

Instituto Superior Politécnico “José Antonio Echeverría”
Facultad de Ingeniería Industrial
Departamento de Ingeniería Industrial



Modelo de Gestión Colaborativa del Flujo Logístico

Tesis presentada en opción al grado científico de
Doctor en Ciencias Técnicas

Autor: Ing. Ana Julia Acevedo Urquiaga

La Habana, Cuba
2013

Instituto Superior Politécnico “José Antonio Echeverría”
Facultad de Ingeniería Industrial
Departamento de Ingeniería Industrial



Modelo de Gestión Colaborativa del Flujo Logístico

Tesis presentada en opción al grado científico de
Doctor en Ciencias Técnicas

Autor: Ing. Ana Julia Acevedo Urquiaga

Tutores: Dr. Cs. José Antonio Acevedo Suárez
Dra. C. Ana Julia Urquiaga Rodríguez

La Habana, Cuba
2013

SÍNTESIS

La gestión colaborativa constituye una herramienta importante para la materialización de la cooperación entre las empresas, tan necesaria para el desarrollo de la economía cubana e internacional.

A pesar de los avances realizados en el campo de la logística y las cadenas de suministro, es ineludible el desarrollo de modelos de negocio que empleen eficientemente la información y faciliten la gestión integrada de los flujos logísticos entre los socios, como forma de alcanzar la eficacia y eficiencia del sistema logístico. Sin embargo, la investigación realizada no identifica un modelo que cumpla los requerimientos de gestión actuales, por lo que se plantea el **problema científico**: ¿Qué elementos y características deben conformar un modelo de gestión colaborativa del flujo logístico que garantice el aumento de la eficacia y la eficiencia del sistema logístico?

Esta investigación tiene como **objetivo** el desarrollo de un Modelo de Gestión Colaborativa del Flujo Logístico (MGCFL) que garantice una elevada eficacia y eficiencia del ciclo logístico.

Los **resultados** que se obtienen son: el contenido del MGCFL, el Modelo de Diseño del sistema informático para la gestión del flujo logístico, el procedimiento general de implementación del MGCFL, y los procedimientos específicos para la organización de la colaboración, el despliegue del sistema informativo y la gestión del flujo logístico.

GLOSARIO

Sigla	Significado
AGCCP	Algoritmo General para el Cálculo de Capacidad de Producción
AI	Artificial Intelligence
APICS	Association for Operations Management
ATM	Abastecimiento Técnico Material
B2B	Business to Business
B2C	Business to Customer
CENTIS	Centro de Isótopos
CPFR	Collaborative Planning Forecasting and Replenishment
CRM	Customer Relationship Management
CSCMP	Council of Supply Chain Management Professional
CUJAE	Ciudad Universitaria José Antonio Echeverría
DRP	Distribution Resources Planning
DSS	Decision Support System
ECASOL	Empresa Comercializadora de Grasas y Aceites Comestibles
ECR	Efficient Customer Response
EDI	Electronic Data Interchange
EOI	Esquema Organizativo Informativo
ERP	Enterprise Resources Planning
MAP	Modelo de Aseguramiento del Proceso
MD	Materiales Docente
MEC	Modelo Económico Cubano
MEP	Ministerio de Economía y Planificación
MGO	Modelo General de Organización
MLD	Módulo de Literatura Docente
MRP	Material Requirements Planning
RFID	Radio Frequency Identification
RUP	Proceso Unificado de Desarrollo
SCM	Supply Chain Management
SDGE	Sistema de Dirección y Gestión Empresarial
SGCC	Segunda Generalización del Cálculo de Capacidad de Producción
TIC	Tecnologías de la Información y las Comunicaciones
VICS	Voluntary Interindustry Commerce Standards
VMI	Vendor Management Inventory
VRD	Vicerrectoría Docente
VRE	Vicerrectoría Económica

