de Saaty para la función multicriterio. ....	32
Figura 2.3. Algoritmo para la identificación de las variables que influyen en la capacidad del recurso de acuerdo al subsistema logístico que se encuentre. ....	38
Figura 2.4. Un algoritmo para decidir la técnica para determinar la cantidad de recursos. ....	41
Figura 3.1. Representación parcial del sistema logístico de EMCOMED Holguín. ....	43
Figura 3.2. Jerarquía de Saaty. ....	46
Figura 3.3. Pesos subjetivos obtenidos en el WinQSB 2.0. ....	50
Figura 3.4. Gráfico de Pareto. ....	52

## Índice de tablas

Tabla 1.1. Diferencias entre los sistemas logísticos de las empresas comercializadoras y productoras.....	14
Tabla 1.2. Comparación de los enfoques.....	23
Tabla 1.3. Comparación de las propuestas.....	25
Tabla 1.4. Estructura y tecnología de EMCOMED.....	26
Tabla 1.5. Características de los equipos de transporte.....	27
Tabla 2.1. Matriz de decisión para calificar los recursos por criterio.....	32
Tabla 2.2. Procedimientos para normalizar los resultados de la tabla 2.1.....	33
Tabla 2.3. Escala de evaluación de Saaty.....	34
Tabla 2.4. Valores del CIA en función del número de criterios.....	35
Tabla 2.5. Selección de los recursos para la modelación.....	37
Tabla 3.1. Listado de recursos.....	44
Tabla 3.2. Rangos.....	45
Tabla 3.3. Estadísticos de contraste.....	45
Tabla 3.6. Matriz de Saaty.....	47
Tabla 3.4. Medias.....	48
Tabla 3.5. Medias normalizadas.....	49
Tabla 3.7. Valores de $E_j$ , $D_j$ y $W_j^0$ .....	51
Tabla 3.8. Valor del peso para cada criterio.....	51
Tabla 3.9. Valor de la función multicriterio por recurso.....	51
Tabla 3.10. Variables para la modelación del recurso vehículos de transporte externo	53

## Introducción

La primera década del siglo XXI se ha caracterizado por un conjunto de procesos globales, los que han tenido un fuerte impacto en las organizaciones, estimulándolas a la búsqueda de nuevas estrategias de gestión (Puig Domínguez, 2012).

En el contexto actual, las empresas se encuentran presionadas para alcanzar sus metas con calidad, eficiencia y eficacia. Esta situación está condicionada por lo dinámico y complejo del ambiente en el cual estas se desenvuelven. La disponibilidad de los recursos, cada vez más escasos en la sociedad, las obliga a realizar un análisis y perfeccionamiento de su gestión empresarial. El funcionamiento y, por consiguiente, los resultados que se obtengan en una empresa, 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).

Existen insuficiencias que expresan la carencia latente en las empresas cubanas de perfeccionar su sistema logístico, afectado en la mayoría de las ocasiones por capacidades restrictivas de medios, insumos y recursos humanos. Según López Joy (2014) el sistema empresarial tiene como objetivo la satisfacción eficiente y eficaz de las demandas en los mercados a que se orienta. Sus resultados no dependen solo de su funcionamiento aislado, sino de la coordinación de los procesos en la cadena de suministro a la que pertenece para proveer de productos o servicios a los clientes finales.

En el marco empresarial es posible precisar la existencia de operaciones tales como: transportación, manejo de materiales, almacenamientos, servicio a los clientes, procesamiento del pedido de los clientes, compras, gestión de información, entre otras. Por otra parte, según dice Urquiaga Rodríguez (2000) y ratifican Acevedo Suárez y Gómez Acosta (2007), la gestión logística de una organización es "...la acción del colectivo laboral dirigida a garantizar las actividades de diseño y dirección de los flujos materiales, informativo y financiero desde su fuente de origen hasta sus destinos finales que deben ejecutarse de forma racional y coordinada con el objetivo de proveer al cliente los productos y servicios en la cantidad, calidad, plazos y lugar demandados con elevada competitividad y que garantice la preservación del medio ambiente". Por lo que

se puede plantear que las actividades antes relacionadas constituyen actividades logísticas.

En la actualidad existen varias definiciones cada vez más precisas y modernas de la logística como ciencia, además de enfoques e incluso filosofías, aportadas o divulgadas por diferentes instituciones y autores (Balloud, 1991; Centro Español de Logística, 1993; Christopher, 1994; Mosquera, 1994; Acevedo Suárez *et al.*, 1996; Cespón Castro y Auxiliadora Amador, 2003; Pérez López, 2004; Torres Gemeil *et al.*, 2007; Acevedo Suárez, 2008).

En este contexto surge la modelación matemática como una herramienta de gran utilidad, entendida en la bibliografía de modo general como “la actividad de construir modelos de sistemas complejos que permitan la predicción de procesos mediante un lenguaje matemático, para resolver a través de la práctica los problemas decisionales (Trujillo y Diaz Batista, 1983; Mariño Betancourt, 1997; González González, 2002; Planchart Márquez, 2005; MEN, 2006; Villa-Ochoa *et al.*, 2010; Salazar López, 2013)<sup>1</sup>, además un grupo de autores (Romero, 1993; Barba Romero y Pomerol, 1997; Marrero Delgado, 2001; Martínez Delgado, 2003; Garza Ríos y González Sánchez, 2004; Delgado Sobrino, 2009) que han desarrollado un paradigma alternativo al tradicional, que permite adaptar con mayor precisión los procesos reales de decisión: la modelación multicriterio.

En el proceso de ayuda a la toma de decisiones logísticas, tradicionalmente, se han empleado técnicas de modelación matemática (programación lineal, transporte, redes, etc.) carentes de una verdadera modelación de las preferencias del decisor. Esta dificultad hace que las técnicas existentes no satisfagan las expectativas de los logísticos, que en muchos casos, desisten de su aplicación. El presente problema decisional presente tanto en el campo de la logística como en otros campos de las ciencias, ha provocado el surgimiento de un nuevo paradigma: el multicriterio. En este contexto de la logística como “...ciencia (y el arte) de que los productos adecuados lleguen al lugar adecuado, en la cantidad adecuada, en el momento adecuado para satisfacer las demandas del cliente y donde la modelación multicriterio se ha convertido

---

<sup>1</sup> MEN (Ministerio de Educación Nacional) Colombia.

en una potente herramienta para la ayuda a la toma de decisiones logísticas, principalmente en el modelado de los recursos para mejorar su eficiencia y eficacia (Marrero Delgado, 2001).

La Unidad Empresarial de Base Comercializadora y Distribuidora Mayorista de Medicamentos (UEB Holguín), domicilio legal en Vía de acceso a la Loma del Frayle No. 8 y Carretera Central Holguín; subordinada a la Empresa EMCOMED, se dedica el almacenamiento, distribución y comercialización mayorista a las entidades de salud, FAR, MININT y otras empresas, medicamentos de producción nacional e importados, materias primas, reactivos químicos, medios de diagnóstico, artículos ópticos, dentales, productos químicos, material higiénico sanitario, suplementos nutricionales, narcóticos, alcohol de uso médico, material para banco de sangre y recientemente incorporados, productos asépticos y utensilios médicos de uso domiciliario. Independientemente a las condiciones de infraestructura garantizadas en la entidad, existen recursos que por diferentes conceptos constituyen restricciones para el correcto funcionamiento de la actividad comercial. En consulta de investigaciones precedentes realizadas en la entidad (Guzmán Hernández, 2014; Rodríguez Toledo, 2014) y documentos oficiales relacionados con los resultados de la entidad, se comprobaron un conjunto de deficiencias relacionadas con:

- ✓ Existencia de limitaciones en los recursos y medios disponibles en la entidad
- ✓ Persisten los retrasos en la distribución de los medicamentos destinados a Mayarí y Holguín
- ✓ Los clientes se quejan de la calidad de los productos lo que refleja un bajo nivel de servicio al cliente por parte de la entidad.

A partir de esta situación se reconoce la necesidad de infringir un enfoque multicriterio a la modelación de los recursos restrictivos en el sistema logístico de EMCOMED Holguín, lo que constituye el **problema científico** a resolver en esta investigación.

Se seleccionó como **objeto de investigación**: el sistema logístico de las empresas comercializadoras. Definiéndose como **objetivo general** de la investigación: perfeccionar a través de su aplicación el procedimiento para la modelación multicriterio de los recursos restrictivos en el sistema logístico de empresas comercializadoras en

EMCOMED Holguín. Para su cumplimiento se establecieron los **objetivos específicos** siguientes:

1. Construir el marco teórico – referencial de la investigación a partir del surgimiento, desarrollo y tendencias actuales sobre los sistemas logísticos, sus particularidades en empresas comercializadoras. modelación multicriterio, sus fundamentos, su papel en los sistemas logísticos, así como, los criterios utilizados para la clasificación y selección de los recursos, el estado actual de la modelación matemática en los sistemas logísticos y la necesidad del empleo de esta herramienta en su gestión.
2. Perfeccionar el procedimiento para la modelación multicriterio de los recursos restrictivos que intervienen en los sistemas logísticos de las empresas comercializadoras.
3. Aplicar el procedimiento en la entidad objeto de estudio.

En correspondencia con estos se sintetiza el **campo de acción** en: la modelación multicriterio de los recursos restrictivos en el sistema logístico de empresas comercializadoras. Para la que se propone como **hipótesis de investigación** la siguiente: la aplicación del procedimiento para la modelación multicriterio de los recursos restrictivos que intervienen en los sistemas logísticos de las empresas comercializadoras, permitirá identificar el (los) recurso (s) restrictivo (s) en cada subsistema del sistema logístico en EMCOMED Holguín y en su comparación la (s) restricción (es) del sistema.

En el desarrollo de la investigación se utilizaron métodos teóricos y empíricos, apoyados en un conjunto de técnicas y herramientas:

Análisis y síntesis: mediante la revisión de literatura y documentación especializada, así como de la experiencia teórica y práctica de especialistas consultados.

Inductivo-deductivo: pues se parte de propósitos particulares para llegar a los generales y viceversa, específicamente se utilizó para diagnosticar la situación actual de la modelación multicriterio de los recursos restrictivos en el sistema logístico de empresas comercializadoras, y la mejora del procedimiento para la modelación multicriterio de los recursos restrictivos en los sistemas logísticos, específicamente en los algoritmos.

Sistémico estructural: para el desarrollo del análisis del sistema logístico de las empresas comercializadoras y la modelación multicriterio de los recursos restrictivos en el sistema logístico de estas, a través de su descomposición en los elementos que lo integran, identificándose las variables que más inciden y su interrelación, como resultado de un proceso de síntesis.

Métodos matemáticos: los métodos estadísticos no paramétricos para las pruebas de hipótesis formuladas al validar criterios de expertos, el método AHP de Saaty, el método de Saaty, el método de Entropía, la programación entera y por metas.

Métodos estadísticos: para el análisis de los enfoques de la investigación de operaciones, modelación matemática, logística y recursos disponibles en la literatura y el análisis de conglomerado.

En su presentación, esta tesis se estructuró de la forma siguiente: Introducción, Capítulo I, que contiene el marco teórico práctico-referencial que sustentó la investigación; Capítulo II, en el cual se describe el procedimiento contextualizado; Capítulo III, donde se realiza la Modelación de los recursos restrictivos en el sistema logístico de EMCOMED Holguín; un conjunto de conclusiones y recomendaciones emanadas de la investigación; la bibliografía consultada y por último, un conjunto de anexos, como complemento de la investigación realizada.

## Capítulo I. Marco teórico-práctico referencial de la modelación multicriterio en los sistemas logísticos

El estudio bibliográfico realizado en esta investigación estuvo dirigido a desarrollar un análisis del “estado del arte” sobre el sistema logístico de las empresas comercializadoras y la modelación multicriterio de los recursos restrictivos en este, cuyo resultado se representa en la figura 1.1. Se aborda la definición y evolución de la logística empresarial; posteriormente se analizan elementos novedosos de las cadenas de suministros, los encadenamientos productivos y el flujo material, constituye este último el foco de la investigación; se continúa con el análisis del sistema logístico en empresas comercializadoras; paralelamente se desarrolla el análisis del enfoque de la modelación multicriterio en la logística y se enfatiza en sus características, clasificación y ventajas, su utilidad en la identificación de los recursos restrictivos en el sistema logístico de empresas comercializadoras, además de los enfoques y metodologías que contribuyen a la modelación de dichos recursos en las empresas comercializadoras. Por último se caracteriza el estado actual de los recursos restrictivos en el sistema logístico de la Unidad Empresarial de Base Comercializadora y Distribuidora Mayorista de Medicamentos (UEB Holguín).

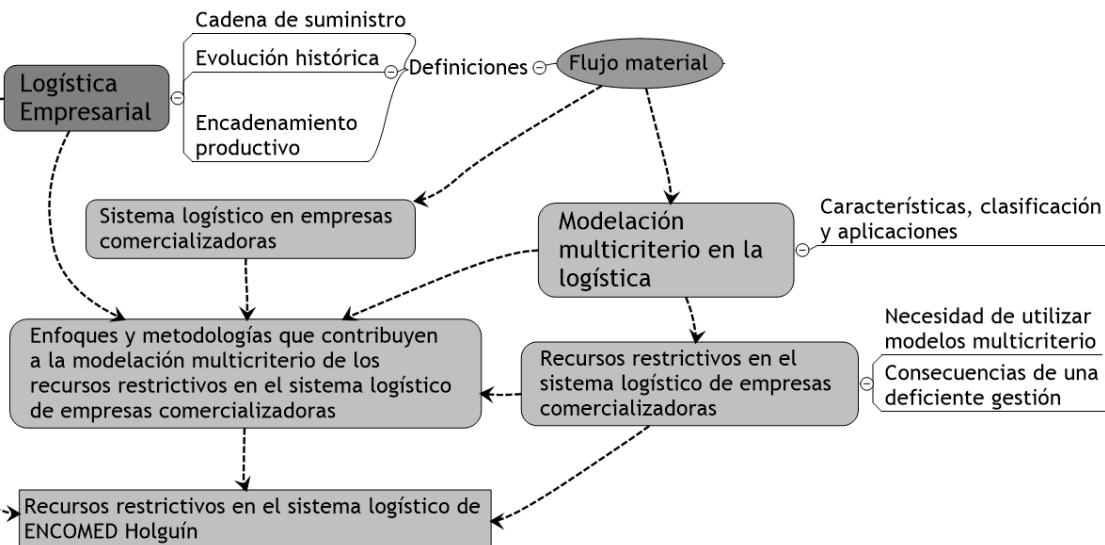


Figura 1.1. Estrategia seguida para la construcción del marco teórico-práctico referencial de la modelación multicriterio en los sistemas logísticos.

## 1.1. Logística Empresarial. Evolución histórica

La gestión logística, como generalidad, se encarga de garantizar el flujo de recursos a lo largo de todo el proceso productivo desde los proveedores hasta el mercado. Por tanto es correcto afirmar que esta constituye el centro de circulación material de la vida empresarial (Vega de la Cruz, 2014).

La consulta de los criterios de un grupo de teóricos en la materia reafirma el análisis anterior y evidencia cómo el alcance del concepto de logística empresarial ha evolucionado en el tiempo (Balloud, 1991; Christopher, 1994; Mosquera, 1994; Acevedo Suárez *et al.*, 1996; Urquiaga Rodríguez, 2000; Acevedo Suárez y Gómez Acosta, 2001; Cespón Castro y Auxiliadora Amador, 2003; Pérez López, 2004; Boubeta, 2007; Torres Gemeil *et al.*, 2007; Acevedo Suárez, 2008) lo que evidencia su evolución como sistema e integración (anexo 1).

De acuerdo con el Council of Supply Chain Management Professionals (2012) la logística es “el proceso de planeación, implementación y control, de manera eficiente y efectiva, del flujo y almacenaje de bienes y servicios, así como de la información relacionada, desde el punto de origen hasta el punto de consumo con el propósito de responder a los requerimientos de los clientes”.<sup>2</sup> A partir de los objetivos de esta investigación y por la integralidad que supone en su concepción, se adopta la definición enunciada por Urquiaga Rodríguez (2000) y ratificada por Acevedo Suárez y Gómez Acosta (2007): “es el conjunto de acciones del colectivo laboral dirigida a garantizar las actividades de diseño, dirección y ejecución de los flujos materiales, informativos y financiero, desde sus fuentes de origen hasta sus destinos finales, que deben ejecutarse de forma racional y coordinada con el objetivo de proveer a los clientes de los productos y servicios en la cantidad, calidad, plazos y lugar demandados, con elevada competitividad y que garantice la preservación del medio ambiente.”

El autor considera que la evolución de la logística debe observarse paralelamente en su contexto internacional y nacional, pues aunque existe una estrecha relación dependiente, este último le imprime características autóctonas fruto de su desarrollo socioeconómico y político. A la vez coincide con las cinco etapas definidas por Acevedo

---

<sup>2</sup>Agenda de Competitividad en Logística 2008-2012 México.

Suárez y Gómez Acosta (2010), la primera de ellas desde principios del siglo XX hasta la década del 60, en la que se considera que inicia la concepción logística en las empresas, matizada por las actividades de transporte, almacenamiento y ventas; posteriormente de la etapa (1960-1980) donde se produce un desarrollo notable de esta al identificar los subsistemas: aprovisionamiento, transformación y distribución; luego en el periodo (1980-1990) surge un conjunto de cambios en la concepción de la red logística de Aprovisionamiento a la Distribución. Los inicios del siglo XXI (2000) traen consigo la noción de Cadenas de Suministros, al darse las condiciones ideales para su gestión y a partir de 2010 hasta la actualidad, donde se habla de una Gestión logística global al concebirse que los Sistemas Logísticos deban expandirse a través de encadenamientos productivos y las condiciones actuales del entorno socioeconómico. En el caso de Cuba el autor coincide con Torres Gemeil *et al.* (2007) en las cinco etapas definidas. Este plantea que a lo largo de su evolución, la logística cubana fue influenciada por su economía dependiente y el bloqueo económico al que es sometida desde el inicio de los 60, no obstante estos factores a la vez han repercutido en su desarrollo a lo largo de su evolución. Desde la década de los 80's se ha profundizado la tendencia de la gestión integrada de la logística a través de la disciplina de gestión de la cadena de suministro. Un estudio reciente (Acevedo Urquiaga, 2013) considera que la integración es necesaria para que cualquier negocio perdure, lo determinante es, que incluso con mecanismos sencillos se garanticen los beneficios de la integración de la cadena de suministros.

### **1.1.1. Cadenas de suministros**

Mangan *et al.* (2008) y Reyes Aguilar (2009) señalan que son las cadenas de suministros coordinadas las que compiten, y no las empresas y productos de forma individual. Según Antún (2002) y Ballesteros Riveros y Ballesteros Silva (2004) todas las empresas están en una o varias cadenas de suministro, dado que no son autosuficientes en un mercado cada vez más especializado; y de su gestión, depende el éxito empresarial en un ambiente altamente competitivo.

El autor al sumarse a Soret los Sants (2006), Anaya Tejero y Polanco Martín (2007) y Sánchez Gómez (2008), reconoce la necesidad de cambiar la visión de la empresa como un ente aislado y evolucionar al enfoque de cadenas de suministros. Lario

Esteban y Vicens Salort (2006), afirman que en un futuro próximo, tanto las oportunidades de negocio como la competencia, no serán entre firmas individuales sino entre redes de suministros. Acevedo Suárez *et al.* (2006), enfatiza que las empresas pueden actuar en mercados más globalizados con una competencia también globalizada si se basan en cadenas de suministros altamente integradas sobre modelos de conocimientos propios y competitivos.

Según Correa y Gómez (2008) la cadena de suministro se ha convertido en un concepto fundamental para que las empresas mejoren las relaciones con los clientes y proveedores, y a su vez alcancen ventaja competitiva. Según criterio del autor, Sánchez Gómez (2008) corrobora la idea, al plantear que las empresas son conscientes de que no basta con hacer bien un producto para satisfacer al cliente, sino que necesita que ese producto pase por procesos de excelencia a lo largo de toda la cadena de suministro.

El elemento más destacado por los autores, hace mención al enfoque de la cadena como red de empresas o conjunto de organizaciones que se relacionan; sobre lo cual el autor considera que debe haber un cambio de mentalidad, y resalta el concepto de Blanchard (2010), quien da un enfoque de la cadena como secuencia de eventos. La red de valor es una etapa superior de desarrollo en las cadenas de suministros (Acevedo Suárez, 2008) y al conceptualizarla hace mención a una red integrada de procesos de agregación de valor desde el proveedor primario hasta el consumidor. En un estudio más reciente 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 objeto de satisfacer las demandas de los clientes de manera eficiente, eficaz y competitiva, y considerar la adecuada preservación y mejoramiento del medio ambiente, concepto con el que el autor de la investigación coincide.

Según el Manual Práctico de Logística (2011), la cadena de suministro propone la integración y coordinación de las actividades y procesos internos de la empresa con los procesos externos, para alcanzar un mejor aprovechamiento de los recursos y minimizar costos de operación, el autor apoya la afirmación de que el logro de este

objetivo es posible con la gestión integrada de la cadena de suministro, no obstante considera que al ser una cadena tan fuerte, como lo es su eslabón más débil se deben gestionar adecuadamente los recursos disponibles en los sistemas logísticos integrantes de la cadena de suministros para garantizar el balance de esta.

### **1.1.2. Encadenamiento productivo**

Los encadenamientos productivos son considerados objeto de intervención de la acción reguladora estatal enfocada al desarrollo económico, lo cual responde a la necesidad de articular acciones de cooperación con las empresas y las organizaciones superiores para generar ventajas competitivas en los mercados (López Joy, 2014).

La tendencia en el mundo empresarial de materializar la integración a través de la aplicación de conceptos y técnicas basados en cadenas productivas, de suministro y, en la última década, las redes de valor, se manifiesta de forma creciente (Imoh, 2010). Alrededor de dicha temática es posible encontrar el análisis de estos encadenamientos al emplear herramientas metodológicas que guían la definición, diagnóstico, análisis y propuestas para mejorar el desempeño de un negocio visto desde la cadena que conforma.

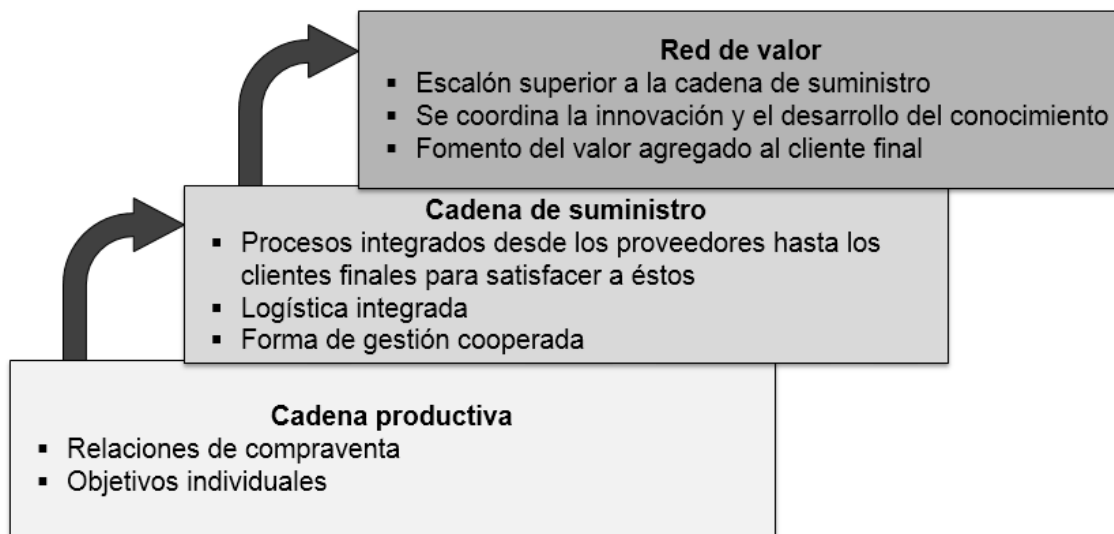
La cooperación se define como las relaciones de colaboración multifacética (I+D+i, económica, ambiental, financiera, productiva) que de forma estable y a largo plazo establecen autónomamente distintos actores económicos para obtener resultados finales conjuntos de alto valor agregado para beneficio de la economía nacional al compartir riesgos y beneficios, en el marco de relaciones monetario-mercantiles (López Joy, 2014).

La cooperación interempresarial puede desarrollarse en diferentes espacios y su importancia radica en la obtención de resultados conjuntos más eficientes y eficaces para las empresas y más efectivos para los clientes finales (Bäckstrand, 2007; Arango *et al.*, 2008; Sablón Cossío, 2014).

A nivel empresarial la cooperación interna constituye la base de la coordinación elemental de los flujos de una entidad (Thomas y Griffin, 1996). El Perfeccionamiento Empresarial en el Decreto 281/2007 enfatiza solo en este espacio de cooperación (Consejo de Ministros, 2007; MEP, 2013). Entre entidades, la cooperación ramal es posible. El intercambio tiene en cuenta la necesidad de complementar tecnologías y

capacidades. A niveles territoriales resulta eficiente el uso compartido de recursos emplazados en el mismo, así como de zonas logísticas y mercados mayoristas. La cooperación en las formas de gestión, estatales y no estatales, se expresa en la complementación de objetivos, estrategias y procesos. A nivel de encadenamientos económicos multiempresas, las cadenas amplían las relaciones simples de compraventa entre entidades a la gestión de una red de procesos en función de cumplir las demandas de los clientes finales (Jiménez Sánchez y Hernández García, 2002).

Las cadenas en particular se caracterizan como formas de cooperación descentralizadas (Anaya Tejero y Polanco Martín, 2007), y los estadios asociados a su desarrollo se muestran en la figura 1.2 y pueden definirse como:



**Figura 1.2. Estadios asociados al desarrollo de las cadenas productivas.**

**Fuente: López Joy (2014).**

- ✓ Cadena productiva. Es el conjunto de actividades relacionadas técnica y económicamente de todos los agentes que participan en la producción, transformación, comercialización y distribución de un producto y sus componentes (López Joy, 2014). Esto se realiza básicamente mediante operaciones de compraventa donde cada agente fija los objetivos en sus resultados individuales (Gareffi, 2001; Isaza Castro, 2002)
- ✓ Cadena de suministro. Es una red de procesos y entidades, de una cadena productiva y más allá de ella, que integran sus actividades y flujos desde los mercados mayoristas de aprovisionamiento o desde los proveedores hasta los

clientes finales para satisfacer a éstos, y comparten riesgos y beneficios. Es una forma de gestión cooperada y descentralizada de la base productiva y de servicios (Pardillo Baez, 2013)

- ✓ Red de valor. Es el escalón superior de la cadena de suministro cuando se coordina la innovación y el desarrollo del conocimiento para el fomento sistemático del valor agregado al cliente final (López Joy, 2014).

Los polos de desarrollo se enfocan a potenciar las capacidades productivas que sean competitivas como parte de la estrategia de desarrollo del país. De manera que la cooperación se manifiesta en la combinación de estos espacios según las condiciones y las capacidades de actuación de las empresas.

Las cadenas de suministro trascienden las relaciones de compraventa que rigen de forma inherente las cadenas productivas; como forma de gestión cooperada constituye un salto fundamental para mejorar los resultados empresariales (Wisner *et al.*, 2008). El avance en la cooperación para el desarrollo empresarial y de sus relaciones hasta los clientes finales, se concreta en la aplicación del concepto de cadena de suministro (Frazelle, 2002; Handfield *et al.*, 2002; Chopra y Meindl, 2009). La gestión como cadenas de suministro y no como entidades aisladas es resultado de estrategias conjuntas de un grupo de entidades que reconoce en la demanda de sus clientes finales la verdadera fuente de recursos para la sostenibilidad del negocio, (Stadtler y Kilger, 2008; Blanchard, 2010; López Joy, 2014) es por esto que se considera el estadio que propicia el salto al desarrollo de los encadenamientos productivos.

### **1.1.3. Flujo material**

La definición realizada por Deutsche Bundestag (1994) y Xu Shoubo (2008) del flujo material como un fenómeno de interrelación de las dimensiones técnicas-económicas y socio-ambientales, favorece, a juicio del autor, la aplicación del análisis sistémico y crea un enfoque integral en la gestión. La perspectiva tradicional sólo tiene en cuenta la optimización de entradas y salidas a la empresa, mientras que la nueva aporta un tratamiento como sistema de valor ecológico.

Se debe tener en cuenta que el tratamiento de los residuos y el flujo de retorno forman parte de la gestión del flujo material (Urquiaga Rodríguez, 2000; Acevedo Suárez y Gómez Acosta, 2010) y que el diseño del flujo material debe tener en cuenta también el

flujo de retorno como parte de un diseño integral. Además, de la ampliación del flujo material a un contexto social y ambiental, se puede desprender el tratamiento de un nuevo flujo como componente del flujo material: el flujo energético. El tratamiento de la energía a lo largo del ciclo logístico contribuye al manejo integral de este preciado recurso y los efectos de contaminación que se ejercen sobre el entorno como parte de su dimensión ambiental.

La gestión exitosa del flujo material vincula el análisis estructural del flujo con los datos disponibles en los sistemas de información, lo que enlaza la gestión de ambos flujos (Wagner y Enzler, 2006). Por consiguiente, gestionar el flujo material conlleva la creación de conexiones para la comunicación suficiente entre los interesados, de ahí la vinculación directa que se establece con el flujo informativo. El autor de la investigación reconoce la estrecha relación existente entre el flujo material y los flujos informativo, financiero y energético; a la vez que mantiene la posición de que este constituye la espina dorsal del sistema logístico, por lo que una acertada gestión de los recursos que en él se manejan, garantiza el logro eficiente y eficaz de los objetivos trazados para el sistema logístico.

#### **1.1.4. El sistema logístico de las empresas comercializadoras**

Según Martínez (2013) una empresa comercial o comercializadora, es intermediaria entre productor y consumidor; su función primordial es la compra/venta de productos terminados. Las empresas comerciales compran una mercancía que luego venden generalmente a un precio superior, pero sin haberle efectuado ninguna transformación sustancial. Los productos que compra ya están terminados y en igual forma los venden luego a los consumidores sin variaciones de fondo, excepción hecha quizás de modificaciones menores en los empaques y otras por el estilo. Estas pueden clasificarse según la magnitud de su gestión en:

- ✓ Mayoristas: este tipo de empresas adquiere bienes, mercancías o productos en grandes cantidades para distribuirlos entre las empresas minoristas, también a otras mayoristas pero a gran escala
- ✓ Minoristas (detallistas): son las que venden sus productos a una escala menor que las mayoristas, normalmente al consumidor final del producto

- ✓ Comisionistas: se encargan de vender los productos que no son suyos a cambio de una comisión.

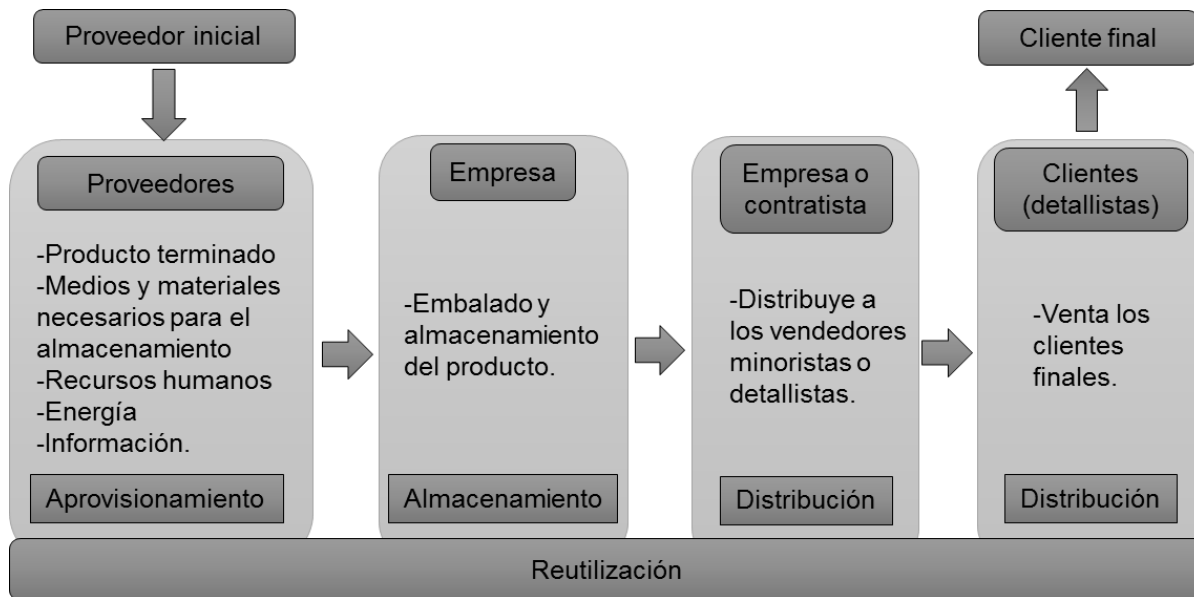
De igual forma estas empresas poseen características distintivas que las diferencian de las empresas productivas, en la tabla 1.1 se presenta un resumen de las principales diferencias entre los sistemas logísticos de cada una.

**Tabla 1.1. Diferencias entre los sistemas logísticos de las empresas comercializadoras y productoras**

<b>Comercializadora</b>	<b>Productora</b>
Pronóstico de la demanda	Pronóstico de la demanda
Sistemas de pedidos (tamaño)	Sistemas de pedidos
Compras de producto terminado, técnicas de dimensionar	Compra de insumos, técnicas de dimensionar
Almacenamiento -recibo de mercancía -almacenamiento -embalaje -despacho.	Almacenamiento de materia prima
Comercialización de ventas	Movimiento de materiales
Transporte	Planeación de la producción
Servicio al cliente	Almacenamiento de producto terminados
	Comercialización producto
	Transporte
	Servicio al cliente

A partir de estas diferencias, es lógico pensar que el sistema logístico en una empresa comercializadora adquiere rasgos propios en este tipo de entidad, si se considera que su desarrollo demanda de un diseño diferente. Cuando se piensa en un sistema logístico una de las primeras ideas que surge es la de los cuatro subsistemas que lo conforman (aprovisionamiento, producción, distribución y reutilización), Gómez Acosta *et al.* (2015) lo define como el conjunto de procesos y actividades (de una o varias entidades) que se integran, coordinan y sincronizan para satisfacer con un servicio a los clientes, a la vez que asegura cantidad, calidad, tiempo, lugar, costo y variedad demandados, criterio con el que el autor concuerda y hace la salvedad de que a los efectos de esta investigación el subsistema de producción es sustituido por la actividad de almacenamiento pues es esta, la actividad fundamental desarrollada por las

empresas comercializadoras, por lo que el autor muestra en la figura 1.3 una referencia a su concepción del sistema logístico en una empresa comercializadora.



**Figura 1.3. Sistema logístico de una empresa comercializadora.**

Derivado de la estructura mostrada en la figura 1.3 se concluye que existen condiciones como: la diversidad de naturalezas de las decisiones, la variedad de recursos que se gestionan, la necesidad de reducir al máximo los costos en que se incurre y los tiempos que alargan el ciclo logístico, que se desarrollan en el sistema logístico de una empresa comercializadora que demandan la utilización de métodos y técnicas que permitan la optimización del proceso de toma de decisiones.

## 1.2. La modelación multicriterio de los recursos en el sistema logístico

Uno de los problemas que con mayor frecuencia se presenta en la alta gerencia de las organizaciones y que ejerce significativa influencia en el costo total, al ser un factor que incide en la elevación de la competitividad, es el referido al diseño y operación del sistema logístico de la empresa. En dichos sistemas, como es ampliamente conocido, la complejidad del proceso de toma de decisiones será proporcional al volumen de variables que intervienen y al sistema informativo que lo sustenta, por lo que se constituyen en fuertes candidatos para la experimentación de técnicas de nueva generación, flexibles y abarcadoras de opiniones, que derivan en soluciones integradoras (Marrero Delgado, 2001).

Al tener en cuenta lo planteado por el autor, se reconocen las amplias oportunidades de aplicación de la modelación multicriterio en la logística como filosofía pero más aún en el sistema logístico, fruto de la diversidad de naturalezas que remanifiestan en el proceso de toma de decisiones. A continuación se destacan las principales áreas de un sistema logístico que demandan de la aplicación de la modelación multicriterio.

**-Selección de materias primas y materiales:** en el caso de que estas estén disponibles en diferentes mercados, se atiende a criterios como precios y calidad y cercanía

**-Selección de proveedores:** dada la diversidad de posibles proveedores se hace necesaria la ponderación de sus posiciones para su jerarquización, esto se puede realizar por criterios como el poder de negociación y atractivo de las propuestas de estos

**-Pronóstico de demanda:** se pueden utilizar en diferentes momentos, primeramente para la selección del propio método de pronóstico de acuerdo con las características del objeto a pronosticar y un segundo momento se daría en la ponderación de las variables que influyen en el pronóstico

**-Asignación de recursos:** en la selección del recurso que se debe asignar a una tarea/área en específico según sus características y de los recursos con los que se cuenta

**-Diseño de recorridos del producto en las áreas de trabajo:** en esta área el diseño de los recorridos óptimos elimina las pérdidas de tiempo que aparecen cuando el producto sufre desplazamientos innecesarios

**-Localización de almacenes:** la selección de la ubicación óptima para un almacén, ya sea al momento de decidir su ubicación geográfica o la posición que tendrá en la fábrica, garantiza una óptima explotación de este

**-Distribución en planta de las estaciones de trabajo:** al momento de realizar la distribución en planta de las estaciones de trabajo surgen criterios como la posición que tendrá una respecto a las demás, de forma que se facilite la realización de las distintas operaciones sin cruces en los flujos transporte o paradas innecesarias

**-Selección de equipos:** cuando se selecciona un vehículo para la transportación, se tienen en cuenta criterios como su consumo de combustible, velocidad técnica, capacidad de carga o distancia a recorrer

**-Selección y diseño de rutas de distribución:** en la selección de alternativas de rutas, se tienen en cuenta distancias a recorrer, número de clientes, cantidad de vehículos

**-Selección de destinos y cantidades a enviar:** cuando es necesario tomar decisiones relacionadas con qué cliente se atenderá primero o la cantidad óptima a enviar a cada destino en caso de que no sea posible cumplir con el total de la demanda.

### **1.2.1. Modelación multicriterio. Características, clasificación y aplicaciones**

En la vida cotidiana como en las organizaciones, las personas se enfrentan a difíciles decisiones fruto de la necesidad de cubrir varios imperativos; el decisor se encuentra en disposición de escoger entre varias posibilidades, denominadas alternativas, el conjunto de las cuales constituye el llamado conjunto de elección. Para escoger en este conjunto, el decisor tiene diversos puntos de vista, denominados criterios. Estos criterios son, parcialmente, contradictorios en el sentido de que si el decisor adopta uno de dichos puntos de vista, por ejemplo la minimización del costo, no escogerá la misma alternativa que si se basa en otro criterio, por ejemplo el de mayor productividad (Vega de la Cruz, 2014).

Independientemente de la creciente necesidad de aplicación de las técnicas matemáticas en el ámbito empresarial, aún existen limitaciones en la introducción de dichas técnicas en la práctica, y se reduce su tratamiento en el contexto universitario (Acevedo Suárez y Gómez Acosta, 2001; Marrero Delgado, 2001; Martínez Delgado, 2003; Garza Ríos y González Sánchez, 2004; Delgado Sobrino, 2009; Villa-Ochoa, 2009; Acevedo Urquiaga, 2013; Lao León, 2013; Pardillo Baez, 2013).

Varios autores, fundamentalmente del campo de la investigación de operaciones como: Saaty (1994), Barba Romero y Pomerol (1997) y Cruz (2009), en el ámbito internacional y en Cuba por: Martínez Delgado y Rodríguez (1996), Arzola Ruiz (2000), Marrero Delgado (2001), Martínez Delgado (2003), Garza Ríos y González Sánchez (2004) y Delgado Sobrino (2009) han desarrollado un paradigma alternativo al tradicional, que permite simular con mayor precisión los procesos reales de decisión: el paradigma multicriterio.

Este es sin duda un método de gran potencialidad cuando el contexto decisional está definido por una serie de elementos que deben cumplir con un determinado conjunto de restricciones. Como la optimización sincrónica de todos los objetivos es usualmente imposible, ya que en la práctica, comúnmente los objetivos se encuentran en oposición, el enfoque multicriterio, en vez de pretender determinar un óptimo, intenta establecer el conjunto de soluciones posibles.

Según Marrero Delgado (2001), los componentes de la decisión son evaluados separadamente como criterios que influyen sobre este. Ello condiciona una primera consecuencia, que es, que el modelo va a mantener todo su sentido para el decisor y por tanto, el análisis interactivo cobra ahora todo su valor. Incorporar los criterios en la función objetivo o en las restricciones es un artificio; ciertamente válido en términos conceptuales, pero incoherente desde el punto de vista decisional, pues impide toda mediación del decisor e imprime gran velocidad a las decisiones. En el anexo 2 se muestra una comparación entre el paradigma multicriterio respecto al monocriterio, donde se clarifica la supremacía de uno respecto al otro.

Las ventajas de la modelación multicriterio deben valorarse en relación con la modelación clásica, donde el propósito consiste en llegar a un problema de maximización con restricciones, en que la solución óptima representa la mejor elección (Barba Romero y Pomerol, 1997). Según Marrero Delgado (2002) este, proporciona al decisor la autonomía de juicio que le es ocultada por la modelación monocriterio. La modelación multicriterio es más imparcial, ya que considera las pseudorestricciones, por lo que, realmente, son elementos de la decisión; o sea, criterios. Es obligatorio señalar, cómo en ciertos modelos puede considerarse válido, el dejar que el decisor fije cuáles serán los criterios y cuáles serán las restricciones.

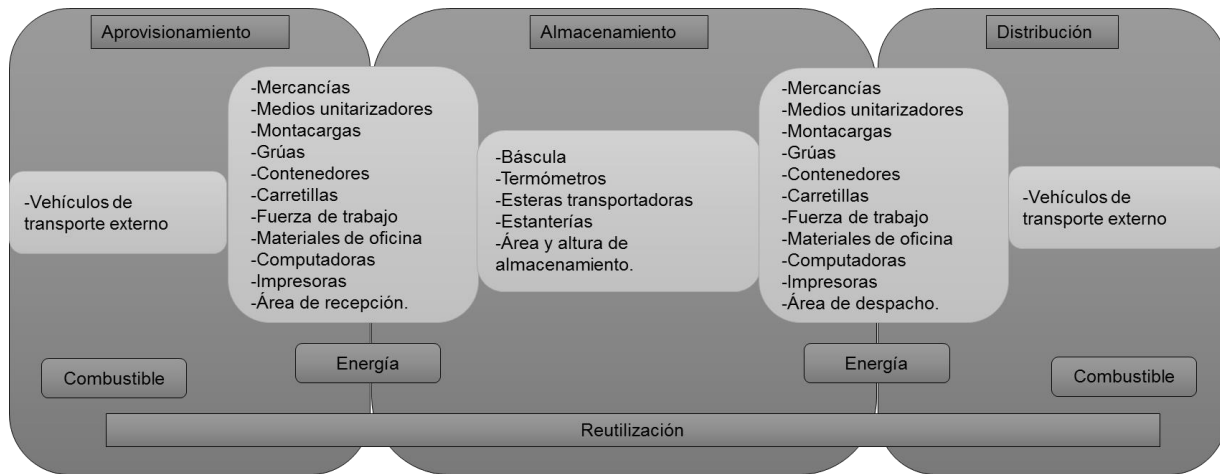
Sin embargo, la urgente necesidad de poseer organizaciones eficientes, la responsabilidad de ahorrar recursos energéticos, de utilizar racionalmente los recursos para dar satisfacción a un cliente cada vez más exigente, consciente y preparado, ha provocado el cambio del paradigma decisional de un enfoque de optimización a un enfoque multicriterio, donde se obtienen soluciones que modelan racionalmente la forma de actuar del decisor, ya que lo fundamental no es abordar técnicas y(o) herramientas que permitan obtener un ahorro en cualquier dirección de una empresa,

sino buscar una solución en la que se reduzcan los costos totales y se mejore el servicio (Vega de la Cruz, 2014).