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 1. GESTIÓN COLABORATIVA DEL FLUJO LOGÍSTICO.....	9
1.1 La integración en los conceptos de logística y cadenas de suministro	9
1.1.1 Integración	12
1.2 Flujo logístico	14
1.2.1 Flujo material	14
1.2.2 Flujo informativo.....	15
1.2.3 Flujo financiero.....	16
1.2.4 Gestión del flujo logístico	17
1.3 Planificación y control de la cadena de suministro	19
1.3.1 Niveles de planificación en la cadena de suministro	19
1.3.2 Planificación colaborativa de la cadena de suministro.....	21
1.4 Alcance de la gestión colaborativa del flujo logístico.....	22
1.5 Instrumentos de la gestión colaborativa del flujo logístico.....	25
1.5.1 Gestión de capacidades.....	25
1.5.2 Gestión de ciclos.....	27
1.5.3 Gestión de inventarios	29
1.6 Análisis de los modelos existentes de gestión del flujo logístico.....	31
1.6.1 Modelos de coordinación de la cadena de suministro.....	31
1.6.2 Modelos de programación matemática	32
1.6.3 Técnicas básicas de gestión del flujo logístico.....	33
1.6.4 Cumplimiento de los requisitos de la gestión colaborativa del flujo logístico.....	34

1.7	Tecnologías de la Información y las Comunicaciones para la integración	35
1.8	Conclusiones del capítulo	37
CAPÍTULO 2. MODELACIÓN DE LA GESTIÓN COLABORATIVA DEL FLUJO LOGÍSTICO 38		
2.1	Bases para la formulación del modelo	38
2.1.1	Bases conceptuales.....	38
2.1.2	Bases contextuales.....	39
2.1.3	Bases metodológicas.....	39
2.2	Modelación matemática para el balance del sistema logístico.....	40
2.2.1	Ecuaciones de balance del flujo logístico.....	40
2.2.2	Ecuaciones para el balance de capacidad.....	41
2.2.3	Matriz columna de índices de consumo relacional.....	41
2.3	Formulación del Modelo de Gestión Colaborativa del Flujo Logístico.....	42
2.3.1	Etapa I: Caracterización del sistema de planificación y control.....	43
2.3.2	Etapa II: Elementarización del MGCFL.....	47
	Funciones de los subsistemas	47
2.3.3	Etapa III: Estructuración del MGCFL.....	48
	Estructura del subsistema de planificación del MGCFL.....	49
	Estructura del subsistema de control del MGCFL.....	55
2.4	Procedimiento de implementación del MGCFL	60
2.4.1	Procedimiento específico para la organización de la gestión colaborativa	61
	61	
2.4.2	Procedimiento específico de despliegue del sistema informativo	61
2.4.3	Procedimiento para la gestión del flujo logístico	64

2.5	Conclusiones del capítulo	67
CAPÍTULO 3. CASOS DE ESTUDIO DE LA APLICACIÓN DEL MGCFL.....		68
3.1	Validación de la Segunda Generalización del Cálculo de Capacidad	68
3.2	Caso de estudio 1: Sistema logístico interno de la Librería CUJAE	69
3.2.1	Datos de la Librería CUJAE	69
3.2.2	Descripción del problema.....	70
3.2.3	Desafíos.....	71
3.2.4	La solución.....	71
	Fase I. Creación de premisas	71
	Fase II. Pilares.....	72
	Fase III: Implementación.....	73
	Fase IV. Medición de resultados.....	79
3.2.5	Lecciones aprendidas y factores de éxito	80
3.2.6	Los beneficios	81
3.3	Caso de estudio 2: Cadena de suministro de aceite comestible	81
3.3.1	Datos de la cadena de suministro de ECASOL	82
3.3.2	Descripción del problema.....	82
3.3.3	Desafíos.....	84
3.3.4	La solución.....	84
	Fase I. Creación de premisas	84
	Fase II. Pilares.....	86
	Fase III. Implementación.....	87
	Fase IV. Medición de resultados.....	91
3.3.5	Lecciones aprendidas	92

3.3.6 Los beneficios	93
3.4 Conclusiones del capítulo	93
CONCLUSIONES.....	94
RECOMENDACIONES	96
BIBLIOGRAFÍA	I
ANEXOS	XXII