Se considera necesario resaltar que las empresas cubanas carecen de perfeccionamiento en su proceso de toma de decisiones, en aras de alcanzar una mejor eficiencia en su gestión. Ante esta necesidad, el empleo de técnicas matemáticas que permitan solventar problemas complicados sobre la base de decisiones integrales, se convierte en una estrategia necesaria. Por otra parte los adelantos tecnológicos alcanzados propician que las entidades manejen herramientas informáticas que conlleven a una mayor humanización del trabajo y admitan la aplicación de los métodos matemáticos a utilizar. De igual forma se debe acentuar, que la toma de decisiones requiere, para que sea efectiva, considerar las múltiples variables y relaciones que se establecen en los subsistemas que componen el sistema.

### **1.2.2. Los recursos restrictivos en el sistema logístico de empresas comercializadoras**

Como se mencionó anteriormente en el sistema logístico de una empresa comercializadora convergen diversos recursos, que en función de su capacidad y cantidad en que se dispongan, pueden constituirse en cuellos de botella para el sistema logístico. A lo largo del sistema logístico se utilizan recursos (objetos, fuerza y medios) que no siempre constituyen uso exclusivo de uno o varios subsistemas, de ahí que la carga para comparar con su capacidad, se deba determinar en función de los subsistemas donde se utilicen. En la figura 1.4 se muestra un ejemplo de la posible distribución de los recursos por subsistema en una empresa comercializadora, en esta se puede observar cómo existen recursos comunes para los subsistemas.



**Figura 1.4. Distribución de los recursos restrictivos por subsistema en una empresa comercializadora.**

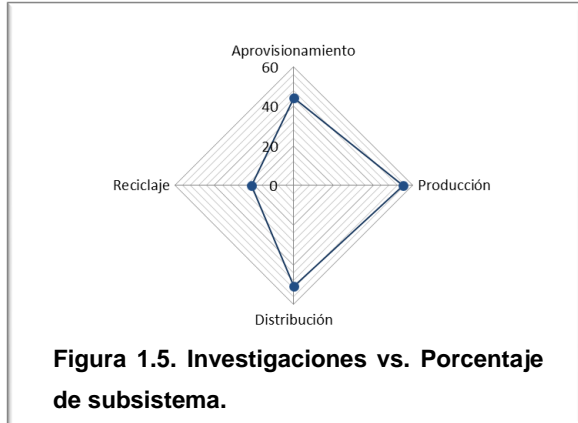
A partir de la condición planteada anteriormente se considera indispensable conocer las restricciones en la utilización de esos recursos en el funcionamiento del sistema. Esta identificación permitirá la toma de decisiones encaminadas a incrementar las capacidades del recurso o la cantidad del recurso de manera que su utilización no constituya una limitante. En los sistema logísticos este proceso se considera de obligatorio cumplimiento dadas las características de su funcionamiento, específicamente la relación dependiente que se establece entre los subsistemas y las actividades que en este se desarrollan.

### **1.3. Valoración de los enfoques que contribuyen a la gestión de los recursos restrictivos en los sistemas logísticos**

Con el objetivo de identificar los aportes realizados al campo objeto de estudio se analizaron 122 investigaciones a las que se tuvo acceso, de las cuales el 45% correspondieron a autores internacionales. Las investigaciones se realizaron entre los años 1997 y el 2014, concentradas cerca del 73% en la última década.

De las clasificaciones de los repositorios, revistas y bases de datos de los que se extrajeron las investigaciones el 68% corresponde a las categorías de Logística y Cadenas de Suministros y a Gestión de Procesos y Cadenas de Suministros, lo que se considera en consonancia con el objeto y campo de la investigación.

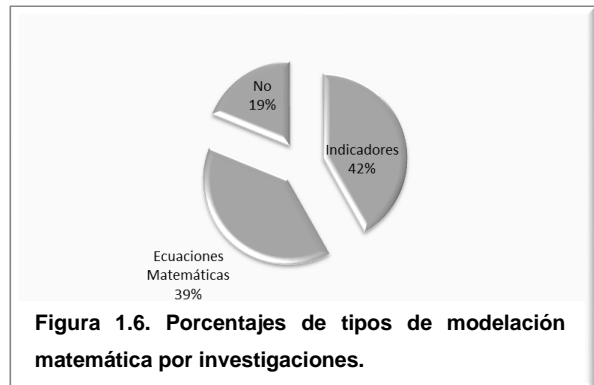
En la figura 1.5 se puede observar el tratamiento recibido por los cuatro subsistemas del sistema logístico en las investigaciones.



Se considera necesario destacar la gran diferencia existente entre estos; los subsistemas de producción y distribución se trabajan en más del 50% de las investigaciones, esto se considera esté ocasionado por el contacto que se establece con el cliente lo que incrementa el interés en su mejora. Más rezagados se ubican

aprovisionamiento (44,26%) y en el último lugar reutilización (21,31%) como el subsistema menos trabajado, no obstante se observó que la mayoría de las investigaciones que lo trabajan se concentran en la última década, lo que denota la creciente importancia de este en la sociedad actual.

Derivado del campo de la investigación, constituyó un objetivo identificar el tratamiento dado a los recursos, para esto se agruparon las investigaciones por la utilización o no de indicadores y ecuaciones (figura 1.6). De este análisis se concluyó que no existe un tratamiento profundo de los recursos ya que en la mayoría de las



investigaciones se utilizaron simultáneamente los indicadores y ecuaciones asociados a recursos específicos, sin considerar la gran mayoría que interviene en el sistema.

Realizados los análisis explicados se decidió, tomar como base el objetivo de la investigación, y seleccionar las investigaciones que modelaron al menos uno de los tres recursos siguientes: fuerza de trabajo, objeto de trabajo y medios de trabajo y de estos se obviaron a los que no lo hicieron en ninguno de los cuatro subsistemas. Luego de este proceso de decantación se trabajó con un grupo de 35 investigaciones (Gómez Acosta, 1997; Kalenatic, 1999; Llauro Fábregas, 1999; Urquiaga Rodríguez, 2000; Acevedo Suárez y Gómez Acosta, 2001; Marrero Delgado, 2001; González González,

2002; Ramos Gómez, 2002; Martínez Delgado, 2003; Rubio Lacoba, 2003; Garza Ríos y González Sánchez, 2004; Pérez López, 2004; Ribeiro, 2004; Betancor, 2005; Knudsen González, 2005; Orlandeli, 2005; Soto Zuluaga, 2005; Benítez, 2006; Jiménez Sánchez, 2006; Feito Madrigal, 2007; Gunnarsson, 2007; Oliveira, 2007; Acevedo Suárez, 2008; Cazull Imbert, 2008; Babiloni Griñon, 2009; Camargo Pérez, 2009; Meneses Marcel, 2009; Costa Salas *et al.*, 2010; Pérez Pravia, 2010; Vinajera Zamora, 2011; Díaz Batista y Pérez Armayor, 2012; Acevedo Urquiaga, 2013; Pardillo Baez, 2013; Vega de la Cruz, 2014).

Seleccionado el grupo distintivo para la investigación se procedió a un análisis más profundo de su comportamiento, para ello se procesaron los procedimientos a través de un análisis de conglomerado jerárquico (anexo 3) con la utilización del programa *Statistic Program for Social Sciences* (SPSS) para *Windows* versión 19.0, se empleó el análisis de clasificación de grupos o conglomerados bajo la metodología Cluster, se utilizó como método de agregación el método Ward (método jerárquico o aglomerativo) y como medida de la proximidad entre las variables dicotómicas la distancia euclídea al cuadrado. Los criterios bajos los cuales se compararon los procedimientos fueron los siguientes:

- subsistema del sistema logístico que trabajan (aprovisionamiento, almacenamiento, distribución, reutilización e integral)
- recursos del sistema logístico que contemplan (mercancías, medios de trabajo y recursos humanos)
- sistema en el que desarrolla la propuesta (productivo, servicio o mixto)
- tratamiento matemático de la propuesta (ecuaciones o ecuaciones/indicadores).

En la tabla 1.2 se resumen los resultados del cluster. En la presentación por autores se puede observar que en una primera distancia (15) se delimita la existencia de dos grupos relacionados con los subsistemas que abordan; al ser el segundo el más grande el autor considera prudente tratarlo primero. En este se encuentran los autores que no han trabajado todos los subsistemas se inicia por los que plantean ecuaciones en su tratamiento matemático, se enfocan en la producción y modelan el objeto de trabajo en el subsistema de aprovisionamiento (Marrero Delgado, 2001; Jiménez Sánchez, 2006),

**Tabla 1.2. Comparación de los enfoques**

		Tratamiento matemático					
		Ecuaciones			Indicadores/Ecuaciones		
Subsistema		OT	FT	MT	OT	MT	FT
Producción	Aprovisionamiento	Marrero Delgado (2001), Jiménez Sánchez (2006)	Rogério Orlandeli (2005)	Marrero Delgado (2001)	Vinajera Zamora (2011)		
	Transformación	Martínez Delgado (2003), Garza Ríos (2004), Gunnarsson (2007)		Martínez Delgado (2003), Gunnarsson (2007)	Peréz López (2004), Vinajera Zamora (2011)	Peréz López (2004)	
	Distribución	Martínez Delgado (2003), Rita Ribeiro (2004), Gunnarsson (2007)		Martínez Delgado (2003), Rita Ribeiro (2004), Gunnarsson (2007), Pereira De Oliveira (2007)	González González (2002), Peréz López (2004), Vinajera Zamora (2011)	González González (2002), Pérez López (2004)	
	Reutilización	Llauró Fábregas (1999), Rubio Lacoba (2003), Soto Zuluaga (2005)	Llauró Fábregas (1999)		Knudsen González (2005)		
	Integral	Vega de la Cruz (2014)			Gómez Acosta (1997)		
Servicios	Aprovisionamiento	Feitó Madrigal (2007)			Camargo Pérez (2009)		
	Transformación	Meneses Marcel(2009)		Meneses Marcel(2009)	Ramos Gómez (2002), Camargo Pérez (2009)		
	Distribución	Abdul-Jalbar Betancor (2005),		Costa Salas (2010)			
	Reutilización		Cazull Imbert (2008)				
	Integral	Acevedo Urquiaga (2013)			Pérez Pravia (2010)		
Mixta	Aprovisionamiento	Díaz Batista (2012)			Martín-Andino Benítez (2006), Babiloni Griñón (2009)	Martín-Andino Benítez (2006)	
	Transformación	Dusko Kalenatic (1999)					
	Integral				Urquiaga Rodríguez (2000), Acevedo Suárez (2001), Acevedo Suárez (2008), Pardillo Báez (2013)		Acevedo Suárez (2008), Pardillo Báez (2013)

en el subsistema de transformación (Martínez Delgado, 2003; Garza Ríos y González Sánchez, 2004; Gunnarsson, 2007), en distribución (Martínez Delgado, 2003; Ribeiro, 2004; Gunnarsson, 2007) y reutilización (Llauró Fábregas, 1999; Rubio Lacoba, 2003; Soto Zuluaga, 2005), la fuerza de trabajo en aprovisionamiento, transformación y distribución (Orlandeli, 2005) y en la reutilización (Llauró Fábregas, 1999), en los medios de trabajo el aprovisionamiento (Marrero Delgado, 2001), la transformación (Martínez Delgado, 2003; Gunnarsson, 2007), la distribución (Martínez Delgado, 2003; Ribeiro, 2004; Gunnarsson, 2007; Oliveira, 2007) y la reutilización (Llauró Fábregas, 1999). En los servicios inicia Feito Madrigal (2007) que modela el objeto en el aprovisionamiento, luego Meneses Marcel (2009) que enfoca su propuesta en el objeto y los medios en el subsistema de transformación, continúa la distribución en el objeto (Betancor, 2005) y en los medios (Costa Salas *et al.*, 2010). Cazull Imbert (2008) en la reutilización y enfatiza en la fuerza de trabajo, Díaz Batista y Pérez Armayor (2012) y Kalenatic (1999) tratan el aprovisionamiento y la distribución respectivamente y hacen referencia tanto a la producción como a los servicios. El otro grupo de autores además de ecuaciones también propone indicadores, encabezado por Vinajera Zamora (2011) que modela el objeto en el aprovisionamiento, la transformación y la distribución, a este se suma Pérez López (2004) que además del objeto aborda los medios en los subsistemas de transformación y distribución. González González (2002) modela los recursos mencionados anteriormente solo en la distribución, la reutilización es tratada por Knudsen González (2005) enfocada hacia los mismos recursos. En el área de los servicios trabajan los medios y el objeto Camargo Pérez (2009) en los subsistemas de aprovisionamiento y transformación, y Ramos Gómez (2002) solo en la transformación. Se refieren a la producción y los servicios dirigidos hacia el aprovisionamiento Babiloni Griñon (2009) que modela el objeto; Benítez (2006) además incorpora los medios. Independientemente de lo analizado, el primer grupo de autores constituye el de mayor interés pues son los que trabajan integralmente los cuatro subsistemas. Entre los autores se consideran relevantes las propuestas de Urquiaga Rodríguez (2000) y Acevedo Suárez y Gómez Acosta (2001), no obstante en sus propuestas no contemplan el recurso fuerza de trabajo por lo que no serán objeto de análisis, restan del grupo las investigaciones siguientes: Gómez Acosta (1997), Acevedo Suárez

(2008), Pérez Pravia (2010), Acevedo Urquiaga (2013), Pardillo Baez (2013) y Vega de la Cruz (2014).

A partir de esta selección, se compararon las propuestas y se tuvieron en cuenta los elementos siguientes: contribución a la toma de decisiones, nivel de especialización, utilización de métodos multicriterio, área de aplicación y posibilidad de aplicación en los servicios. En la tabla 1.3 se muestra el resultado de esta comparación. Concluida la comparación el autor de la investigación concluye que la propuesta de Vega de la Cruz (2014) reúne las características necesarias para el desarrollo de la investigación, no obstante considera oportuno realizar adecuaciones en varios elementos del procedimiento para su contextualización en empresas comercializadoras.

**Tabla 1.3. Comparación de las propuestas**

<b>Autores</b>	<b>Contribución a la toma de decisiones</b>	<b>Nivel de especialización</b>	<b>Utilización de Métodos Multicriterio</b>	<b>Área de aplicación</b>	<b>Posibilidad de aplicación en los servicios</b>
Gómez Acosta (1997)	Sistema del Plan de Fechas Principales	Bajo	No	Flujos logísticos	Limitada
Acevedo Suárez (2008)	Modelo de valor de los procesos logísticos, a través de los elementos de la estructura del proceso	Bajo	No	Cadena de suministros	Amplia
Pérez Pravia (2010)	Gestión integrada y proactiva restricciones físicas, en los subsistemas logísticos en un hotel	Alto	No	Sistema logístico de hoteles	Limitada a servicios hoteleros
Pardillo Báez (2013)	Nodos de integración para las operaciones inter-empresariales	Bajo	Si	Cadena de suministros	Amplia
Acevedo Urquiaga (2013)	Planificación colaborativa en los procesos y actividades logísticos	Bajo	No	Cadena de suministros	Amplia
Vega de la Cruz (2014)	Selección de recursos representativos en los sistemas logísticos	Bajo	Si	Sistema logístico	Posible con adecuaciones

#### **1.4. Situación actual del sistema logístico de la Unidad Empresarial de Base Comercializadora y Distribuidora Mayorista de Medicamentos**

Esta tiene domicilio legal en Vía de acceso a la Loma del Frayle No. 8 y Carretera Central Holguín; subordinada a la Empresa EMCOMED, se dedica el almacenamiento, distribución y comercialización mayorista a las entidades de salud, FAR, MININT y otras

empresas, medicamentos de producción nacional e importados, materias primas, reactivos químicos, medios de diagnóstico, artículos ópticos, dentales, productos químicos, material higiénico sanitario, suplementos nutricionales, narcóticos, alcohol de uso médico, material para banco de sangre y recientemente incorporados, productos asépticos y utensilios médicos de uso domiciliario. Independientemente de las condiciones de infraestructura garantizadas en la entidad, existen recursos que por diferentes conceptos constituyen restricciones para el correcto funcionamiento de la actividad comercial. En consulta de investigaciones precedentes realizadas en la entidad (Guzmán Hernández, 2014; Rodríguez Toledo, 2014), se comprobaron un conjunto de deficiencias relacionadas con:

Los recursos existentes en la entidad en ocasiones son insuficientes para dar total cumplimiento a la demanda enfrentada por la entidad, factor que influye no solo en los indicadores de la empresa, también afecta indirectamente la accesibilidad a los medicamentos de la población. En la tabla 1.4 se muestra un resumen de la estructura y tecnología con que contó la entidad en el año 2014.

**Tabla 1.4. Estructura y tecnología de EMCOMED**

Almacén	Altura promedio de la estiba (m)	Área útil (m <sup>2</sup> )	Volumen útil (m <sup>3</sup> )	Paletas de intercambio (U)	Estantería (U)	Termómetros (U)	Carretillas (U)	Transpaletas (U)
Central	4,6	716,00	3 293,60	627	26	7	8	9
Drogas	2,5	23,80	59,60					1
Explosivos	0,5	18,80	9,40	10	7	1	1	
Productos químicos	1,5	121,20	181,80					
Cámara de 15-25°C	4,0	75,51	302,04	108	8	1	1	1
Cámara de 2-8°C	1,2	83,81	94,39	4	10	5	-	-
<b>Totales</b>	<b>14,3</b>	<b>1 039,12</b>	<b>5 577,03</b>	<b>749</b>	<b>51</b>	<b>14</b>	<b>10</b>	<b>11</b>

Además cuenta con tres montacargas frontal contrabalaceado, una báscula manual y cuatro básculas automáticas.

**Fuente: Guzmán Hernández (2014).**

En entrevista con el jefe del almacén de la entidad, se pudo comprobar que existen dificultades con la disponibilidad técnica y déficit de los medios de trabajo fundamentalmente paletas de intercambio, transpaletas, montacargas), además de la revisión del Informe de Satisfacción del Cliente Interno 2014 se identificó que uno de los planteamientos finales del documento fue referencia directa a la capacidad de almacenamiento, que según los encuestados resulta una limitante para la realización de un trabajo de calidad y de los tres montacargas de la entidad solo uno se encuentra

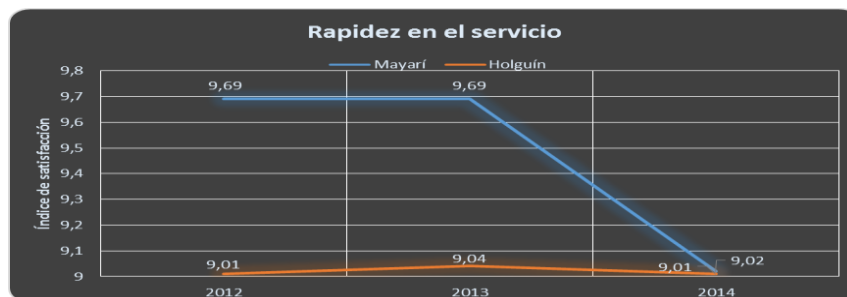
operativo. Además para la transportación de los medicamentos la entidad cuenta con un parque de equipos con las características que se muestra en la tabla 1.5:

**Tabla 1.5. Características de los equipos de transporte**

		Camión plataforma							
		OSM433	B005674	B054945	OSR586	OSR586	OSS541	OST772	OST075
Capacidad de carga (ton)		10	6	10	10	6	5	4	4
		Carro furgón				Jeep		Furgón refrigerado	
		B029749	B054315	B054636	OSS572	OST629	B054963	OSC850	B087998
Capacidad de carga (ton)		1	7	1	7	7	5	4	1
		Auto de paseo			Panel				
		B088047			B117927		OSG661		
Capacidad de carga (ton)		4			1		2		

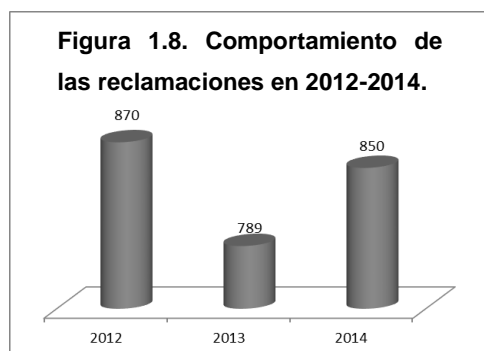
**Fuente: Indicadores de explotación 2014.**

A partir de la revisión del Informe de Satisfacción del Cliente Externo de los años 2012-2014 se identifican problemas en cuanto a la rapidez del servicio proporcionado por la entidad, en la figura 1.7 se muestran los índices de satisfacción con la rapidez del servicio en Mayarí y Holguín, lo que evidencia en ambas un decrecimiento de la satisfacción en el año 2014 con respecto a 2013.



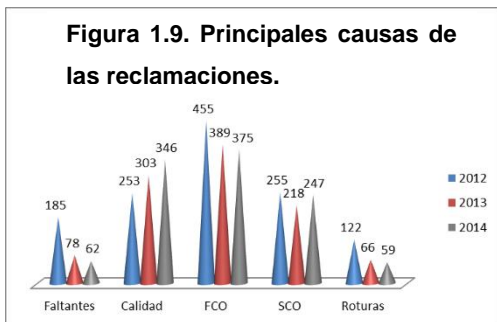
**Figura 1.7. Índice de satisfacción con la rapidez del servicio en Mayarí y Holguín.**

Por estudios previos realizados en la entidad (Guzmán Hernández, 2014) e investigaciones posteriores del autor se reconocen un conjunto de síntomas que aún persisten y se comprobaron a través de la consulta de documentos oficiales de la



entidad y los Informes de Reclamaciones (cantidades y causas) e Informes de Operaciones.

En la consulta del Informe de Reclamaciones de los años 2012-2014 se comprobó que, si bien son registradas por la entidad, no siempre se les puede dar solución por escapar al alcance de esta y como



se observa en la figura 1.8 ha existido un incremento de las reclamaciones hasta el 2014, lo que denota la existencia de restricciones en el sistema logístico de la entidad. Dentro de las principales causas de las reclamaciones (figura 1.9), se destacan los faltantes en caja original, la calidad de los medicamentos (Ej: cambios de

coloración) y sobrantes en cajas originales. Todo lo resumido denota la necesidad de gestionar estas restricciones físicas que entorpecen el adecuado desempeño del sistema logístico de la entidad, y constituye específicamente, este el objetivo de la investigación.

## **Capítulo II. Procedimiento para la modelación multicriterio de los recursos restrictivos en el sistema logístico de empresas comercializadoras**

Como resultado de los análisis conceptuales en el capítulo anterior y las carencias detectadas específicamente en la propuesta de Vega de la Cruz (2014), en el presente se propone un procedimiento que permita modelar los recursos restrictivos que intervienen en el sistema logístico de una empresa comercializadora a partir de la modelación multicriterio. El procedimiento transita por dos etapas y cuatro pasos, en la figura 2.1 se muestra el algoritmo que lo sustenta.

### **Etapas I. Inicio**

**Objetivo:** identificar los recursos y los criterios para la confección del instrumento, que permita la reducción de los recursos a modelar.

#### **Paso 1. Listar los recursos que intervienen en el sistema logístico**

**Contenido:** en este paso se deben obtener los recursos que intervienen en el sistema logístico, se atiende a la clasificación por los elementos que intervienen en un sistema (fuerza, medio y objeto de trabajo).

**Técnicas:** listas de chequeo, encuestas, método de Delphi, tormenta de ideas.

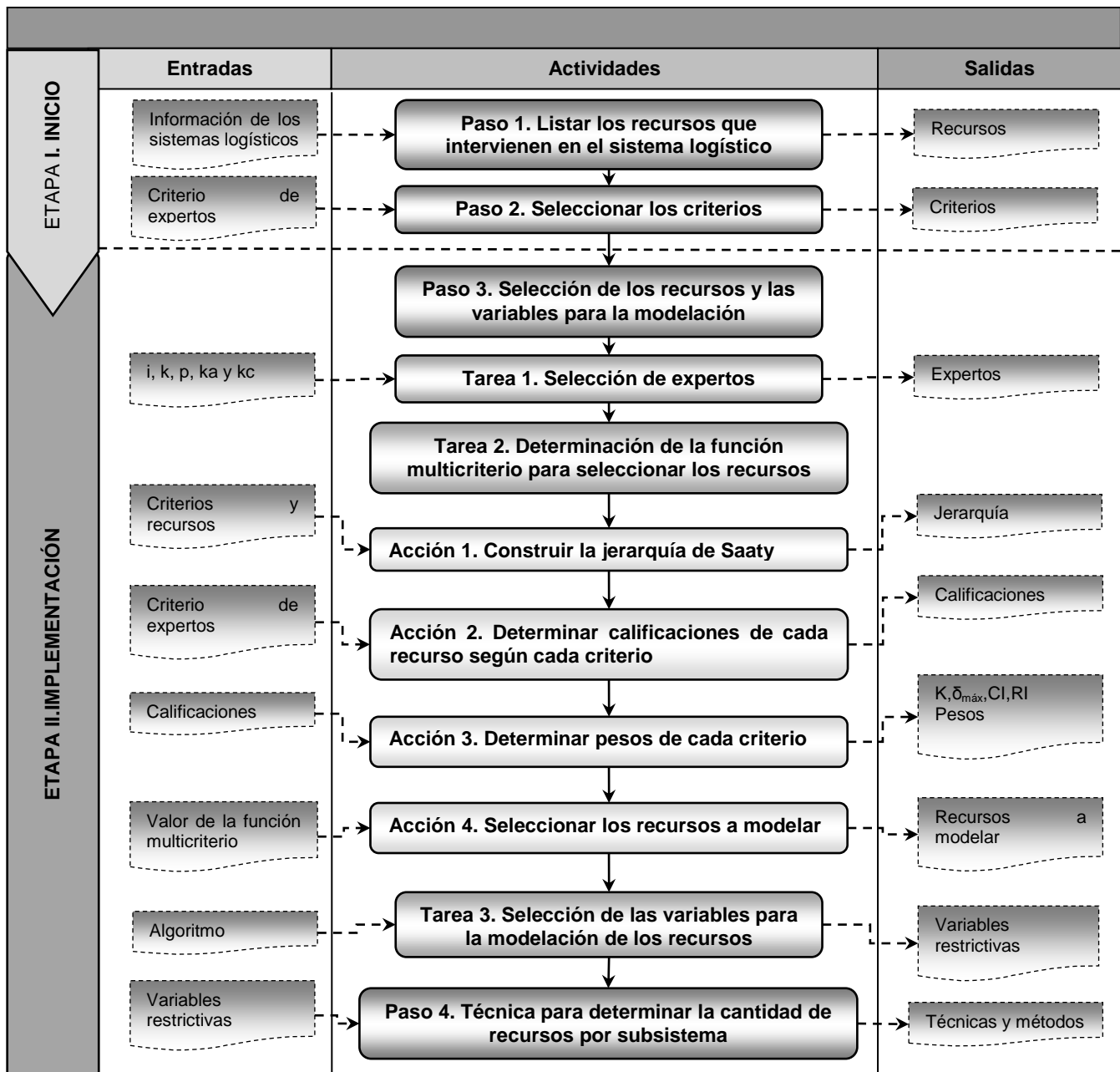
#### **Paso 2. Seleccionar los criterios**

**Contenido:** se deben obtener los criterios bajo los cuales posteriormente se ponderarán los recursos listados, para ello se deben tener en cuenta las propiedades de estos, el uso que se les da en el sistema, la importancia, criterios económicos de su explotación, la facilidad de ponderación de este, entre otros. Conjuntamente con su selección se debe tener en cuenta que el criterio tiene que clasificarse como variable ordinal (o sea la escala a utilizar es ascendente o descendente). La cantidad de criterios a seleccionar, según la literatura debe ser  $7 \pm 2$ .

**Técnicas:** método de Delphi, voto ponderado, método del coeficiente de concordancia de Kendall.

### **Etapas II. Implementación**

**Objetivo:** obtener las ecuaciones de los recursos seleccionados por subsistema.



**Figura 2.1. Procedimiento para la modelación multicriterio de los recursos restrictivos en el sistema logístico de empresas comercializadoras.**

### **Paso 3. Selección de los recursos y las variables para la modelación**

#### **Tarea 1. Selección de expertos**

**Contenido:** para el desarrollo de esta, se recomienda que se sustente en el análisis de expertos, por lo que inicialmente deben seleccionarse estos cuidadosamente de forma que se garanticen juicios exactos y oportunos en las calificaciones otorgadas. De igual

forma, se deben establecer los requisitos que resultan indispensables cumplir por el conjunto de expertos, que garanticen la integridad en los resultados.

La cantidad de expertos depende de la complejidad y las características del trabajo a realizar. El grupo de expertos debe estar entre 7 y 15 para mantener un nivel de confianza y calificación elevado (INC 49:1981 Control de la Calidad. Métodos de expertos). Para la determinación de la cantidad de expertos se utilizan criterios probabilísticos se asume una distribución binomial.

Con este fin se utiliza la expresión siguiente:

$$M = \frac{P(1-P)K}{i^2} \quad (2.1)$$

Donde:

M: cantidad de expertos

i: nivel de precisión deseado

P: proporción estimada de errores de los expertos

K: constante cuyo valor está asociado al nivel de confianza elegido.

Para la selección de la comunidad de expertos se establecen los requerimientos generales siguientes:

- Interés en participar en el estudio: el personal experto debe estar motivado de antemano a participar y a ofrecer sus criterios sin prejuicios de ninguna índole.
- Poseer una formación de tipo empresarial en general, sin importar las especializaciones.
- Competencia profesional: deben poseer un nivel de formación superior y estar relacionados, en alguna medida, con las teorías y conceptos sobre los que se fundamenta la problemática abordada.
- Objetividad: ser profundo y objetivo en los análisis y juicios aportados.
- No estar comprometido con los resultados, de manera tal, que sus motivaciones e intereses individuales no se superpongan con el problema abordado, para garantizar imparcialidad.

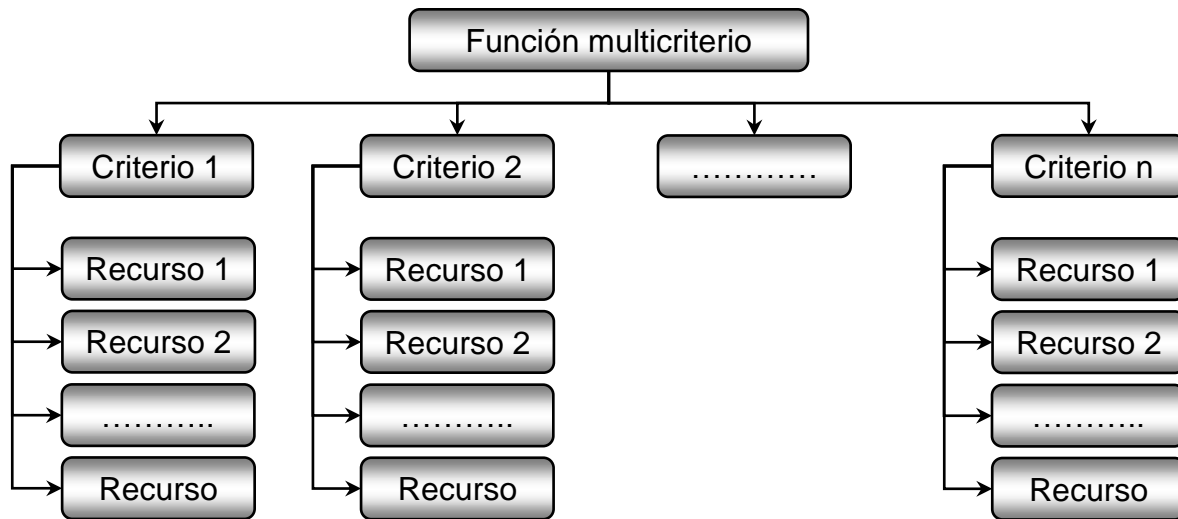
En el anexo 4 se muestra el instrumento a utilizar para evaluar (a) y procesar (b) el nivel de competencias que deben cumplir los expertos.

**Tarea 2. Determinación de la función multicriterio para seleccionar los recursos**

**Contenido:** obtenidas las calificaciones por los expertos, se procederá a aplicar el Método AHP de Saaty (Saaty, 2001), para obtener la función multicriterio que permitirá seleccionar los recursos a modelar. Para esto se deben realizar las acciones siguientes:

**Acción 1. Construir la jerarquía de Saaty**

**Contenido:** a partir de establecer las relaciones de dependencia se construirá la jerarquía de los recursos, con los criterios y por último con la función multicriterio (figura 2.2).



**Figura 2.2. Jerarquía de Saaty para la función multicriterio.**

**Acción 2. Determinar calificaciones de cada recurso según cada criterio**

**Contenido:** se recomienda confeccionar una matriz de decisión como se muestra en la tabla 2.1.

**Tabla 2.1. Matriz de decisión para calificar los recursos por criterio**

Recurso\Criterio	Criterio 1	Criterio 2	.....	Criterio n
Recurso 1	$x_{1,1}$	$x_{1,2}$	.....	$x_{1,n}$
Recurso 2	$x_{2,1}$	$x_{2,2}$	.....	$x_{2,n}$
.	.	.	.....	.
.	.	.	.....	.
Recurso m	$x_{m,1}$	$x_{m,2}$	.....	$x_{m,n}$

Donde:

$x_{ij}$  : calificación del recurso i de acuerdo al criterio j, dada por el experto

$i = 1.....m$  y  $j = 1.....n$

Para la selección de las escalas en las que se calificarán los recursos de acuerdo al criterio, se recomienda utilizar escalas con ruptura, o sea que no permitan que el decisor se parcialice con la calificación otorgada.

Ej: de 1 a 4; mal, regular, bien y excelente; si y no; entre otros.

Llenada la matriz por los expertos, se deberá determinar si hay concordancia<sup>3</sup> entre estos. Luego se determinará el coeficiente de variación (Cv):

$$Cv = \frac{S}{\bar{x}} \quad (2.2)$$

Donde:

S: desviación típica de las calificaciones de los expertos al recurso i en el criterio j

$\bar{x}$ : media de las calificaciones dadas por los expertos al recurso i en el criterio j

Si  $Cv < 0,20$  se puede adoptar la media ( $\bar{x}$ ) como medida, en caso contrario se repetirá la aplicación del instrumento. Se continuará con la normalización de la matriz de decisión al utilizar uno de los procedimientos propuestos<sup>4</sup> por Barba Romero y Pomerol (1997) que se muestran a continuación:

**Tabla 2.2. Procedimientos para normalizar los resultados de la tabla 2.1**

	Procedimiento A	Procedimiento B
Definición	$v_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_i x_{ij}} \quad (2.3)$	$v_{ij} = \frac{x_{ij}}{(\sum_i x_{ij}^2)^{1/2}} \quad (2.4)$
Vector normalizado	$0 < v_{ij} < 1$	$0 < v_{ij} < 1$

### **Acción 3. Determinar pesos de cada criterio**

**Contenido:** se procederá a determinar los pesos de los criterios. Para esto se deben obtener los pesos subjetivos  $w_j^s$  y los pesos objetivos  $w_j^o$ . Para la determinación de los primeros se aplicará el Método de Saaty (Saaty, 1994), cuyo procedimiento se explica a continuación:

1. Primeramente se debe comparar los criterios por pareja según escala de Saaty (construir matriz de Saaty) (ver tabla 2.3).

<sup>3</sup> Que se deberá validar con la prueba de contraste que corresponda.

<sup>4</sup>Después de seleccionado será el mismo para todas las normalizaciones siguientes.

**Tabla 2.3. Escala de evaluación de Saaty**

Tasa	Juicio verbal
9	Extremadamente más preferido
8	De muy poderosamente más a extremadamente más
7	Muy poderosamente más preferido
6	De poderosamente más a muy poderosamente más
5	Poderosamente más preferido
4	De moderadamente más a poderosamente más
3	Moderadamente más preferido
2	De igual a moderadamente más
1	Igualmente preferido

Fuente: Saaty (1994)

	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	...	C <sub>n</sub>
C <sub>1</sub>	a <sub>1,1</sub>	a <sub>1,2</sub>	...	a <sub>1,n</sub>
C <sub>2</sub>	a <sub>2,1</sub>	a <sub>2,2</sub>	...	a <sub>2,n</sub>
·	·	·	...	·
·	·	·	...	·
C <sub>n</sub>	a <sub>n,1</sub>	a <sub>n,2</sub>	...	a <sub>n,n</sub>

$$a_{ii} = 1$$

$$a_{ij} = 1/a_{ji}$$

Matriz recíproca

2. Determinar el vector columna de resultados a normalizar con la programación por meta:

$$\text{Mín } Z = p_1 + k_1 + p_2 + k_2 + \dots + p_n + k_n \quad (2.5)$$

$$W_j^s - a_{j,j+1} \cdot W_{j+1}^s - p_j + k_j = 0, \quad j = 1 \dots (n-1) \quad (2.6)$$

$$W_1^s + W_2^s + \dots + W_n^s = 1 \quad (2.7)$$

$$W_j^s \geq 0; j = 1 \dots n$$

Donde:

p: desviación positiva de los pesos

k: desviación negativa de los pesos

3. Multiplicar matriz de Saaty por vector de pesos  $W_j^s$

Se obtendrán los valores de K para cada criterio j a partir de la multiplicación de la matriz de Saaty por los pesos subjetivos obtenidos.

$$\begin{bmatrix} a_{1,1} & a_{1,2} & \dots & a_{1,n} \\ a_{2,1} & a_{2,2} & \dots & a_{2,n} \\ \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\ a_{n,1} & a_{n,2} & \dots & a_{n,n} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} W_1^s \\ W_2^s \\ \cdot \\ W_n^s \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} K_1 \\ K_2 \\ \cdot \\ K_n \end{bmatrix}$$

Posteriormente se encontrará el autovalor dominante, por la expresión siguiente:

$$\delta_{m\acute{a}x} = \frac{\frac{K_1}{W_1^s} + \frac{K_2}{W_2^s} + \dots + \frac{K_n}{W_n^s}}{n} \quad (2.8)$$

Debiéndose cumplir que  $\delta_{m\acute{a}x} \geq n$ , en caso de ser iguales existe consistencia total. En caso contrario se determinará el coeficiente de inconsistencia (CI) por la expresión siguiente:

$$CI = \frac{\delta_{m\acute{a}x} - n}{n - 1} \quad (2.9)$$

Por último se deberá calibrar el CI con el Coeficiente de Inconsistencia Aleatorio (CIA), al obtenerla Razón de Inconsistencia (RI), por la expresión siguiente:

$$RI = \frac{CI}{CIA} \quad (2.10)$$

**Tabla 2.4. Valores del CIA en función del número de criterios**

N	2	3	4	5	6	7	8	9
CIA	0	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45

**Fuente: Osorio Gómez y Orejuela Cabrera (2008).**

Si  $RI < 0,10$  la consistencia es aceptable y se aceptan los pesos calculados. En caso contrario se deberá volver a repetir la acción desde el punto 1.

Para la determinación de los pesos objetivos se utilizará el Método de la Entropía (Barba Romero y Pomerol, 1997), cuyo procedimiento se explica a continuación:

1. Se parte primeramente de las evaluaciones  $X_{i,j}$  ya normalizadas a  $V_{i,j}$ .
2. Se calcula la entropía ( $E_j$ ) de cada criterio, a partir de la expresión siguiente:

$$E_j = -k \cdot \sum_{i=1}^m V_{i,j} \cdot \log V_{i,j} \quad (2.11)$$

Donde:

k: es una constante que se ajusta para que siempre se cumpla que  $0 \leq E_j \leq 1$ , para todo

j. Con  $k = \frac{1}{\log m}$  se consigue lo anterior.

3. La entropía  $E_j$  de un criterio es tanto mayor cuanto más iguales son sus evaluaciones  $V_{i,j}$ . Precisamente lo contrario de lo que se desea que ocurra si  $E_j$  fuese a ser un valor aproximado del peso de  $W_j$  del criterio. Se utiliza por tanto una medida opuesta que se puede denominar como la diversidad ( $D_j$ ) del criterio:

$$D_j = 1 - E_j \quad (2.12)$$

4. Finalmente se normalizan las  $D_j$  y se obtienen los pesos buscados:

$$W_j^o = \frac{D_j}{\sum_j D_j} \quad (2.13)$$

Donde:

$W_j^o$ : peso del criterio j obtenido a través del método de la Entropía.

5. Para obtener el peso de cada criterio se emplean los pesos subjetivos y objetivos y se utiliza la expresión siguiente:

$$W_j = \frac{W_j^o \cdot W_j^s}{\sum_{j=1}^n W_j^o \cdot W_j^s} \quad (2.14)$$

#### **Acción 4. Seleccionar los recursos a modelar**

**Contenido:** se obtendrá el valor de la FM para cada recurso a partir de la expresión siguiente:

$$FM_i = \sum_{j=1}^n W_j \cdot W_{i,j} \quad i = 1 \dots m \quad (2.15)$$

Donde:

$W_j$ : peso del criterio j

$W_{i,j}$ : peso del recurso i según criterio j

$FM_i$ : valor de la función multicriterio del recurso i

Luego de tener listados los recursos y el valor de la función multicriterio para cada uno se aplicará el análisis de Pareto para seleccionar los que serán objeto de modelación. En la tabla 2.5 se muestra el proceder.

**Tabla 2.5. Selección de los recursos para la modelación**

Recursos	FM <sub>i</sub> (*)	Porcentaje	Porcentaje acumulado
Recurso 1	FM <sub>1</sub>	$\frac{FM_1}{\sum_{i=1}^m FM_i} \cdot 100$	$\frac{FM_1}{\sum_{i=1}^m FM_i} \cdot 100$
Recurso 2	FM <sub>2</sub>	$\frac{FM_2}{\sum_{i=1}^m FM_i} \cdot 100$	$\frac{FM_2}{\sum_{i=1}^m FM_i} \cdot 100 + \frac{FM_1}{\sum_{i=1}^m FM_i} \cdot 100$
.	.	.	.
Recurso m	FM <sub>m</sub>	$\frac{FM_m}{\sum_{i=1}^m FM_i} \cdot 100$	<b>100</b>
<b>Total</b>	$\sum_{i=1}^m FM_i$	<b>100</b>	

(\*) Esta columna se ordenará de manera descendente.