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Diferentes tipos de relaciones en la cadena de suministro	13
Figura 1.2 Proceso de liberación de recursos financieros.....	24
Figura 2.1 Modelo de Gestión Colaborativa del Flujo Logístico	42
Figura 2.2 EOI de determinación de índices de consumo relacional en el subsistema de planificación a nivel táctico	50
Figura 2.3 EOI de determinación del ciclo en el subsistema de planificación a nivel táctico	51
Figura 2.4 Algoritmo general para el cálculo de capacidades logísticas con la SGCC	51
Figura 2.5 EOI de determinación de lotes en el subsistema de planificación a nivel táctico	52
Figura 2.6 EOI de secuenciación en el subsistema de planificación a nivel táctico	53
Figura 2.7 EOI de planificación de la demanda en el nivel táctico	54
Figura 2.8 EOI de programación en el subsistema de planificación a nivel operativo	54
Figura 2.9 EOI de planificación de fecha y órdenes a nivel operativo	55
Figura 2.10 EOI de control de la utilización de la capacidad a nivel táctico	56
Figura 2.11 EOI para el control del cumplimiento del ciclo a nivel táctico	57
Figura 2.12 EOI del control de la demanda a nivel táctico	58
Figura 2.13 EOI de control de la programación, órdenes y fechas a nivel operativo	59
Figura 2.14 Procedimiento de implementación del MGCFL en el sistema logístico	60
Figura 2.15 Procedimiento específico para la organización de la colaboración	61
Figura 2.16 Bases para la integración de las TIC.....	62
Figura 2.17 Procedimiento específico de diseño del sistema informativo de soporte	62
Figura 2.18 Procedimiento específico para la gestión del MGCFL.....	65
Figura 3.1 Procesos que intervienen en el flujo logístico de la Librería CUJAE....	73

Figura 3.2 Cronograma de entrega para los procesos de conformación de MLD .	75
Figura 3.3 Ejemplo del programa de entrega acumulada del sistema logístico de la Librería CUJAE para los intervalos del 17 al 43	75
Figura 3.4 Reporte de ejecución de los procesos para el intervalo 36 (1 febrero 2013).....	76
Figura 3.5 Control de avance de entrega del sistema logístico de la Librería	77
Figura 3.6 Porcentaje de utilización de las capacidades de los procesos de Conformación de Química 2do, Industrial 2do e Informática 2do.	78
Figura 3.7 Resultado de los ajustes en el sistema logístico	79
Figura 3.8 Procesos que intervienen en el flujo logístico del aceite de 1 litro.....	87
Figura 3.9 Reporte de ejecución del aceite de 1 litro en el intervalo 50	89
Figura 3.10 Control de avance de lanzamiento del aceite 1 litro en el intervalo 50	90
Figura 3.11 Redefinición de la duración de las actividades de la importación de polietileno retráctil 75 micras	91
Figura 3.12 Efectos de los ajustes en el sistema logístico del aceite de 1 litro	91

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1 Evolución de las relaciones en la cadena de suministro	12
Tabla 1.2 Clasificación de las técnicas de planificación y control del flujo logístico	19
Tabla 1.3 Relación de los niveles de planificación en la cadena de suministro.....	20
Tabla 1.4 Análisis de algunos modelos de programación matemática.....	32
Tabla 1.5 Técnicas básicas de gestión en cada tipo de sistema logístico.....	33
Tabla 1.6. Clasificación de las TIC según su rol en la cadena de suministro.....	36
Tabla 2.1 Elementos, funciones y resultados esperados del subsistema de planificación.....	47
Tabla 2.2 Elementos, funciones y resultados esperados del subsistema de control	48
Tabla 3.1 Caracterización de los objetos de aplicación de la SGCC.....	68
Tabla 3.2 Resultados del balance de capacidad en la Librería CUJAE	75
Tabla 3.3 Variables de impacto en sistema logístico interno de la Librería CUJAE	80
Tabla 3.4 Capacidades de los procesos del sistema logístico del formato 1litro... 88	
Tabla 3.5 Cronograma de lanzamiento y entrega para la compradora de aceite refino.....	89
Tabla 3.6 Variables de impacto en el sistema logístico ECASOL	92

ÍNDICE DE ECUACIONES

Matriz columna de índices de consumo relacional (2.1).....	41
Eficiencia del ciclo logístico (2.2).....	46
Rotación de inventario en la red (2.3)	46
Liberación de recursos financieros (2.4).....	47
Ciclo y Lead time del procesos (2.1)	XIII
Interrelación de los procesos (2.2)	XIII
Horizonte de planificación de procesos (2.3).....	XIII
Nivel de actividad (2.4).....	XIII
Punto de balance de capacidad (2.5).....	XIV
Balance acumulado de capacidad (2.6)	XIV
Inventario de productos (2.7).....	XIV
Balance de demanda (2.8)	XIV
Balance de recursos (2.9)	XIV
Demanda total de recursos (2.10)	XV
Inventario de recursos (2.11).....	XV
Impacto medio ambiental (2.12)	XV
Tamaño de lote (2.13).....	XV
Tamaño de lote de recursos (2.14)	XV
Costo del proceso (2.15)	XV
Costo total del sistema (2.16).....	XVI
Balance económico del proceso (2.17)	XVI
Balance económico del sistema (2.18).....	XVI
Coeficiente de cálculo (2.19)	XVII
Índice de flujo del producto (2.20)	XVII
Tiempo unitario de procesamiento (2.21)	XVII
Demanda del producto i (2.22)	XVII
(2.23).....	XVII
(2.24).....	XVII
Capacidad del producto (2.25)	XVII

Capacidad en el punto limitante (2.26).....	XVII
Coeficiente de pérdida de capacidad (2.27).....	XVII

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1.1 Dimensiones de la integración en la cadena de suministro.....	I
Anexo 1.2. Cálculo del ciclo de operación a partir del desplazamiento de los objetos de trabajo	III
Anexo 1.3 Comparación de los diferentes enfoques de gestión de inventario en la cadena de suministro.....	IV
Anexo 1.4 Tabla de técnicas de gestión del flujo logístico	V
Anexo 1.5 Matriz de relación entre los requisitos de la gestión colaborativa y las IX	
Anexo 1.6 Tablas de características y significado de las TIC en la gestión de cadenas de suministro.....	X
Anexo 2.1 Ecuaciones de balance del flujo logístico.....	XIII
Anexo 2.2 Segunda Generalización del Cálculo de Capacidades (SGCC).....	XVII
Anexo 2.3 Cálculo del ciclo tecnológico a partir del desplazamiento de los objetos de trabajo.....	XIX
Anexo 2.4 Flujo de información general del subsistema de planificación.....	XX
Anexo 2.5 Flujo de información general del subsistema de control.....	XXI
Anexo 2.6 Diagrama físico de datos del sistema informático para la gestión del flujo logístico	XXII
Anexo 3.1 Diseño de la captación y transmisión de datos para la implementación del MGCFL en la Librería CUJAE	XXIII
Anexo 3.2 Flujo de información para la planificación y control de la Librería	XXV
Anexo 3.3 Funcionamiento de InterCompras® Inventario en la Librería CUJAE	XXVI
Anexo 3.4 Actividades del cronograma de formación en la Librería CUJAE ...	XXVIII
Anexo 3.5 Diagrama de Gantt para la determinación del ciclo logístico de la Librería CUJAE	XXIX
Anexo 3.6 Cronograma de entrega segundo semestre 2012-2013.....	XXX

Anexo 3.7 Definición de la red de procesos de la cadena de suministro de literatura docente en la CUJAE.....	XXXI
Anexo 3.8 Diseño de la captación y transmisión de datos para la implementación del MGCFL en ECASOL	XXXII
Anexo 3.9 Flujo de información para la gestión de la cadena de suministro de ECASOL	3-XXXIV
Anexo 3.10 Ejemplo de pantallas del sistema informático “MFL” para la empresa ECASOL	3-XXXV
Anexo 3.11 Contenido de la capacitación	3-XXXVII
Anexo 3.12 Diagrama de Gantt y ruta crítica del sistema logístico de aceite 1 litro	XXXVIII
Anexo 3.13 Demanda mensual de cada grupo de cliente para el aceite de 1 l.....	XL
Anexo 3.14 Definición de la red de procesos de la cadena de suministro para aceite de 1 litro	XLI
Anexo 3.15 Programa de lanzamiento para el aceite de 1 litro para los intervalos del 42 al 61	XLII
Anexo 3.16 Simulación y aplicación de las medias seleccionadas	XLIII

INTRODUCCIÓN

La actualización del Modelo Económico Cubano (MEC) tiene como premisa que la planificación socialista continuará como principal elemento de la dirección de la economía nacional, pero teniendo en cuenta elementos del mercado. También se plantea la necesidad de transformar la planificación en sus aspectos metodológicos, organizativos y de control (lineamientos 01 y 05). Es un objetivo del MEC que el sistema empresarial cubano esté constituido por empresas bien organizadas, competitivas y que generen la máxima satisfacción de la población. Otros lineamientos hacen referencia explícita a la necesidad de elevar la eficiencia y la efectividad, pero es el Lineamiento 07 donde se reconoce la cooperación interempresarial como forma de contribuir a este logro.