Bajo el principio de Pareto, se escogerán los recursos que, a partir del primero, alcancen la cifra cercana a 80% en la columna del porcentaje acumulado.

### Tarea 3. Selección de las variables para la modelación de los recursos

**Contenido:** para desarrollar esta tarea se propone seguir la lógica del algoritmo que se muestra en la figura 2.3. Como resultado se obtendrán las variables más influyentes en los recursos seleccionados en función del subsistema logístico donde se manifiesten.

A continuación se explicarán las variables a tener en cuenta:

**Capacidad de almacenamiento:** volumen útil, puede calcularse al realizarlas mediciones de las áreas útiles (no se incluyen las áreas de recepción y despacho, área de completamiento y área de pasillo) y al multiplicar las suma de estas por la altura del puntal del almacén menos un metro.

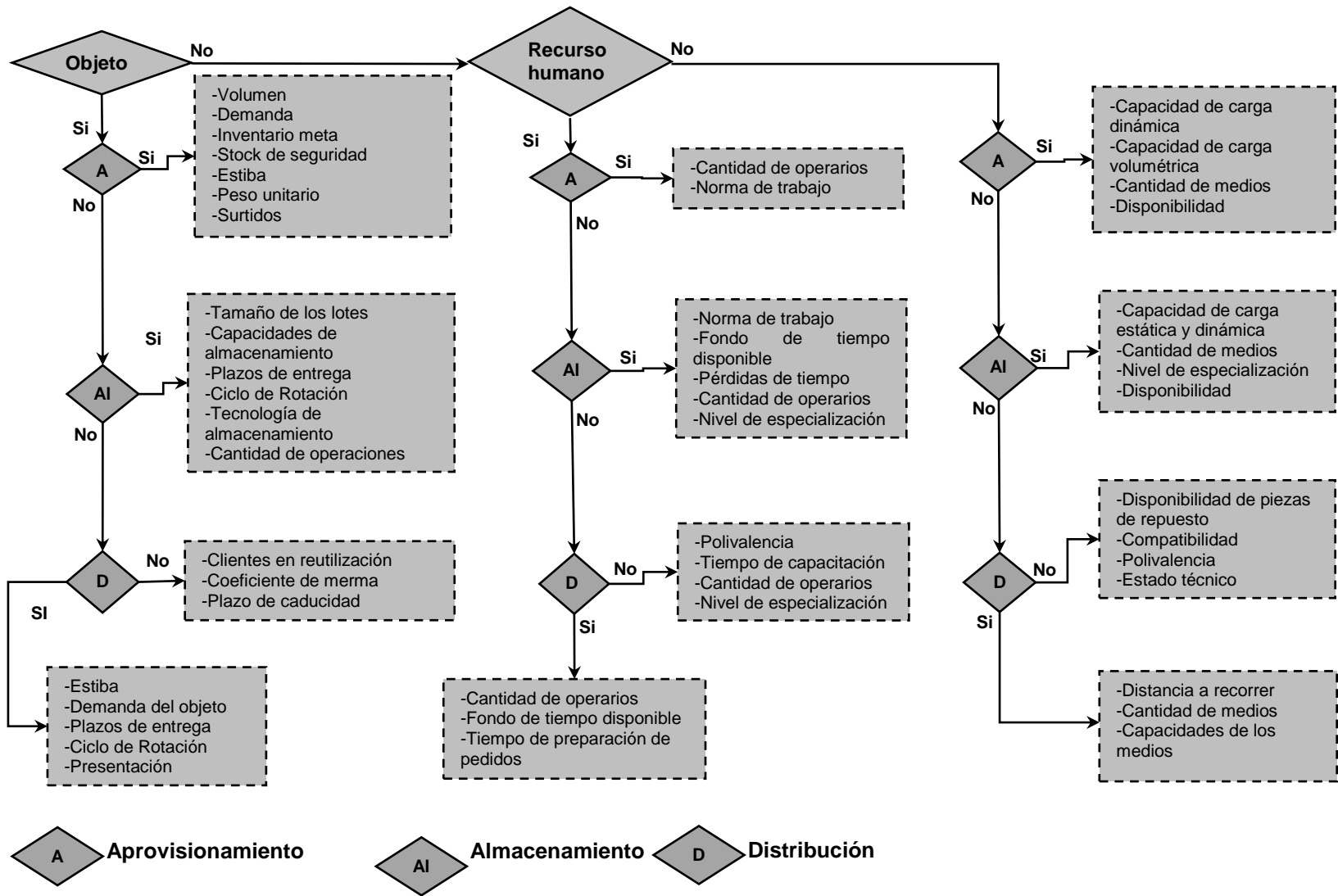


Figura 2.3. Algoritmo para la identificación de las variables que influyen en la capacidad del recurso de acuerdo al subsistema logístico que se encuentre.

**Demanda:** cantidad de insumos (objeto de trabajo) que la empresa necesita, depende de la demanda del producto o servicio con la cual la empresa debe cumplir y esta última se pronostica según los métodos cualitativos y cuantitativos (métodos de series de tiempo y casuales).

**Stock de seguridad:** la parte de las existencias que debe asimilar la diferencia entre las ventas previstas y el comportamiento imprevisto de las ventas.

**Inventario meta:** inventario máximo disponible según el sistema de gestión de inventario que adopta la empresa (sistema Q, P, Máx.-Min, *Manufacturing Resource Planning, Just In Time*, etc.).

**Estiba:** cantidad de carga que el medio de transporte debe trasladar en función de las características de la carga (cantidad de carga a transportar en un período de tiempo y volumen de carga a transportar en un periodo de tiempo) y las capacidades y características del medio de transporte.

**Norma de trabajo:** como la expresión de trabajo vivo necesario para la ejecución de unas actividades laborales en determinadas condiciones técnico - organizativas, por un trabajador o grupo de ellos que posean la calificación requerida y que laboren con habilidad e intensidad promedio.

**Coefficiente de merma:** razón de la diferencia de rechazo de insumo y cantidad de insumo de un producto.

**Capacidad de carga estática y dinámica:** peso máximo que puede colocar en un medio para su almacenamiento o traslado.

**Capacidad de carga volumétrica:** volumen máximo que se puede colocar en un medio para su traslado o almacenamiento.

**Capacidades de los vehículos:** están dadas por las especificaciones técnicas de los vehículos en cuanto al peso que pueden soportar, así como por el volumen útil del que disponen.

**Ciclo de rotación:** tiempo que se puede mantener un producto en almacenes antes de que alcance su fecha de caducidad.

**Cientes en reutilización:** cantidad de posibles destinos que puede tener el recurso reutilizado.

**Compatibilidad:** cantidad de partes del recurso dañado que se puede reutilizar como repuestos para otros medios semejantes.

**Disponibilidad:** nivel de adquisición del recurso/pieza de repuesto en diferentes momentos del año.

**Fondo de tiempo disponible:** periodo de tiempo con el que se cuenta para la realización de la actividad laboral y depende del régimen de trabajo de la empresa.

**Nivel de especialización:** capacidad de personas o medios para realizar tareas que tengan un alto grado de complejidad y que por ende sean difíciles de sustituir.

**Pérdidas de tiempo:** pérdidas de tiempo previsibles o los tiempos que se dediquen a otras actividades y no directamente a la actividad principal.

**Polivalencia:** capacidad que tienen las personas o los medios de realizar más de una función o, en momentos específicos la facilidad que tengan para remplazar a otras personas o medios en el desempeño de una actividad diferente a la suya.

**Presentación:** envase, embalaje y (o) apariencia del producto al momento de su entrega a los clientes.

**Surtidos:** cantidad de líneas de un producto/mercancía de una misma denominación.

**Tamaño de los lotes:** volumen de material que se recibe en cada surtido o la cantidad de material que se desplaza por el sistema.

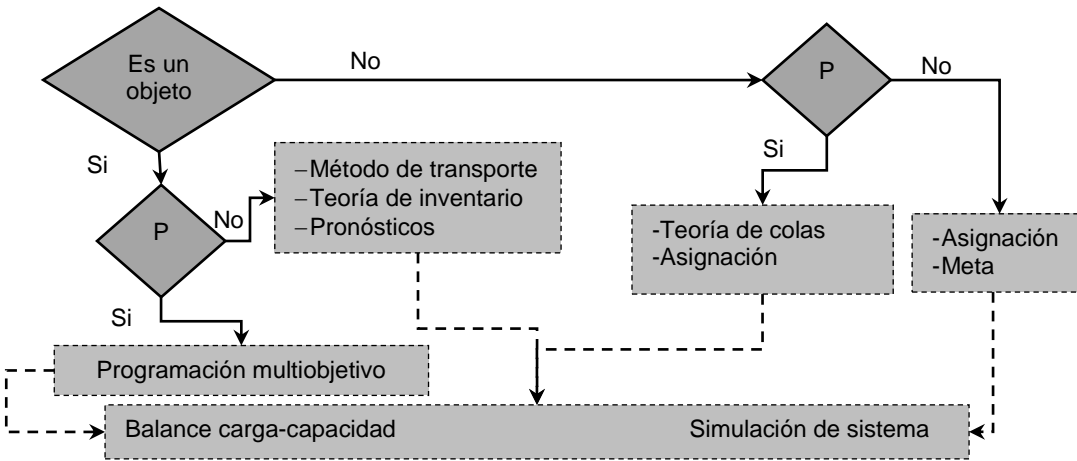
**Tecnología de almacenamiento:** medios necesarios para la conservación de las materias primas o los productos terminados.

**Tiempo de capacitación de la fuerza de trabajo:** periodo de tiempo que se requiere para que un trabajador aprenda a desempeñar las funciones específicas de su cargo.

**Tiempo de preparación de pedidos:** periodo de tiempo que se requiere para garantizar los recursos necesarios para un pedido.

#### **Paso 4. Técnica para determinar la cantidad de recursos por subsistema**

**Contenido:** para llevar a cabo esta tarea se recomienda seguir la lógica del algoritmo que se muestra en la figura 2.4. Este permite definir la técnica o método a utilizar para modelar los recursos por subsistema.



**Figura 2.4. Un algoritmo para decidir la técnica para determinar la cantidad de recursos.**

### **Capítulo III. Modelación de los recursos restrictivos en el sistema logístico de EMCOMED Holguín**

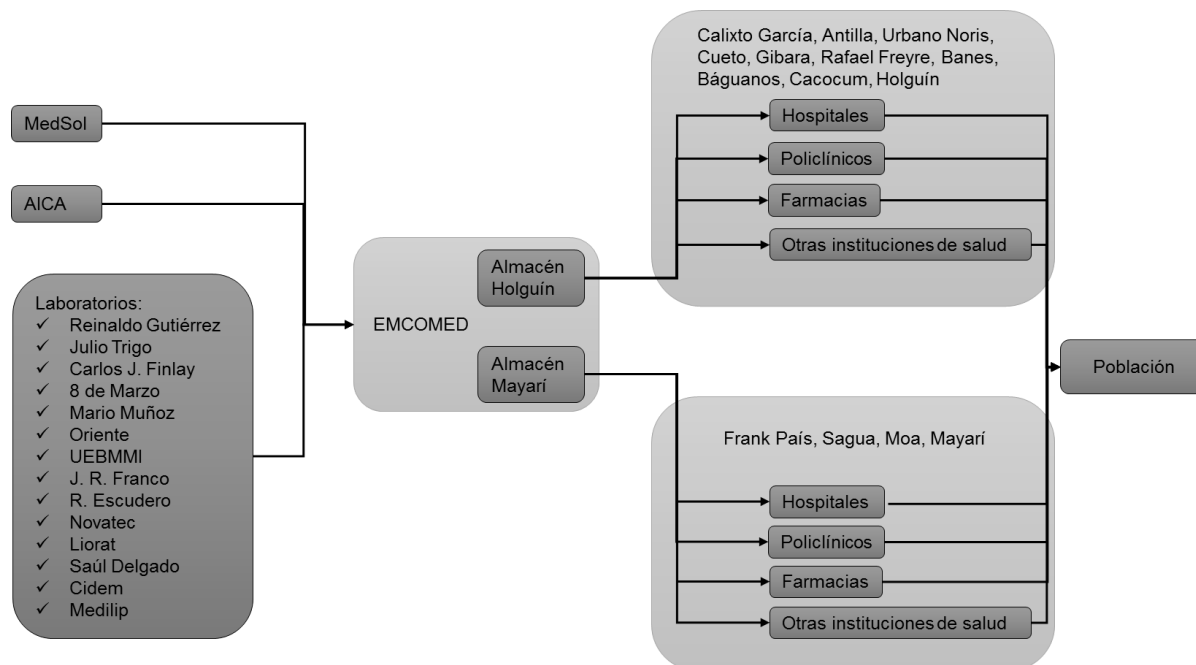
Antes de aplicar el procedimiento se realizó una breve descripción del funcionamiento de la empresa objeto de estudio para conocer mejor las bases sobre las que se desarrolló su sistema logístico. La Unidad Empresarial de Base Comercializadora y Distribuidora Mayorista de Medicamentos (UEB Holguín), domicilio legal en Vía de acceso a la Loma del Frayle No. 8 y Carretera Central Holguín; subordinada a la Empresa EMCOMED, se dedica el almacenamiento, distribución y comercialización mayorista a las entidades de salud, FAR, MININT y otras empresas, medicamentos de producción nacional e importados, materias primas, reactivos químicos, medios de diagnóstico, artículos ópticos, dentales, productos químicos, material higiénico sanitario, suplementos nutricionales, narcóticos, alcohol de uso médico, material para banco de sangre y recientemente incorporados, productos asépticos y utensilios médicos de uso domiciliario.

La Empresa Comercializadora y Distribuidora de Medicamentos – Droguería Holguín reviste una gran importancia en el contexto social, constituye un pilar fundamental para elevar la vitalidad del pueblo (Guzmán Hernández, 2014). Su principal prioridad consiste en abastecer de medicamentos todas las instituciones de Salud Pública de la Provincia. El proceso se enmarca en siete actividades claves: recepción, almacenamiento, ventas, despacho, expedición, transportación, entregas, estas actividades responden al flujo del proceso de distribución de los medicamentos.

El principal objetivo de toda organización lo constituyen los clientes, por ellos es que surgen y para ellos es que trabajan. La Droguería posee dos almacenes, uno ubicado en Holguín y el otro en Mayarí. Desde Holguín se distribuye a 15 hospitales, 37 policlínicos, 133 farmacias y 146 otras instituciones de salud; ubicados en los municipios de Calixto García, Cueto, Antilla, Rafael Freyre, Urbano Noris, Banes, Gibara, Báguanos, Cacocum y Holguín, en el almacén de Mayarí se distribuye a 7 hospitales, 9 policlínicos, 49 farmacias, y 88 otras instituciones de salud; ubicados en los municipios de Frank País, Moa, Sagua y Mayarí.

En el funcionamiento de la organización, en aras de lograr un adecuado desarrollo de

sus procesos, se requiere del oportuno y suficiente abastecimiento de los medicamentos necesarios para la comercialización, con este objetivo la entidad cuenta entre sus principales proveedores con: MedSol, AICA y los laboratorios (Reinaldo Gutiérrez, Julio Trigo, Carlos J. Finlay, 8 de Marzo, Mario Muñoz, Oriente, UEBMMI, J.R. Franco, R. Escudero, Novatec, Liorat, Saúl Delgado, Cidem y Medilip). Dicho esto, la figura 3.1 muestra una representación parcial del sistema logístico de la entidad.



**Figura 3.1. Representación parcial del sistema logístico de EMCOMED Holguín.**

Al tener una visión holística integral de sistema logístico se procedió a la aplicación del procedimiento, cuyos principales resultados se resumen a continuación.

### **Resultados de la aplicación del procedimiento para la modelación multicriterio de los recursos restrictivos en el sistema logístico de empresas comercializadoras**

#### **Etapa I. Inicio**

##### **Paso 1. Listar los recursos que intervienen en el sistema logístico**

Con el fin de obtener un listado de los recursos que intervienen en el sistema logístico de la entidad se realizó una revisión de la documentación de la entidad asociada a los recursos, otras investigaciones (Guzmán Hernández, 2014; Rodríguez Toledo, 2014) que pudieran contener información relevante, la observación directa y entrevistas a

trabajadores de la entidad. De esta forma se resumieron en la tabla 3.1 la relación de los recursos identificados.

**Tabla 3.1. Listado de recursos**

Recursos		
Objeto	Fuerza	Medios
Mercancías	Fuerza de trabajo	Paletas de intercambio
		Paletas plásticas
		Montacargas
		Transpaletas
		Termómetros
		Estanterías convencionales para paletas
		Estanterías para cargas fraccionadas
		Área de almacenamiento
		Altura de almacenamiento
		Vehículos de transporte externo
		Computadoras
		Impresoras
		Materiales de oficina
		Combustible
		Energía
		Báscula
		Carretillas
Contenedores		
Área de recepción y despacho		

## Paso 2. Seleccionar los criterios

Para seleccionar los criterios sobre los que se ponderarían los recursos, se realizó una tormenta de ideas entre el autor, tutor y directivos de la entidad que a su vez sirvieron como expertos en la aplicación del método de concordancia de Kendall, aplicado con el objetivo de seleccionar los criterios más representativos. Inicialmente se plantearon nueve criterios: impacto ecológico y medioambiental, tiempo óptimo de explotación, correlación con otros recursos, multifuncionalidad, importancia económica, facilidad de reposición/mejoramiento, fiabilidad, importancia en el proceso, costos operativos. Luego se aplicó el Método del coeficiente de concordancia de Kendall a través del programa *Statistic Program for Social Sciences (SPSS)* para *Windows* versión 19.0. Los resultados obtenidos se muestran en las tablas 3.2 donde se relacionan los rangos de los criterios y tabla 3.3 en la que se observa que el coeficiente de concordancia de Kendall  $W > 0.5$ , lo que significa que existe concordancia entre los expertos. Para validar la concordancia se comprueba la prueba no paramétrica correspondiente, y se obtuvo

que el valor de Chi-cuadrado para la prueba es de 49,393 que al compararlo con el tabulado (3,325) demuestra que el consenso es válido.

**Tabla 3.2. Rangos**

	Rango promedio
Impacto ecológico y medioambiental	1,63
Tiempo óptimo de explotación	1,88
Correlación con otros recursos	2,50
Multifuncionalidad	5,63
Importancia económica	5,31
Facilidad de reposición/mejoramiento	6,00
Fiabilidad	7,88
Importancia en el proceso	6,69
Costos operativos	7,50

**Tabla 3.3. Estadísticos de contraste**

N	8
W de Kendall <sup>a</sup>	,772
Chi-cuadrado	49,393
gl	8
Sig. asintót.	,000

a. Coeficiente de concordancia de Kendall

Posteriormente se calculó la media entre los rangos (5,002) con el objetivo de seleccionar los criterios que se encontraran en un rango mayor o igual a la media. Para una mejor comprensión de la naturaleza e interpretación de los criterios seleccionados se realizó una breve explicación que se muestra a continuación:

**Multifuncionalidad:** asociada a la variedad de usos que se le puedan dar al recurso.

**Importancia económica:** valor de adquisición/mantenimiento del recurso.

**Facilidad de reposición/mejoramiento:** grado de disponibilidad del recurso en el mercado o actualización.

**Fiabilidad:** funcionamiento del recurso sin fallos.

**Importancia en el proceso:** nivel de importancia del recurso en el funcionamiento del proceso.

**Costos operativos:** costo de funcionamiento del recurso.

## **Etapas II. Implementación**

### **Paso 3. Selección de los recursos y las variables para la modelación**

#### **Tarea 1. Selección de expertos**

Se partió de la determinación y selección apropiada de la comunidad de expertos a emplear en la determinación de los recursos restrictivos. De esta forma, se utilizó el método probabilístico y se asumió una ley binomial de probabilidad, con un nivel de

precisión del 10%, una proporción estimada de errores (promedio) del 2% y para un nivel de confianza del 95%, se obtuvo una necesidad de ocho expertos.

El grupo de expertos se conformó con cinco directivos y especialistas pertenecientes a la empresa objeto del estudio práctico (poseen nivel superior y vasta experiencia en su profesión) y tres académicos familiarizados con la temática de investigación (son investigadores y profesores del tema y poseen categoría científica de MSc. y (o) Dr.C.).

## Tarea 2. Determinación de la función multicriterio para seleccionar los recursos

### Acción 1. Construir la jerarquía de Saaty

Para la construcción de la jerarquía de Saaty, luego de tener definidos los recursos y criterios que la compondrían, el autor optó por el uso de la herramienta *SmartArt*, disponible en la aplicación *Microsoft Excel* del paquete de *Microsoft Office 2013*, se aprovechó que la herramienta antes mencionada cuenta con el estilo “jerarquía”, que constituye una manera rápida y eficiente para la construcción de la figura. En la figura 3.2 se muestra la función multicriterio modelada, compuesta por los seis criterios mencionados en el paso 2 y por los 21 recursos listados en el paso 1.



Figura 3.2. Jerarquía de Saaty.