Sin embargo, se reconoce que una forma de generar eficiencia y competitividad es la integración de la cadena de suministro [Christopher y Holweg, 2011; Nyaga, Whipple *et al.*, 2010; Sablón Cossío, Acevedo Urquiaga *et al.*, 2013]. Esta es condición esencial para entrar en los marcos de integración regional: si se forma parte de una cadena de suministro competitiva se pueden aprovechar los beneficios de la globalización [Gareffi, 2001]; por el contrario, si la integración es insuficiente la globalización es un lastre que puede significar la desaparición de la empresa [Pires y Carretero Díaz, 2007].

Aun cuando el SDGE trabaja sobre la integración interna [Consejo de Estado, 2007; Consejo de Ministros, 2007], esta resulta insuficiente a la luz de las exigencias del variable entorno nacional y global. Por tal razón es que el Lineamiento 15 reconoce la necesidad de complementar el SDGE con las nuevas políticas del MEC.

Diferentes autores concluyen que para alcanzar la diferenciación competitiva es preciso estrategias conjuntas entre los socios, un manejo eficiente de los recursos y la generación constante de valor agregado al cliente final, a través de la gestión integrada de la cadena de suministro [Acevedo Suárez, José Antonio, Acevedo Urquiaga *et al.*, 2012; Cruz-Lario Esteban y Vicens Salort, 2006; Gómez Acosta, Acevedo Urquiaga *et al.*, 2012]. Uno de los elementos relevantes es la eficiencia con que operan las cadenas de suministro, la que se puede expresar en la satisfacción de los niveles de servicio esperado por los clientes manteniendo adecuados niveles de inventarios. Los grandes inventarios generan serios problemas financieros y organizativos para las entidades, generando cadenas de impagos al demandar niveles crecientes de capital de trabajo que no se logran financiar.

Autores como [Defee, Williams *et al.*, 2010] resaltan el escaso desarrollo teórico de la gestión de inventarios en el ámbito de la cadena de suministro, por lo que se mantienen los enfoques clásicos de control de inventario con transacciones punto a punto. Además, el empleo de diversos modelos de optimización para variables supuestamente independientes, hace que la gestión de la empresa pueda fallar.

En contraste a lo anterior, [Pires y Carretero Díaz, 2007] destacan que el desarrollo actual de las TIC brindan nuevas posibilidades a la gestión. La automatización de los procesos a través de programas informáticos de gestión, confiere agilidad y minimiza errores, pero esto carece de valor si se mantienen de forma paralela los métodos tradicionales de administración e intercambio de información; si las computadoras se emplean como simples máquinas de escribir, los documentos son impresos y llevados personalmente al destinatario, y el

sistema de gestión está sustentado por la existencia de documentos impresos y gran número de copias [Acevedo Suárez, José A., Acevedo Urquiaga *et al.*, 2010a].

Aun cuando las TIC permiten obtener la información en cualquier momento y punto de la cadena de suministro, no se emplean a plena capacidad [Ayers, 2001b; Gómez Acosta, Acevedo Suárez *et al.*, 2007; Long, 2003], fundamentalmente por la inconsistencia de las medidas organizativas con las soluciones tecnológicas (crisis gerencial) [Acevedo Urquiaga, Acevedo Suárez *et al.*, 2011; Cohen y Roussel, 2005; De Felipe, 2003; Villardefrancos Alvarez, 2002]. Por lo que [Barratt, 2003] plantea que es inevitable investigar cómo las organizaciones pueden usar la información en tiempo real para coordinar los flujos entre los diferentes niveles de la cadena de suministro.

El estudio de la situación actual de las cadenas de suministro en Cuba en empresas del SDGE con el empleo del Modelo de Referencia de la Logística y el Modelo de Referencia de las Redes de Valor [Acevedo Suárez, José Antonio, Gómez Acosta *et al.*, 2009; 2010a], y el análisis de la Filosofía Gerencial de los sistemas logísticos en empresas de diversos sectores [Acevedo Suárez, José Antonio, Gómez Acosta *et al.*, 2010b], arroja que:

- Existen dificultades en la planificación colaborativa de las cadenas de suministro donde la planificación de la producción, los suministros y el reaprovisionamiento son tareas independientes, al igual que las operaciones de logística y distribución.
- Se reconoce la necesidad de desarrollar la visión de la empresa como un flujo único de materiales, información y dinero.

- La aplicación del concepto de logística en las empresas es limitada y se mantiene una débil gestión de los rendimientos logísticos.
- Se reconoce la necesidad de producir y suministrar en cada momento exactamente lo que se demanda, en un combate constante de los inventarios.
- La integración de la cadena de suministro es baja, aunque se está al tanto de la necesidad de mejorar la integración con proveedores y clientes.
- Se constatan problemas en la aplicación eficiente de las TIC en la gestión empresarial.

A pesar de los avances realizados en el campo de la logística y las cadenas de suministro, es ineludible el desarrollo de modelos de negocio que empleen eficientemente la información y faciliten la gestión integrada de los flujos logísticos entre los socios de la cadena. Para [Ayers, 2001b] “los conceptos de tecnología, inventario y cadena de suministro son importante para los modelos de negocio de muchas compañías, buscar la forma de combinarlos es el desafío”.

Según la autora un modo de lograrlo es combinar estos tres conceptos como partes de una sola estrategia a través de un **modelo para la gestión colaborativa del flujo logístico**. Este constituye un procedimiento para la planificación, ejecución y control coordinado de los flujos material, informativo y financiero; que mediante el uso de las tecnologías permite la toma de decisiones dinámicas y conjuntas entre todos los actores del sistema logístico para responder a los objetivos comunes de eficacia y eficiencia.

En aras de corregir la situación descrita se estudian en la bibliografía diferentes modelos de gestión del flujo logístico para empresas y cadenas de suministro. Este estudio no permite identificar un modelo extendido a más de tres procesos y

que emplee las posibilidades tecnológicas actuales para garantizar la sincronización de los flujos del sistema logístico.

De esta reflexión se identifica como **problema científico** a resolver: ¿Qué elementos y características deben conformar un modelo de gestión colaborativa del flujo logístico que garantice el aumento de la eficacia y la eficiencia del sistema logístico?

El **objeto de investigación** de esta tesis lo constituyen los modelos de gestión colaborativa del flujo logístico, el cual se distingue por:

- el objeto de estudio teórico: los modelos y técnicas de planificación y control,
- el objeto de estudio práctico: los sistemas logísticos.

Esta investigación se plantea como **hipótesis** que el desarrollo y aplicación de un Modelo de Gestión Colaborativa del Flujo Logístico contribuye a la liberación de recursos financieros y al incremento del nivel de servicio al cliente final.

El nivel de aplicación del modelo se mide a partir de la eficiencia del ciclo logístico como **variable independiente**. Las **variables dependientes** son la liberación de recursos financieros por una mayor rotación de los inventarios y el nivel de servicio al cliente final.

Este trabajo tiene como **objetivo** desarrollar un Modelo de Gestión Colaborativa de Flujo Logístico (MGCFL) que garantice una elevada eficiencia del ciclo logístico.

De este objetivo general se derivan cuatro **objetivos específicos**:

1. Definir el marco conceptual de la gestión colaborativa del flujo logístico.
2. Diseñar un Modelo de Gestión Colaborativa de Flujo Logístico.

3. Desarrollar el procedimiento general para la implementación del modelo y los procedimientos específicos para el diseño del sistema informativo, la organización de la colaboración, y la gestión del flujo logístico.
4. Aplicar el MGCFL en varios casos de estudio.

Las **tareas** de investigación que se desarrollan son las siguientes:

1. Definición del marco teórico-conceptual de la integración en las cadenas de suministro, la planificación colaborativa, la gestión del flujo logístico, y el desarrollo actual y prospectivo de las TIC en la gestión logística.
2. Desarrollo del modelo conceptual de gestión colaborativa del flujo logístico.
3. Elaboración del procedimiento general de implementación del MGCFL y de los procedimientos específicos para: la organización de la colaboración, el despliegue del sistema informativo y la gestión del flujo logístico.
4. Implementación de un sistema informático para la gestión del flujo logístico.
5. Aplicación del modelo en varios sistemas logísticos.
6. Análisis y síntesis de los resultados en los casos de estudio.

En el desarrollo de la investigación se emplean un conjunto de métodos y técnicas de investigación científica como: análisis histórico-lógico, análisis y síntesis, inducción-deducción, mapas conceptuales, modelación semántica, observación, entrevistas, consulta de documentos modelación matemática, álgebra lineal, método de balance, modelación gráfica y estudio de casos. Además se usaron otras técnicas propias de los campos científicos tratados como el enfoque de procesos, el enfoque en sistemas, MGO, método de Ruta Crítica, Diagrama de Gantt, simulación y la metodología de desarrollo de software RUP.