## Acción 2. Determinar calificaciones de cada recurso según cada criterio

Antes de emitir los juicios, los expertos fueron familiarizados, tanto con el objeto de estudio práctico como con la propuesta de la investigación, cabe destacar que para la selección de los académicos se consideró que tuvieran publicaciones relacionadas con el tema de investigación ya fueran de procedencia nacional o extranjera, lo que aportó

	Multifuncionalidad	Importancia económica	Facilidad de reposición/mejoramiento	Fiabilidad	Importancia en el proceso	Costos operativos
Multifuncionalidad	1,0000	7,0000	1,0000	0,1250	0,1429	0,1250
Importancia económica	0,1429	1,0000	6,0000	3,0000	0,2000	0,2000
Facilidad de reposición/mejoramiento	1,0000	0,1667	1,0000	1,0000	0,1429	0,1250
Fiabilidad	8,0000	0,3333	1,0000	1,0000	6,0000	7,0000
Importancia en el proceso	7,0000	5,0000	7,0000	0,1667	1,0000	5,0000
Costos operativos	8,0000	5,0000	8,0000	0,1429	0,2000	1,0000

una visión más completa del estado actual de los recursos evaluados. Luego se les entregó el instrumento (anexo 5) aplicado en el que se relacionaron los recursos que pudieran constituir un cuello de botella en el sistema logístico de la empresa comercializadora. Con los datos obtenidos se confeccionó la tabla 3.4 en la que se relacionan las medias de cada recurso según cada criterio. Luego de calculadas las medias se procedió al cálculo de los coeficientes de variación a través de la ecuación 2.2, con el objetivo de verificar que todos los valores de Cv fueran menores que 0.20, una vez comprobada esta condición se normalizaron las medias a través del procedimiento de la ecuación 2.3, cuyos resultados mostrados en la tabla 3.5.

## Acción 3. Determinar pesos de cada criterio

Para la obtención de los pesos subjetivos se empleó el Método de Saaty como se explicó en el procedimiento, a partir de la creación de la matriz de Saaty o matriz recíproca (tabla 3.6).

### Tabla 3.6. Matriz de Saaty

Una vez conformada la matriz de Saaty se plantearon las ecuaciones que forman el modelo para la obtención de los pesos objetivos. Luego estos datos se introdujeron en el WinQSB 2.0 para obtener los pesos subjetivos (figura 3.3).

$$\text{Mín } Z = p_1 + k_1 + p_2 + k_2 + \dots + p_{15} + k_{15}$$

$$W_1^s + W_2^s + W_3^s + W_4^s + W_5^s + W_6^s = 1$$

**Tabla 3.4. Medias**

Recurso\Criterio	Multifuncionalidad	Importancia económica	Facilidad de reposición/mejoramiento	Fiabilidad	Importancia en el proceso	Costos operativos
Paletas de intercambio	2,750	3,625	4,125	4,625	4,125	2,625
Paletas plásticas	2,750	2,750	4,125	4,500	4,000	2,625
Montacargas	3,250	4,250	3,875	4,500	4,125	3,625
Transpaletas	2,750	3,250	3,625	4,625	3,875	2,875
Termómetros	1,875	3,625	3,500	4,000	4,000	3,875
Estanterías convencionales para paletas	2,875	3,375	3,000	4,125	3,875	2,000
Estanterías para cargas fraccionadas	2,875	3,500	2,875	4,125	3,875	2,125
Área de almacenamiento	3,375	4,000	4,625	4,750	4,875	4,625
Altura de almacenamiento	3,375	4,000	4,625	4,125	4,750	4,625
Vehículos de transporte externo	3,875	5,000	4,625	3,000	4,125	4,750
Fuerza de trabajo	4,000	4,000	4,625	3,625	4,875	3,250
Computadoras	4,000	3,875	4,500	3,375	3,875	3,625
Impresoras	2,875	3,500	3,250	3,375	3,125	2,125
Materiales de oficina	3,000	2,875	3,250	3,250	3,000	2,625
Combustible	3,000	4,875	2,750	4,000	4,750	4,625
Energía	4,000	4,000	2,875	3,125	4,750	4,500
Báscula	2,750	2,875	3,250	3,250	4,500	4,000
Mercancías	3,875	3,875	3,500	3,125	4,875	4,500
Contenedores	3,375	4,625	3,750	4,250	4,625	4,500
Carretillas	3,625	2,125	4,000	4,500	4,500	2,125
Área de recepción y despacho	4,125	2,625	4,500	4,875	5,000	4,000

**Tabla 3.5. Medias normalizadas**

Recurso\Criterio	Multifuncionalidad	Importancia económica	Facilidad de reposición/mejoramiento	Fiabilidad	Importancia en el proceso	Costos operativos
Paletas de intercambio	0,0402	0,0473	0,0521	0,0556	0,0461	0,0357
Paletas plásticas	0,0402	0,0359	0,0521	0,0541	0,0447	0,0357
Montacargas	0,0475	0,0555	0,0489	0,0541	0,0461	0,0492
Transpaletas	0,0402	0,0424	0,0457	0,0556	0,0433	0,0390
Termómetros	0,0274	0,0473	0,0442	0,0481	0,0447	0,0526
Estanterías convencionales para paletas	0,0420	0,0440	0,0379	0,0496	0,0433	0,0272
Estanterías para cargas fraccionadas	0,0420	0,0457	0,0363	0,0496	0,0433	0,0289
Área de almacenamiento	0,0494	0,0522	0,0584	0,0571	0,0545	0,0628
Altura de almacenamiento	0,0494	0,0522	0,0584	0,0496	0,0531	0,0628
Vehículos de transporte externo	0,0567	0,0653	0,0584	0,0361	0,0461	0,0645
Fuerza de trabajo	0,0585	0,0522	0,0584	0,0436	0,0545	0,0441
Computadoras	0,0585	0,0506	0,0568	0,0406	0,0433	0,0492
Impresoras	0,0420	0,0457	0,0410	0,0406	0,0349	0,0289
Materiales de oficina	0,0439	0,0375	0,0410	0,0391	0,0335	0,0357
Combustible	0,0439	0,0636	0,0347	0,0481	0,0531	0,0628
Energía	0,0585	0,0522	0,0363	0,0376	0,0531	0,0611
Báscula	0,0402	0,0375	0,0410	0,0391	0,0503	0,0543
Mercancías	0,0567	0,0506	0,0442	0,0376	0,0545	0,0611
Contenedores	0,0494	0,0604	0,0473	0,0511	0,0517	0,0611
Carretillas	0,0530	0,0277	0,0505	0,0541	0,0503	0,0289
Área de recepción y despacho	0,0603	0,0343	0,0568	0,0586	0,0559	0,0543

$$\begin{array}{rcccccccccccccccc}
W_1 & -7W_2 & & & & & & & -p_1 & +k_1 & = & 0 \\
W_1 & & -W_3 & & & & & & -p_2 & +k_2 & = & 0 \\
W_1 & & & -0,125W_4 & & & & & -p_3 & +k_3 & = & 0 \\
W_1 & & & & -0,1429W_5 & & & & -p_4 & +k_4 & = & 0 \\
W_1 & & & & & -0,125W_6 & & & -p_5 & +k_5 & = & 0 \\
W_2 & -6W_3 & & & & & & & -p_6 & +k_6 & = & 0 \\
W_2 & & -3W_4 & & & & & & -p_7 & +k_7 & = & 0 \\
W_2 & & & -0,2W_5 & & & & & -p_8 & +k_8 & = & 0 \\
W_2 & & & & -0,2W_6 & & & & -p_9 & +k_9 & = & 0 \\
W_3 & & -W_4 & & & & & & -p_{10} & +k_{10} & = & 0 \\
W_3 & & & -0,1429W_5 & & & & & -p_{11} & +k_{11} & = & 0 \\
W_3 & & & & -0,125W_6 & & & & -p_{12} & +k_{12} & = & 0 \\
W_4 & & & W_4 & -6W_5 & & & & -p_{13} & +k_{13} & = & 0 \\
W_4 & & & & & -7W_6 & & & -p_{14} & +k_{14} & = & 0 \\
W_5 & & & & & W_5 & -5W_6 & & -p_{15} & +k_{15} & = & 0
\end{array}$$

$$W_j^s \geq 0; \quad j = 1 \dots 6$$

	21:50:35		Monday	May	25	2015		
	Decision Variable	Solution Value	Unit Cost or Profit c(j)	Total Contribution	Reduced Cost	Basis Status	Allowable Min. c(j)	Allowable Max. c(j)
1	Multifuncionalidad	0.8500	0	0	0	basic	-7.7240	1.3520
2	Importancia Económica	0.1214	0	0	0	basic	-7.3871	8.9235
3	Facilidad de reposición/mejoramiento	0.0202	0	0	0	basic	-1.1729	11.0750
4	Fiabilidad	0.0068	0	0	0	basic	-120.1043	131.8548
5	Importancia en el proceso	0.0006	0	0	0	basic	-2.847.8430	11.8579
6	Costos operativos	0.0010	0	0	0	basic	-7.1561	6.8575

**Figura 3.3. Pesos subjetivos obtenidos en el WinQSB 2.0.**

Después de calculados los pesos subjetivos se procedió a la obtención del valor de K para cada criterio a partir de la multiplicación de la matriz de Saaty por los pesos subjetivos obtenidos.

$$\begin{bmatrix}
1 & 7 & 1 & 0,125 & 0,1429 & 0,125 \\
0,1429 & 1 & 6 & 3 & 0,2 & 0,2 \\
1 & 0,1667 & 1 & 1 & 0,1429 & 0,125 \\
8 & 0,3333 & 1 & 1 & 6 & 7 \\
7 & 5 & 7 & 0,1667 & 1 & 5 \\
8 & 5 & 8 & 0,1429 & 0,2 & 1
\end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} 0,8500 \\ 0,1214 \\ 0,0202 \\ 0,0068 \\ 0,0006 \\ 0,0010 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1,7211 \\ 0,3846 \\ 0,8974 \\ 6,8781 \\ 6,7051 \\ 7,5707 \end{bmatrix}$$

El cálculo del autovalor dominante se muestra a continuación, cumpliéndose que el resultado es mayor que el número de criterios (6), lo que comprueba que existe consistencia en el resultado.

$$\delta_{\text{máx}} = \frac{\frac{1,7211}{0,85} + \frac{0,3846}{0,1214} + \frac{0,8974}{0,0202} + \frac{6,8781}{0,0068} + \frac{6,7051}{0,0006} + \frac{7,5707}{0,001}}{6} = 3301,17$$

Se continuó con la aplicación del método de Entropía a partir de los valores de la media normalizados anteriormente, en la tabla 3.7 se muestran los valores de entropía ( $E_j$ )

calculados para cada criterio, luego los valores son transformados a  $D_j$  al restar  $1-E_j$ . Por último se normaliza  $D_j$  para obtener el peso objetivo ( $W_j^o$ ).

**Tabla 3.7. Valores de  $E_j$ ,  $D_j$  y  $W_j^o$**

Criterio	Multifuncionalidad	Importancia económica	Facilidad de reposición/mejoramiento	Fiabilidad	Importancia en el proceso	Costos operativos
$E_j$	0,9947	0,9935	0,9955	0,9959	0,9974	0,9869
$D_j$	0,0053	0,0065	0,0045	0,0041	0,0026	0,0131
$W_j^o$	0,1469	0,1804	0,1239	0,1127	0,073	0,3631

El siguiente paso es la obtención del peso para cada criterio, valor que se obtiene al normalizar el producto del peso objetivo por el subjetivo según la ecuación 2.14. La tabla 3.8 muestra el resultado de este procedimiento.

**Tabla 3.8. Valor del peso para cada criterio**

Criterio	Multifuncionalidad	Importancia económica	Facilidad de reposición/mejoramiento	Fiabilidad	Importancia en el proceso	Costos operativos
$W_j$	0,83	0,1456	0,0166	0,0051	0,0003	0,0024

#### **Acción 4. Seleccionar los recursos a modelar**

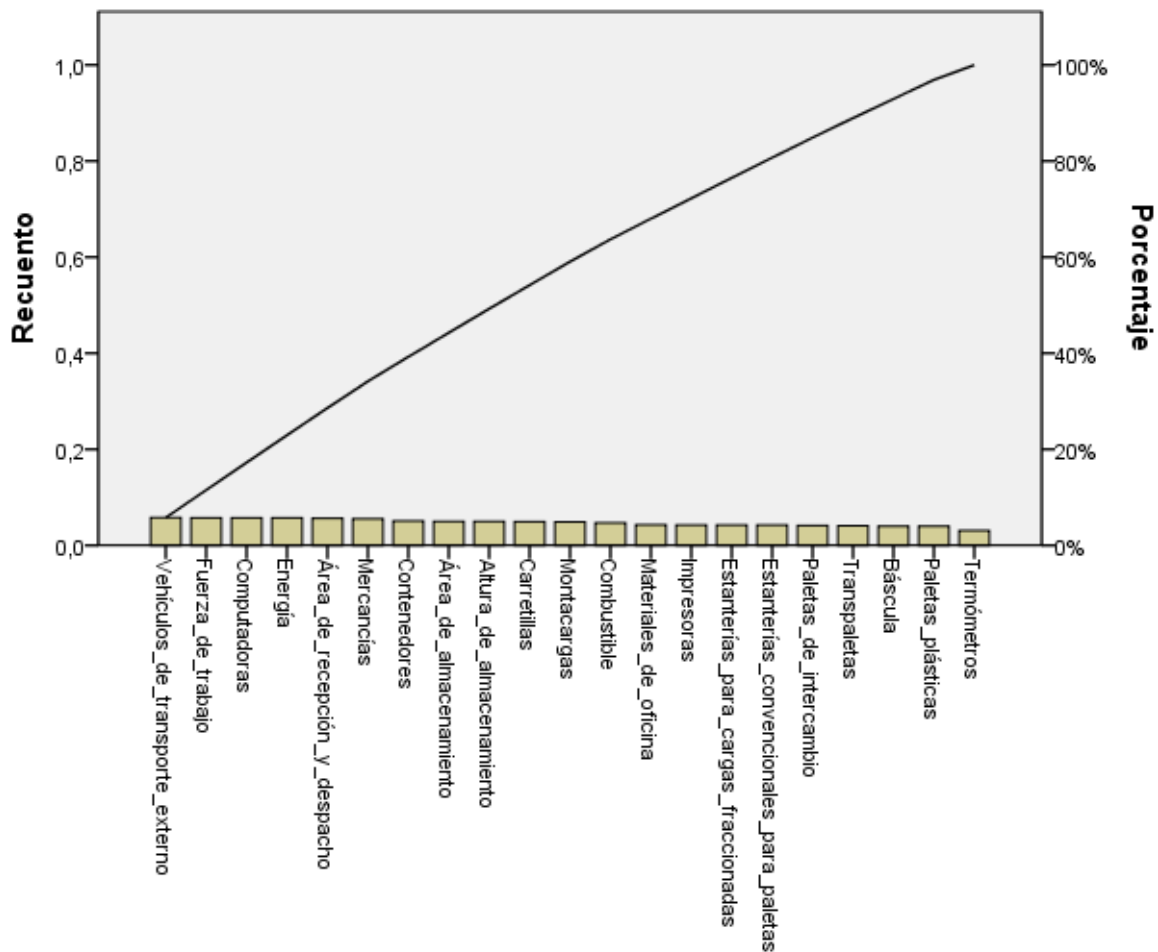
En esta acción se calculó el valor de la función multicriterio (FM) para cada recurso. Los resultados se muestran a continuación en la tabla 3.9:

**Tabla 3.9. Valor de la función multicriterio por recurso**

Recurso	FM
Paletas de intercambio	0,0415008
Paletas plásticas	0,0398329
Montacargas	0,0487254
Transpaletas	0,0406882
Termómetros	0,0307476
Estanterías convencionales para paletas	0,0422268
Estanterías para cargas fraccionadas	0,0424518
Área de almacenamiento	0,0500300
Altura de almacenamiento	0,0499914
Vehículos de transporte externo	0,0578909
Fuerza de trabajo	0,0574693
Computadoras	0,0572034
Impresoras	0,0424814
Materiales de oficina	0,0428727
Combustible	0,0466851
Energía	0,0571122
Báscula	0,0398514
Mercancías	0,0555168
Contenedores	0,0510042
Carretillas	0,0492218
Área de recepción y despacho	0,0564319

Para la selección de los recursos a modelar se aplicó el principio de Pareto (figura 3.4), el 80% de la suma acumulada se encuentra aproximadamente en el recurso estanterías

convencionales para paletas. A partir de los resultados obtenidos se deben modelar los recursos siguientes: vehículos de transporte externo, fuerza de trabajo, computadoras, energía, área de recepción y despacho, mercancías, contenedores, área de almacenamiento, altura de almacenamiento, carretillas, montacargas, combustible, materiales de oficina, impresoras, estanterías para cargas fraccionadas y estanterías convencionales para paletas.



**Figura 3.4. Gráfico de Pareto.**

### Tarea 3. Selección de las variables para la modelación de los recursos

El procedimiento propuesto indica que para una correcta modelación de los recursos la siguiente tarea es la selección de las variables a modelar; al seguir el algoritmo para la identificación de las variables enfocados en el recurso de mayor interés (vehículos de transporte externo) se llegó a la conclusión de que se encuentra en la categoría de medios de trabajo. A continuación se relacionan las variables seleccionadas para la

modelación (tabla 3.10), se debe aclarar que el medio en cuestión no interviene de forma directa en el proceso de almacenamiento, por lo que las variables para este subsistema no fueron incluidas en el modelo.

**Tabla 3.10. Variables para la modelación del recurso vehículos de transporte externo**

Nombre de la variable	Notación	Unidad de medida
Capacidad de carga dinámica	Q <sub>din</sub>	ton
Capacidad de carga volumétrica	W	m <sup>3</sup>
Disponibilidad	Et	u
Distancia a recorrer	Lt	Km
Cantidad de vehículos	Ee	u
Disponibilidad de piezas de repuesto	Dpr	Si/No
Compatibilidad	C	Compatible/No compatible
Polivalencia	P	Nula/Alta
Estado técnico	Etéc	Bueno/Malo

#### **Paso 4. Técnica para determinar la cantidad de recursos por subsistema**

Para obtener el modelo que permita determinar la cantidad de equipos a necesitar en función del subsistema donde este se manifieste se dividió según fuera el caso la programación por meta como se obtuvo del algoritmo para decidir la técnica para determinar la cantidad de recursos.

#### **Aprovisionamiento**

Variables:

Q<sub>din</sub> -Capacidad de carga dinámica (ton)

W -Capacidad de carga volumétrica (m<sup>3</sup>)

Ee -Cantidad de vehículos (u)

Et -Disponibilidad (u)

Q -Peso total de la carga a transportar (ton)

V –Volumen total de la carga a transportar (m<sup>3</sup>)

p<sub>i</sub> –Desviación positiva i=1...3

k<sub>i</sub> –Desviación negativa i=1...3

F. O.  $\text{Min } Z = k_1 + k_2 + k_3$

S.A.:

$$Et \cdot Q_{din} - p_1 + k_1 = Q$$

$$Et \cdot W - p_2 + k_2 = V$$

$$Ee - p_3 + k_3 = Et$$

$$Et, Ee, p_n, k_n \geq 0 \quad n = 1...3$$

## Distribución

Variables:

Q<sub>din</sub> -Capacidad de carga dinámica (ton)

W -Capacidad de carga volumétrica (m<sup>3</sup>)

E<sub>e</sub> -Cantidad de vehículos (u)

E<sub>t</sub> -Disponibilidad (u)

Q -Peso total de la carga a transportar (ton)

V -Volumen total de la carga a transportar (m<sup>3</sup>)

p<sub>i</sub> -Desviación positiva i=1...4

k<sub>i</sub> -Desviación negativa i=1...4

L<sub>t</sub> -Distancia a recorrer (Km)

V<sub>t</sub> -Velocidad total de los vehículos (Km/h)

t -Tiempo total de duración de los recorridos (h)

$$\text{F. O. } \text{Min } Z = k_1 + k_2 + k_3 + k_4$$

S.A.:

$$E_t \cdot Q_{din} - p_1 + k_1 = Q$$

$$E_t \cdot W - p_2 + k_2 = V$$

$$E_e - p_3 + k_3 = E_t$$

$$V_t \cdot t - p_4 + k_4 = L_t$$

$$E_t, E_e, p_n, k_n \geq 0 \quad n = 1 \dots 4$$

## Reutilización

Variables:

D<sub>pr</sub> -Disponibilidad de piezas de repuesto  $D_{pr} \begin{cases} 0 : \text{No} \\ 1 : \text{Si} \end{cases}$

C -Compatibilidad  $C \begin{cases} 0 : \text{No compatible} \\ 1 : \text{Compatible} \end{cases}$

P -Polivalencia  $P \begin{cases} 0 : \text{Nula} \\ 1 : \text{Alta} \end{cases}$

E<sub>téc</sub> -Estado técnico  $E_{téc} \begin{cases} 0 : \text{Malo} \\ 1 : \text{Bueno} \end{cases}$

E<sub>t</sub> -Disponibilidad (u)

F. O. Máx. Z=E<sub>t</sub>

s.a.:

$$E_t \cdot D_{pr} \geq 0$$

$$E_t \cdot C \geq 0$$

$$E_t \cdot P \geq 0$$

$$E_t \cdot E_{téc} \geq 0 \quad E_t \geq 0$$

## Conclusiones

1. Como resultado de las comparaciones realizadas se considera que el sistema logístico en una empresa comercializadora adquiere rasgos propios en este tipo de entidad, por lo que su tratamiento debe ser inherente a sus características.
2. Los recursos que intervienen en el sistema logístico de una empresa comercializadora, pueden constituir una restricción física que entorpezca el proceso, si su gestión no es la adecuada.
3. Como resultado de la búsqueda bibliográfica especializada, se comprobó la importancia de la modelación multicriterio en los sistemas logísticos de las empresas comercializadoras y el tratamiento recibido por los distintos autores.
4. A partir de la crítica científica se concluyó que el procedimiento propuesto por Vega de la Cruz (2014), constituiría el basamento metodológico de la investigación, dadas sus características y las del objeto de estudio práctico, no obstante fue necesaria la adaptación de este para al contexto de una empresa comercializadora.
5. Fue necesario adaptar el algoritmo para la selección de las variables para la modelación de los recursos propuesto por Vega de la Cruz (2014), pues el original era más afín a empresas de producción.
6. Se aplicó parcialmente el procedimiento seleccionado y adecuado a las condiciones de EMCOMED, esto permitió determinar que:
  - existen 21 recursos en la empresa de ellos 16, por su potencialidad para constituirse en recursos restrictivos, requieren modelación.
  - se propuso el modelo multicriterio para los vehículos de transporte externo, ya que es este el que mayor influencia negativa posee en la situación actual de la empresa.

## **Recomendaciones**

1. Modelar el resto de los recursos identificados como restrictivos.
2. Aplicar el modelo propuesto en pos de lograr la capacidad óptima para el recurso vehículos de transporte externo.
3. Impulsar investigaciones en la gestión logística para lograr índices superiores en el aprovechamiento de las capacidades en el sistema logístico de la empresa.

## Bibliografía

1. Acevedo Suárez, J.A., M.I. Gómez Acosta, A.J. Urquiaga Rodríguez y M. Hernández Torres. (1996). Gestión de las capacidades en los sistemas logísticos. (Ediciones ISPJAE).
2. Acevedo Suárez, J.A. (2008). *Modelos y estrategias de desarrollo de la logística y las redes del valor en el entorno de Cuba y Latinoamérica*. (Tesis por el grado de Doctor en Ciencias), CUJAE.
3. Acevedo Suárez, J.A. y M.I. Gómez Acosta. (2001). La logística moderna y la competitividad empresarial. (LOGESPRO).
4. Acevedo Suárez, J.A. y M.I. Gómez Acosta. (2007). Modelación integrada de procesos empresariales. ed. *La Habana (Cuba) (2008)*. p. *Cuba: una mirada desde el 2008*. ISBN:.
5. Acevedo Suárez, J.A. y M.I. Gómez Acosta. (2010). *La Logística Moderna en la Empresa* (2da ed.). La Habana, Cuba: Félix Varela.
6. Acevedo Suárez, J.A., M.I. Gómez Acosta y A.J. Urquiaga Rodríguez. (2006). *Modelos y estrategia para el desarrollo de la Logística y la Gestión de las Redes de Valor en Cuba y Latinoamérica*. La Habana, Cuba: CUJAE.
7. Acevedo Suárez, J.A., M.I. Gómez Acosta, A.J. Urquiaga Rodríguez y M. Hernández Torres. (1996). Gestión de las capacidades en los sistemas logísticos. (Ediciones ISPJAE).
8. Acevedo Urquiaga, A.J. (2013). *Modelo de Gestión Colaborativa del Flujo Logístico*. (Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Técnicas), Instituto Superior Politécnico "José Antonio Echeverría", La Habana, Cuba.
9. Anaya Tejero, J.J. y S. Polanco Martín. (2007). *Innovación y mejora de procesos logísticos: Análisis, diagnóstico e implementación de sistemas logísticos* (2da ed.). Madrid: ESIC.
10. Antún, J.P. (2002). *Administración de la Cadena de Suministro: Evolución de los enfoques logísticos*. Instituto de Ingeniería, UNAM.
11. Arango, M.D., G. Pérez y M.D. Rojas. (2008). Modelación de los indicadores de gestión en la Cadena de Suministro. Una visión sistémica. *DYNA*, 75(156), 19-28.
12. Arzola Ruiz, J. (2000). *Sistemas de Ingeniería*. Editorial Félix Varela, La Habana
13. Babiloni Griñon, M.E. (2009). *Una metodologñia para la estimación eficiente del stock de referencia en políticas de revisión periódica con demanda discreta*. (Tesis Doctoral), Universidad Politécnica de Valencia, Valencia, España.
14. Bäckstrand, J. (2007). *Levels of interation in supply chain relations*. (Thesis for the degree of licentiate of engineering), School of Engineering, Jönköping University, Göteborg, Sweden.
15. Ballesteros Riveros, D.P. y P.P. Ballesteros Silva. (2004). "La logística Competitiva y la Administración de la Cadena de Suministro" *Scientia et Technica Año X*, 24.
16. Balloud, R.H. (1991). *Logística empresarial. Control y planificación*. . España.: Editora Díaz de Santos, S. A.

17. Barba Romero, S. y J. Pomerol. (1997). Decisiones multicriterio: Fundamentos teóricos y utilización práctica. *Universidad de Alcalá, España*.
18. Benítez, R.M.-A. (2006). *El efecto látigo (BULLWHIP) en las cadenas de suministro y la dependencia de los agentes que las integran* (Tesis para la obtención del grado de Doctor), Universidad Pontificia Comillas de Madrid, Madrid, España.
19. Betancor, B.A.-J. (2005). *Sistemas de distribución: avances en la gestión de inventarios*. (Tesis doctoral), Universidad de la Laguna.
20. Blanchard, D. (2010). *Supply Chain Management Best Practices* (2nd ed.). New Jersey: John Wiley & Sons.
21. Boubeta, A.I.B. (2007). *Distribución logística y comercial. La logística en la empresa*. Vigo: Ideaspropias Editorial.
22. Camargo Pérez, J. (2009). *Diseño de un Sistema Logístico para suplir la demanda de combustible en el Sistema de Transporte Masivo en Bogotá con biodiesel obtenido a partir de el piñón*. (Proyecto de Grado para obtener el Título como Magister en Diseño y Gestión de Proceso), Universidad de La Sabana, Bogotá, Colombia.
23. Cazull Imbert, M. (2008). *Gestión de la transferencia de tecnología en la industria cubana del reciclaje: Métodos y procedimientos*. (Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Técnicas), Universidad Central "Marta Abreu" de las Villas, Villa Clara, Cuba.
24. Centro Español de Logística. (1993) *Diccionario de términos y definiciones logísticas*. España.
25. Cespón Castro, R. y M. Auxiliadora Amador. (2003). *Administración de la cadena de suministros. Manual para estudiantes de la especialidad de Ingeniería Industrial*: Universidad Tecnológica Centroamericana UNITEC.
26. Consejo de Ministros. (2007). *Decreto 281. Reglamento para la implementación y consolidación del Sistema de Dirección y Gestión Empresarial estatal*. La Habana, Cuba.
27. Correa, A. y R.A. Gómez. (2008). *Tecnologías de la Información en la Cadena de Suministro*. Colombia.
28. Costa Salas, Y.J., R. Abreu Ledón, C. Machado Osés y N. Coello Machad. (2010). Asistencia decisonal en el proceso de optimización para el enrutamiento de vehículos *Ingeniería Industrial*, 31(1), 7.
29. Council of Supply Chain Management Professionals. (2012). *Agenda de Competitividad en Logística 2008-2012 México*.
30. Cruz, A.M. (2009). Medición de la eficiencia del MétodoDatum para seleccionar Tecnologías Biomédicas. *Universidad del Rosario, Escuela de Medicina, Bogota D.C., Colombia*, 772.
31. Chopra, S. y P. Meindl. (2009). *Supply Chain Management: Strategy, Planning and Operation* (P. P. Hall. Ed. 4ta ed.). New Jersey, USA.
32. Christopher, M. (1994). *Logística y aprovisionamiento. Cómo reducir costes, stocks y mejorar los servicios*. (Ediciones Folio, S.A.).
33. Delgado Sobrino, D.R. (2009). *Procedimiento general para el diseño, implantación y control de rutas en cadenas de productos lácteos. Aplicación a la distribución de productos de la Pasteurizadora de Sancti Spiritus*. (Tesis

- presentada en opción del título académico de Máster en Ingeniería Industrial. Mención Logística), Universidad Central “Marta Abreu” de las Villas.
34. Deutsche Bundestag. (1994). *Enquete-Kommission (Commission of Inquiry)*.
  35. Díaz Batista, J.A. y D. Pérez Armayor. (2012). Optimización de los niveles de inventario en una cadena de suministro. *Ingeniería Industrial*, XXXIII(2), 7.
  36. Feito Madrigal, D. (2007). *Procedimiento general para el diseño y la gestión de la cadena de suministro de los productos utilizados en el sector de las telecomunicaciones en Villa Clara*. . (Tesis para optar por el título de Master en Administración de Negocios.), Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas (UCLV), Santa Clara.
  37. Frazelle, E. (2002). *Supply Chain Strategy. The logistics of Supply Chain Management* (McGraw-Hill Ed.). United States.
  38. Gareffi, G. (2001). Las cadenas productivas como marco analítico para la globalización. *Problemas del desarrollo*, 32(125).
  39. Garza Ríos, R. y C. González Sánchez. (2004). Modelo matemático para la planificación de la producción en la cadena de suministro. *Ingeniería Industrial*, XXV(2), 4.
  40. Gómez Acosta, M.I. (1997). *La planificación y control del flujo logístico en empresas de producción contra pedidos de la Industria Mecánica*. (Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Técnicas), Instituto Superior Politécnico “José Antonio Echeverría”, Ciudad de La Habana, Cuba.
  41. Gómez Acosta, M.I., J.A. Acevedo Suárez y T. López Joy. (2015). Diplomado de Dirección y Gestión Empresarial XI Edición. La Habana, Cuba: Escuela Superior de Cuadros del Estado y del Gobierno.
  42. González González, R. (2002). *El modelo de plataforma logística de petróleo en Cuba*. (Tesis por el grado de Doctor en Ciencias Técnicas), Instituto Politécnico Superior “José A. Echeverría”.
  43. Gunnarsson, H. (2007). *Supply chain optimization in the forest industry*. (Doctoral Thesis), Linköping University, Linköping, Sweden.
  44. Guzmán Hernández, Y. (2014). *La gestión del servicio al cliente en la Empresa Comercializadora y Distribuidora de Medicamentos Holguín*. (Tesis presentada en opción al título de Ingeniero Industrial), Universidad de Holguín: Oscar Lucero Moya, Holguín.
  45. Handfield, R.B., E.L. Nichols y E.J. Nichols. (2002). *Supply Chain Redesign: Transforming Supply Chains into Integrated Value Systems* (Prentice-Hall Ed.). London.
  46. Imoh, A. (2010). A theory of the competing supply chain: Alternatives for development. *International Business Research*.
  47. Isaza Castro, J. (2002). Cadenas productivas. Enfoques y precisiones conceptuales. *Investigación*.
  48. Jiménez Sánchez, J.E. (2006). *Coordinación de inventarios en una cadena de suministro a través de épocas comunes de resurtido bajo demanda dinámica considerando diversos modos de transporte y diferentes políticas de descuento en los precios de los productos y en las tarifas de transporte*. (Tesis presentada para optar al Título de Doctor en Ciencias Técnicas), Universidad Politécnica de Valencia, Valencia, España.

49. Jiménez Sánchez, J.E. y S. Hernández García. (2002). Marco conceptual de la Cadena de Suministro: Un nuevo enfoque logístico.
50. Kalenatic, D. (1999). *Modelo integral y dinámico para el análisis, planeación, programación y control de las capacidades productivas en empresas manufactureras*. (Tesis presentada para optar al Título de Doctor en Ciencias Técnicas), Universidad Distrital E.J.C.
51. Knudsen González, J.A. (2005). *Diseño y gestión de la cadena de suministro de los residuos agroindustriales de la caña de azúcar. Aplicación a los residuos agrícolas cañeros, el bagazo y las mieles*. (Resumen de Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Técnicas), Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas, Santa Clara, Cuba.
52. Lao León, Y.O. (2013). *Procedimiento para el perfeccionamiento de las funciones de la administración de operaciones en la EMPA Holguín*. (Máster en Ingeniería Industrial), Universidad de Holguín: Oscar Lucero Moya, Holguín.
53. Lario Esteban, F.C. y E. Vicens Salort. (2006). *Modelos Conceptuales en Planificación Colaborativa de la Red/ Cadena de Suministro (R/CdS) en un contexto de modelado de Procesos de Negocio*. Paper presented at the X Congreso de Ingeniería de Organización, Valencia.
54. López Joy, T. (2014). *Modelo y procedimiento para el desarrollo de la gestión integrada de cadenas de suministro en Cuba*. (Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Técnicas), Instituto Superior Politécnico "José Antonio Echeverría", La Habana, Cuba.
55. Llauro Fábregas, X. (1999). *Estudio de la aplicación de sistemas basados en el conocimiento a la operación de una planta de tratamiento de residuos sólidos urbanos por valorización energética*. (Memòria presentada per optar al grau de Doctor Enginyer Industrial per la Universitat de Girona), Girona.
56. Mangan, J., C. Lalwani y T. Butcher. (2008). *Global Logistics and Supply Chain Management*: John Wiley and Sons.
57. Mariño Betancourt, M.E. (1997). *Programa para la optimización de la formación matemática básica de profesionales de ciencias técnicas*. Universidad de Oriente, Cuba.
58. Marrero Delgado, F. (2001). *Procedimientos para la toma de dediciones logísticas con enfoque multicriterio en la cadena de corte, alza y transporte de la caña de azúcar. Aplicaciones en CAI de la provincia de Villa Clara*. (Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Técnicas).
59. Marrero Delgado, F. (2002). *Teoría de decisión*. Universidad Nacional de Colombia, Colombia.
60. Martínez Delgado, E. (2003). *Modelo para la evaluación integral de un sistema de producción-distribución de medios biológicos aplicado a la agricultura urbana*. (Tesis presentada en opción al grado de Doctor en Ciencias Técnicas), Instituto Superior Politécnico "José Antonio Echeverría", Ciudad de la Habana, Cuba.
61. Martínez Delgado, E. y A. Rodríguez. (1996). Análisis del Sistema de Distribución de Medicamentos en el Almacén No2. *Ponencia presentada en Logística '96, La Habana*.

62. Martínez , J. (2013). Definicion De Empresa Comercial. Retrieved 9 de diciembre, 2014, from <http://www.buenastareas.com/ensayos/Definicion-De-Empresa-Comercial/7067394.html>
63. MEN. (2006). *Bases curriculares de matemática*. Colombia.
64. Meneses Marcel, J.C. (2009). *Perfeccionamiento de las rutas de distribución de la Empresa Suchel Trans para la provincia de Sancti Spíritus utilizando el método de Optimización por Colonia de Hormigas*. (En opción al Título de Máster en Ingeniería Industrial), Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas Santa Clara, Cuba.
65. MEP. (2013). *Resolución 114. Indicaciones Metodológicas para la elaboración del Plan 2014*. La Habana, Cuba.
66. Mosquera, C.G. (1994). *Gerencia de Logística industrial*. Venezuela: Academia Nacional de Ciencias Económicas.
67. Oliveira, E.P.d. (2007). *Modelo conceitual de um sistema de apoio à decisão, para gestores de logística e transporte em canais de exportação agrícola*. (Tese apresentada como requisito parcial para obtenção do Título de Doutor em Engenharia de Produção), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
68. Orlandeli, R. (2005). *Um modelo markoviano-bayesiano de inteligência artificial para avaliação dinâmica do aprendizado: Aplicação à logística*. (Tese apresentada para a obtenção do título de Doutor em Engenharia), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
69. Osorio Gómez, J.C. y J.P. Orejuela Cabrera. (2008). El proceso de análisis jerárquico (AHP) y la toma de decisiones multicriterio. Ejemplo de aplicación. *Scientia Et Technica, Universidad Tecnológica de Pereira Pereira, Colombia, XIV*, 247-252.
70. Pardillo Baez, Y. (2013). *Modelo de Diseño de Nodos de Integración en las Cadenas de Suministro*. (Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Técnicas), Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría, La Habana, Cuba.
71. Pérez López, J.F. (2004). *Aplicación de un Algoritmo Genético Generacional para un problema de Logística de Ruteo con Entrega y Recolección de Producto y con Ventanas de Horarios Negociables*: Nuevo León.
72. Pérez Pravia, M.C. (2010). *Modelo y procedimiento para la gestión integrada y proactiva de restricciones físicas en organizaciones hoteleras*. (Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Técnicas), Universidad de Holguín "Oscar Lucero Moya", Holguín.
73. Planchart Márquez, O. (2005). *La Modelación Matemática: Alternativa Didáctica en la Enseñanza de Precálculo. Vol 1*.
74. Pricewaterhousecoopers. (2011). *Manual Práctico de Logística* Retrieved from <http://www.programaempresa.com/empresa/empresa.nsf/paginas/BA43A3DF9ED296C1C125705B0024E380?OpenDocument>
75. Puig Domínguez, V.C. (2012). *Compilación de información relacionada con la logística Comercial Internacional*. (LCI) Centro de Superación del Comercio Exterior y la Inversión Extranjera.

76. Ramos Gómez, R.A. (2002). *Procedimiento para la mejora continua y el perfeccionamiento del sistema de planificación y control del servicio de reparación de motores. Aplicación al caso de la reparación de motores diesel.* (Tesis en opción al título de Doctor en Ciencias Técnicas), CUJAE.
77. Reyes Aguilar, P. (2009). *Administración de la Cadena de Suministro (SCM) Lo que todos deberían saber.*
78. Ribeiro, R. (2004). *Integrated Distribution Managements Problems: An Optimization Approach.* (Tesis doctoral), Universitat Pompeu Fabra, Barcelona, España.
79. Rodríguez Toledo, Y. (2014). *Procedimiento para el pronóstico de la demanda a través de una red neuronal artificial perceptrón multicapa.* (Tesis presentada para optar al Título de Ingeniero Industrial), Universidad de Holguín: Oscar Lucero Moya, Holguín.
80. Romero, C. (1993). *Teoría de la decisión multicriterio: conceptos, técnicas y aplicaciones.* Alianza Editorial, Madrid.
81. Rubio Lacoba, S. (2003). *El sistema de logística inversa en la empresa: Análisis y Aplicaciones.* Universidad de Extremadura, Extremadura, España. Retrieved from <http://www.pcid.es/public.htm>
82. Saaty, T. (1994). How to make a decision: the analytic hierarchy process. . *University of Pittsburgh.*
83. Saaty, T. (2001). The seven pillars of the analytic hierarchy process. *University of Pittsburgh.*
84. Sablón Cossío, N. (2014). *Modelo de Planificación Colaborativa Estratégico en Cadenas de Suministro.* (Resumen de la tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Técnicas), Universidad de Matanzas “Camilo Cienfuegos”, Matanzas, Cuba.
85. Salazar López, B.A. (2013). *Investigación de operaciones. Cali, Colombia.*
86. Sánchez Gómez, M.G. (2008). *Cuantificación de valor en la cadena de suministro extendida.* León: Del Blanco Editores.
87. Soret los Sants, I. (2006). *Logística y Marketing para la Distribución Comercial (3ra ed.).* Madrid: ESIC.
88. Soto Zuluaga, J.P. (2005). *Reverse Logistics: Models and applications.* (Tesis doctoral), Universitat Pompeu Fabra.
89. Stadtler, H. y C. Kilger. (2008). *Supply Chain Management and Advanced Planning (4th ed.).* Berlin, Alemania: Springer.
90. Thomas, D.J. y P.M. Griffin. (1996). Coordinated supply chain management. *European Journal of Operational Research, 94,* 1-15.
91. Torres Gemeil, M., J.R. Daduna y B. Mederos Cabrera. (2007). *Fundamentos Generales de la Logística.* Ciudad de la Habana: Editorial Universitaria Universidad de Pinar del Río “Hermanos Saíz Montes de Oca”.
92. Trujillo, J.M. y J.A. Diaz Batista. (1983). *Metodos economico matematicos I.* La Habana: Ediciones ENSPES.
93. Urquiaga Rodríguez, A.J. (2000). *Desarrollo del modelo general de la organización para el análisis y diseño de los sistemas logísticos.* (Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en CienciasTécnicas), Instituto Superior Politécnico “José Antonio Echeverría”.

94. Vega de la Cruz, L.O. (2014). *Procedimiento para la modelación multicriterio de los recursos más representativos en los sistemas logísticos*. (Tesis presentada para optar al Título de Ingeniero Industrial), Universidad de Holguín: Oscar Lucero Moya, Holguín.
95. Villa-Ochoa, C. Rojas y C.M. Cuartas. (2010). ¿Realidad en las matemáticas escolares?: Reflexiones acerca de la “realidad” en modelación en educación matemática. . *Revista Virtual Universidad Católica del Norte*, Vol.29, pp1-17.
96. Villa-Ochoa, J.A. (2009). *Presente y futuro de la investigación en Educación Matemática en Colombia*. Paper presented at the Memorias del décimo encuentro colombiano de Matemática Educativa., San Juan de Pasto: Asocolme.
97. Vinajera Zamora, A. (2011). *Modelo conceptual y procedimiento para mejorar el nivel de servicio al cliente en cadenas cubanas de suministro de productos electromecánicos en Cuba: caso contadores de energía eléctrica de la EPEM de Villa Clara*. (Tesis en opción al título de máster en Ingeniería Industrial ), Universidad Central “Marta Abreu” de las Villas, Santa Clara, Cuba.
98. Wagner, B. y S. Enzler. (2006). *Material flow management: improving cost efficiency and environmental performance*. Alemania: Physica-Verlag.
99. Wisner, J.D., K.C. Tan y G.K. Leong. (2008). *Principles of Supply Chain Management. A Balanced Approach* (2nd ed.). United States of America: Sourth Western.
100. Xu Shoubu. (2008). The concept and theory of material flow. *Information Systems Frontiers*.

## Anexos

### Anexo 1. Definiciones de la logística empresarial

Autor	Concepto
Ralph Bordosi (1927)	Hay dos usos de la distribución mundial las que deben ser claramente diferenciadas, el primero el uso de la palabra distribución física, como transportación y almacenamiento; el segundo el uso de la palabra distribución como mejor dicen marketing.
National Council of Physical Distribution Management (1967)	Un término empleado en la fabricación y el comercio para describir el amplio rango de actividades concernientes con el movimiento eficiente de productos terminados al final de la línea de producción hasta el cliente y en algunos casos incluye el movimiento de materias primas desde la fuente de suministro al comienzo de la línea de producción.
J. F. Magee (1968)	“El movimiento de los materiales desde una fuente u origen hasta un destino o usuario”. Aunque no incluyó el flujo de información en la definición lo analiza como contra flujo.
Bernard Lalonde (1971)	La unión de la gestión de los materiales con la distribución física.
Martin Christopher (1972)	También se refiere como la unión de la gestión de los materiales con la distribución física.
Varios autores (1975)	Generalizaron el término de << Bussines Logistics >> o sea Logística de los Negocios, para diferenciarlo de la logística militar.
National Council of Physical Distribution Management (1976)	La integración de dos o más actividades con el propósito de planificar, implementar y controlar la eficiencia del flujo de materias primas, productos en proceso y productos terminados desde el punto de origen al de consumo.
Bowersox (1979)	La aplicación del enfoque en sistema a la solución de los problemas de suministros y distribución de las empresas
Gary Davies (1983)	Respecto a la “Logística Internacional” alega las diferencias en la documentación requerida para el comercio internacional y el número de factores involucrados en los puertos, las aduanas, fletes, seguros y los trámites arancelarios.
Council of Logistic Management (1985)	El proceso de planificar, implementar y controlar la eficiencia, el costo efectivo del flujo y almacenamiento de las materias primas, productos en proceso, productos terminados y la información relacionada desde el punto de origen al de consumo con el propósito de conformar los requerimientos del cliente
Hervé y Dancel (1987)	Ofrecen tres conceptos del término logística atendiendo a: la visión técnica de esta función, la orientación hacia la distribución y el lado estratégico. <ul style="list-style-type: none"> <li>•La logística es obtener la producción correcta, en el lugar correcto, en el momento correcto y en el menor costo total.</li> <li>•La logística es proveer un nivel beneficioso en el servicio de distribución a los clientes, a través de una efectiva organización, planificación y control de las actividades de traslado y almacenamiento que facilitan un flujo de producción.</li> <li>•La logística es un medio para soportar la meta general de la firma y lograr ventaja competitiva.</li> </ul>
Ballou (1991)	Todas las actividades relacionadas con el traslado y almacenamiento de productos que tienen lugar entre los puntos de adquisición y los puntos de consumo.
Arthur D. Little (1991)	Es el proceso tradicional asociado con la adquisición y distribución de mercancía. Incluye las funciones de compra, transportación, control de inventarios, manipulación de materiales, fabricación, distribución y sistemas de flujo de información relacionados
Council of Logistic Management (1992)	El proceso de planificar, implementar y controlar la eficiencia, el flujo y almacenamiento efectivo de productos, servicios y la información relacionada desde el punto de origen hasta el consumo con el propósito de conformar los requerimientos del cliente
Martin Christopher (1992)	Proceso de dirigir estratégicamente la adquisición, movimiento, almacenamiento y el inventario (de materiales, partes y productos terminados), desde el suministrador a lo largo de la organización y sus canales de distribución, de tal forma que sean maximizadas las ganancias actuales y en el futuro, a través del pleno costo-beneficio de las órdenes.

## Anexo 1. Definiciones de la logística empresarial (continuación)

Autor	Concepto
Centro Español de Logística (1993)	Actividad compuesta por dos funciones básicas: 1. La gestión de los materiales: encargado de los flujos materiales en el aprovisionamiento de las materias primas y componentes y en las operaciones de fabricación hasta el envase del producto terminado. 2. La gestión de distribución: encargada del embalaje, el control de los inventarios de los productos terminados, pasando por los procesos de manipulación, almacenamiento y transporte hasta la entrega del producto o del servicio al cliente.
Natalie Fabbe (1993)	Consiste en una aproximación global a la completa circulación física de la materia prima a los componentes, la venta de los productos a los consumidores y las piezas de repuestos que deben soportar a los productos. Se incluyen todos los flujos informativo y financiero, asociados al flujo físico.
Mosquera (1994)	Las actividades de gerencia y de comunicación involucradas en el movimiento y almacenamiento de materiales, es decir desde la adquisición de materias primas hasta el consumo del producto final.
La Londe (1994)	Conjunto de tres o más compañías independientes que pasan materiales hacia delante.
Lones y Riley (1995)	Estudio del flujo material y su dirección desde los suministradores hasta el usuario final.
Santos Norton (1996)	Es un enfoque que permite la gestión de una organización a partir del estudio de flujo de materiales y el flujo informativo que a él se asocia, desde los suministradores hasta los clientes, partiendo de cinco funciones básicas que se desarrollan en las organizaciones". La gestión de aprovisionamiento. La gestión de procesos. La distribución física. La planificación integrada. El aseguramiento de la calidad.
Aristides Collazo (1996)	En su papel funcional centra sus esfuerzos en la interrelación y optimización del flujo material y el flujo informacional, asociado a estos el hombre como ente ejecutor.
Conejero (1996)	Es el sistema que garantiza el movimiento óptimo de las cargas y la información de la fuente hasta un cliente
Martha Gómez y José A. Acevedo (1996)	El conjunto de todas las actividades relacionadas con el flujo de materiales desde el punto proveedor hasta el punto consumidor, contempla además de las actividades materiales aquellas mediante las que se planifica, organiza, regula y controla dicho flujo material (dirección) de forma eficiente entendiéndose por eficiente llegar al punto consumidor con la cantidad y calidad requerida en el momento y lugar demandado con el menor costo posible.
Lambet (1996)	Alineación de firmas que traen de firmas que llevan producción y servicios al mercado
Cooper (1997)	Dirección del flujo material de un canal de distribución desde el suministrador hasta el último usuario.
Ehrmann Harald (1997)	Contribuye a los objetivos de la empresa a través de medidas de instrumentos de planeación y ejecución para garantizar los flujos de materiales, información y valores óptimos en el marco de los procesos empresariales que van desde el aprovisionamiento de los factores de producción e informaciones, pasando por la elaboración hasta la distribución de los resultados fabricados
Edgar H. Frazelle (1998)	En "Logística Pura" es citado con dos definiciones: • Es el flujo de materiales, información y pagos entre consumidores y proveedores. • Un conjunto de cinco procesos: servicio al cliente, gestión de inventarios, producción o compras, transporte, distribución y almacenamiento
Hondfield (1998)	Integrar y dirigir el flujo material, usando las perspectivas totales del sistema, a través de las múltiples filas de suministradores
The Educational Society of Resource Management (APICS) (1998)	Define a la Supply Chain Management (SCM) como la planeación, organización y control de las actividades de la cadena de suministro.

## Anexo 1. Definiciones de la logística empresarial (continuación)

Autor	Concepto
Steven (1999)	Sincronización de los requerimientos del cliente con el flujo material de los proveedores.
Ana J. Urquiaga y Acevedo (1999)	Es la acción del colectivo laboral dirigida a garantizar las actividades de diseño y dirección de los flujos materiales, informativo y financiero desde su fuente de origen hasta sus destinos finales que deben ejecutarse de forma racional y coordinada con el objetivo de proveer al cliente los productos y servicios en la cantidad, calidad, plazos y lugar demandados con elevada competitividad y garantizando la preservación del medio ambiente.
Sergio Maturana (1999)	La cadena de abastecimiento abarca todos los recursos y actividades necesarios para crear y entregar productos y servicios a los clientes. Gestión de la Cadena de Abastecimiento. La gestión de la cadena de abastecimiento (SCM) es el proceso de optimizar las prácticas internas de la empresa, así como la interacción con sus proveedores y clientes. Comprende la coordinación, programación, adquisición, producción, inventarios y entrega de los productos y servicios a los clientes.
Supply Chain Council (SCC) (2000)	Define las actividades de la cadena de suministros como las interacciones entre todos los consumidores, desde la orden de entrada hasta la voz de pago. Todas las transacciones de los productos (físico o de servicio) desde los proveedores hasta los consumidores y todas las interacciones en el mercado
Ballou, G. and Mukherjee (2000)	La SCM es la integración de las actividades relacionadas con la transformación y flujo de mercancía, incluyendo el flujo de información, desde las fuentes de los materiales hasta su uso final
Christopher (2000)	Red de organizaciones asociadas a través de lazos hacia arriba (aprovisionamiento) y hacia abajo (distribución) en procesos que producen valor en forma de productos y servicios al cliente
Council of Logistic Management (2000)	Son los procesos de la cadena de suministros (Supply Chain) que planean, instrumentan y controlan, en forma eficiente y efectiva, el flujo y almacenamiento de los bienes, los servicios y la información relacionada desde el punto de origen hasta el punto de consumo, para satisfacer los requerimientos de los clientes.
Julio J. Anaya (2000)	El control del flujo de materiales desde la fuente de aprovisionamiento hasta situar el producto en el punto de venta de acuerdo con los requerimientos del cliente.
August Casanovas y Lluís Cuatrecasas (2001)	Logística: Área de la gestión responsable de la obtención, el traslado y el almacenamiento de materiales y productos, desde la adquisición hasta el consumo.
	Logística Integral: Gestión integrada de todos los elementos que componen la cadena de logística.
	Cadena Logística: Conjunto de elementos enlazados de una organización logística, basada especialmente en el aprovisionamiento, la producción y la distribución a los puntos de consumo
	SCM: Metodología para mejorar al máximo actividades y relaciones entre todos los integrantes de la cadena logística y optimizar así la eficiencia.
	Logística empresarial: comprende la planificación, la organización y el control de todas las actividades relacionadas con la obtención, traslado y almacenamiento de materiales y productos, desde la adquisición hasta el consumo, a través de la organización y como un sistema integrado, con el objetivo de satisfacer las necesidades y requerimientos de la demanda de manera más eficaz y con el mínimo de costo posible. Incluye todo aquello que hace referencia a los flujos de información implicados.
	Definición actual más completa ajustada a la realidad empresarial: "Dado un nivel de servicio al cliente predeterminado, la logística se encargará del diseño y gestión del flujo de información y de materiales entre clientes y proveedores (distribución, fabricación, aprovisionamiento, almacenaje y transporte,...) con el objetivo de disponer del material adecuado, en el lugar adecuado, en la cantidad adecuada, y en el momento oportuno, al mínimo costo posible y según la calidad y servicio predefinido para ofrecer a nuestros clientes.

## Anexo 1. Definiciones de la logística empresarial (continuación)

Autor	Concepto
Cespón & Auxiliadora (2003)	Es el proceso de gestionar los flujos material e informativo de materias primas, inventario en proceso, productos acabados, servicios y residuales desde el suministrador hasta el cliente, transitando por las etapas de gestión de los aprovisionamientos, producción, distribución física y de los residuales.
Ruano & Hernández (2003)	Un sistema de gestión estratégica de los recursos humanos y de los flujos informativos, material, financieros y de retorno asociados al aprovisionamiento, producción, distribución, almacenaje y comercialización de las mercancías de los proveedores a los clientes con el propósito de satisfacer las necesidades de estos últimos con calidad y bajo costo como fuente para lograr ventajas competitivas en las organizaciones.
Sociedad Cubana de Logística (2004)	Sistema que garantiza el flujo eficiente de materiales o personas y de su información asociada desde un origen o fuente hasta un cliente o destino, incluyendo un flujo financiero
López Pérez (2004)	La "logística" se refiere a todas las funciones de una industria que puedan estar situadas hacia el interior de un negocio o bien subcontratadas hacia el exterior, a través del uso de proveedores de materiales o servicios contribuyendo todos ellos al flujo de información y productos que están siendo requeridos por los clientes.
Consejos de Profesionales de la Gestión de la Cadena de Suministro (2005)	Parte de la gestión de la cadena de suministro que se encarga de planificar, implementar y controlar la efectividad de los flujos material e informativo tanto hacia el cliente como luego de su utilización o sea la logística reversa desde el punto de origen hasta el de consumo para garantizar los requerimientos de los clientes
Cabral Castellá, María Ester (2006)	La logística es el conjunto de actividades que permite aumentar substancialmente la competitividad de un sector de la economía, se relaciona con la capacidad para trasladar eficientemente grandes volúmenes de producción con el menor costo posible en las distintas etapas del proceso de comercialización en especial aquellos relacionados con los del transporte.
Bastos Boubeta (2007)	La logística es el proceso por el que la empresa gestiona de forma adecuada el movimiento, la distribución eficiente y el almacenamiento de la mercancía, además del control de inventarios, a la vez que maneja con acierto los flujos de información asociados.
Council of Supply Chain Management Professionals (2012)	el proceso de planeación, implementación y control, de manera eficiente y efectiva, del flujo y almacenaje de bienes y servicios, así como de la información relacionada, desde el punto de origen hasta el punto de consumo con el propósito de responder a los requerimientos de los clientes

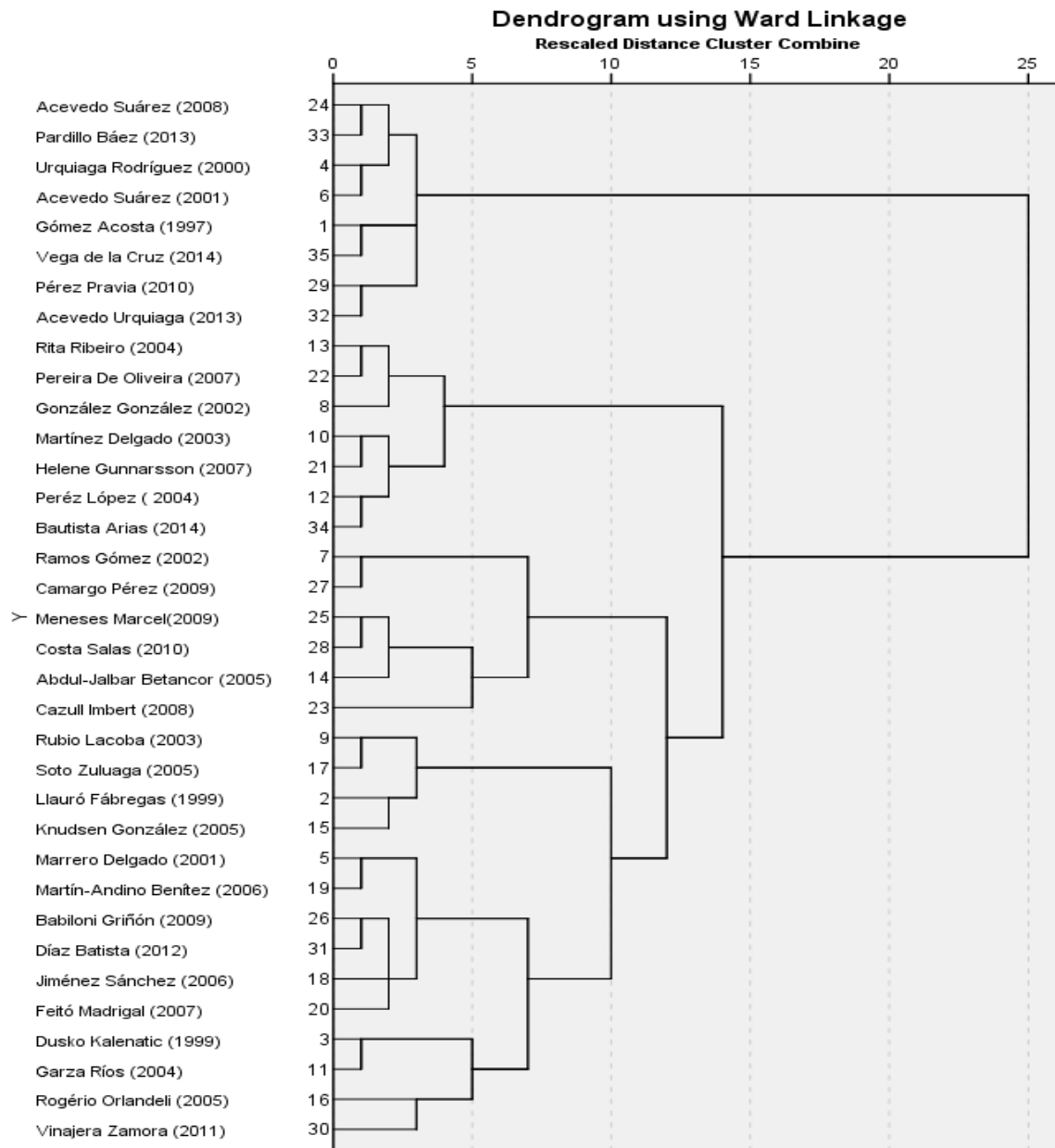
**Fuente: Vega de la Cruz (2014).**

## Anexo 2. Comparación entre los paradigmas monocriterio y multicriterio

Aspecto	Monocriterio	Multicriterio
Cantidad de criterios que valora	Uno	Varios
Calidad de la solución obtenida	Solución óptima	Mejor solución compromiso entre los criterios utilizados
Tipo de datos que utiliza	Cuantitativos	Cuantitativos y cualitativos
Cercanía a las preferencias del decisor	Escasa	Grande
Libertad de juicio del decisor	Ocultada	Proporcionada
Posibilidad de análisis interactivo	Escasa	Grande
Forma en que se muestran los diferentes criterios	Enmascarados en la función objetivo y las restricciones	De manera explícita
Objetividad desde el punto de vista humano	Escasa	Grande
Proximidad de la modelación del proceso de toma de decisiones a la realidad	Escasa	Grande
Elementos componentes	Alternativas y criterio	Alternativas, criterios y pesos

Fuente: Marrero Delgado (2001).

### Anexo 3. Análisis de conglomerado jerárquico



## Anexo 4. Selección de expertos

a) Datos del personal especialista

Cargo actual: \_\_\_\_\_

Años de experiencia en el cargo: \_\_\_\_\_

Calificación profesional, grado científico o académico:

Técnico: \_\_\_ Licenciado: \_\_\_ Ingeniero: \_\_\_ Especialista: \_\_\_ Master: \_\_\_ Doctor: \_\_\_.

1.- Marque con una cruz (X), en la tabla siguiente, el valor que se corresponde con el grado de conocimientos que usted posee en la materia presentada. Considere que la escala que le presentamos es ascendente, es decir, el conocimiento sobre el tema referido va creciendo desde 0 hasta 10:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

2.- Realice una autovaloración del grado de influencia que cada una de las fuentes que le presentamos a continuación, ha tenido en sus conocimientos y criterios. Para ello marque con una cruz (X), según corresponda, en A (alto), M (medio) o B (bajo):

Fuentes de argumentación	Grado de influencia de la fuente		
	A	M	B
Análisis teóricos realizados por usted			
Su experiencia obtenida			
Trabajos de autores nacionales			
Trabajos de autores extranjeros			
Su propio conocimiento del estado del problema en el extranjero			
Su intuición			

### Muchas Gracias

b) Determinación del coeficiente de concordancia de los expertos (K)

**Kc:** es el coeficiente de conocimiento o información que tiene el experto acerca del problema sobre la base de la valoración del propio experto en una escala de 0 a 10 y multiplicado por 0,1

**Ka:** es el coeficiente de argumentación o fundamentación de los criterios del experto, determinado como resultado de la suma de los puntos alcanzados a partir de una tabla patrón

Fuentes de argumentación	Influencia de las fuentes en sus criterios sobre la GCD		
	Alto	Medio	Bajo
Análisis teóricos realizados por usted	0,30	0,20	0,10
Su experiencia obtenida	0,50	0,40	0,20
Trabajos de autores nacionales	0,05	0,05	0,05
Trabajos de autores extranjeros	0,05	0,05	0,05
Su propio conocimiento del estado del problema en el extranjero	0,05	0,05	0,05
Su intuición	0,05	0,05	0,05
<b>Total</b>	<b>1,00</b>	<b>0,80</b>	<b>0,50</b>

- $K_a = 1 \rightarrow$  influencia alta de todas las fuentes
- $K_a = 0,8 \rightarrow$  influencia media de todas las fuentes
- $K_a = 0,5 \rightarrow$  influencia baja de todas las fuentes

$$K = \frac{1}{2}(K_c + K_a)$$

## Anexo 5. Instrumento aplicado a los expertos

Diversas investigaciones en el contexto nacional e internacional avalan la importancia de la gestión integrada de las cadenas de suministros. En este contexto se impone la necesidad de perfeccionar el sistema logístico en empresas comercializadoras, que se ve afectado en la mayoría de las ocasiones por capacidades restrictivas de medios, insumos y recursos humanos, dado el importante papel que desempeñan estas en la cadena de suministros.

En tal sentido se propone una matriz de decisión para que usted como experto, pondere (en escala predeterminada) cada recurso listado acorde la criterio planteado (se explica en un comentario). Su contribución permitirá jerarquizar la importancia del recurso en las actividades que se desarrollan en el sistema logístico de una empresa comercializadora, constituyendo este el punto de partida para su modelación matemática.

En caso de considerarlo necesario, se agradece que agregue otro (s) criterios/recursos

Recurso/Criterio	Multifuncionalidad	Importancia económica	Facilidad de reposición/mejoramiento	Fiabilidad	Importancia en el proceso	Costos operativos
Paletas de intercambio						
Paletas portuarias						
Paletas plásticas						
Montacargas						
Transpaletas						
Termómetros						
Medias paletas cajas						
Paletas cajas						
Esteras transportadoras						
Estanterías convencionales para paletas						
Estanterías para cargas fraccionadas						
Área de almacenamiento						
Altura de almacenamiento						
Vehículos de transporte externo						
Fuerza de trabajo						
Computadoras						
Impresoras						
Materiales de oficina						
Combustible						
Energía						
Báscula						
Mercancías						
Grúas						
Contenedores						
Carretillas						
Área de recepción y despacho						
<b>Escalas</b>	Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta
	Media	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta
	Baja	Media	Media	Media	Media	Media
	Nula	Baja	Baja	Baja	Baja	Baja
		Muy Baja	Muy Baja	Muy Baja	Muy Baja	Muy Baja

	Multifuncionalidad	Importancia económica	Facilidad de reposición/mejoramiento	Fiabilidad	Importancia en el proceso	Costos operativos
Multifuncionalidad						
Importancia económica						
Facilidad de reposición/mejoramiento						
Fiabilidad						
Importancia en el proceso						
Costos operativos						

**Muchas gracias por su cooperación.**