Los **resultados** de este trabajo son:

- El contenido del MGCFL,
- El Modelo de Diseño del sistema informático para la gestión del flujo logístico,
- El procedimiento general de implementación del MGCFL,
- Los procedimientos específicos para la organización de la colaboración, el despliegue del sistema informativo y la gestión del flujo logístico.

La investigación tiene como **novedad científica**:

- El desarrollo y aplicación del concepto de gestión colaborativa del flujo logístico para el balance integrado y dinámico de inventarios, capacidades y plazos de entrega al cliente, que contribuye a la elevación del nivel de servicio al cliente y la liberación de recursos financieros.
- La obtención de la SGCC como algoritmo general para el cálculo y análisis de las capacidades de los procesos del sistema logístico.
- La generalización de la Línea de Balance a la gestión del sistema logístico y la extensión a sistemas con restricciones de capacidad.

Aportes:

- Social: realizar un aporte a la actualización del MEC, al proponer una herramienta de planificación y control enfocada en la satisfacción del cliente final, la mejora de la eficiencia y la competitividad de la cadena de suministro.
- Metodológico: El trabajo representa para los estudiantes y especialistas una base metodológica para:
 1. Afrontar la planificación y control de las cadenas de suministro teniendo en cuenta el enfoque de procesos y en sistema;
 2. El aprendizaje de la gestión logística considerando la dinámica de escenarios.

- Científico-Técnico: los resultados obtenidos en la investigación constituyen:
 1. Una adaptación del modelo de Entrada-Salida de Leontief para la representación de interrelaciones complejas entre los procesos del sistema logístico.
 2. Una generalización para el cálculo de capacidades en procesos y sistemas logísticos.
- Económico: aumento de la eficiencia y la eficacia del sistema logístico pues, con menos recursos financieros se obtiene impactos positivos en el nivel de servicio al cliente final.

La tesis está estructurada en: Introducción, tres Capítulos, Conclusiones, Recomendaciones, Bibliografía y Anexos.

Capítulo 1. Estado actual de la gestión del flujo logístico. Contiene un análisis crítico de las prácticas de gestión del flujo logístico que se identifican en la bibliografía a la luz de la problemática a resolver.

Capítulo 2. Presenta los fundamentos metodológicos del contenido y procedimientos de aplicación del MGCFL para la gestión de los flujos logísticos.

Capítulo 3. Contiene los resultados generales de la aplicación del MGCFL en los objetos de estudio: el sistema logístico interno de la Librería CUJAE y el sistema logístico del aceite comercializado por ECASOL.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO DE LA GESTIÓN COLABORATIVA DEL FLUJO LOGÍSTICO

CAPÍTULO 1. GESTIÓN COLABORATIVA DEL FLUJO LOGÍSTICO

Para realizar un análisis de la gestión del flujo logístico es necesario considerar críticamente varios conceptos. Para ello, el presente capítulo tiene como objetivos:

- Exponer la evolución de las tendencias integradoras de la gestión empresarial, en la búsqueda de beneficios para las empresas y los clientes.
- Definir las características de la gestión colaborativa del flujo logístico a la luz de las exigencias investigativas y de la economía cubana actual.
- Identificar las carencias teóricas y prácticas para resolver la actual situación, a partir del estudio crítico de los modelos y técnicas de gestión del flujo logístico.
- Analizar el papel de las TIC en la gestión de las cadenas de suministro.

1.1 La integración en los conceptos de logística y cadenas de suministro

La juventud de la práctica de la logística explica el poco consenso en su definición, que de forma general expresa una evolución del término y su carácter como disciplina crítica [Ballou, 1991; 2004; Taylor, 2008]. Decir cuál es la definición apropiada es una tarea casi imposible [Farahani, Asgari *et al.*, 2009], sin embargo, hay tres elementos importantes según los intereses de esta investigación:

- La dimensión humana de la logística es un aspecto no tratado explícitamente en los conceptos de logística, pero que reviste gran importancia pues, las acciones logísticas están determinadas, en gran medida, de las capacidades, aptitudes y valores de sus ejecutores [Gattorna, 2009].
- Implicación medio ambiental: aunque [Ballou, 2004; Rushton, Croucher *et al.*, 2006] reconocen la importancia dentro de logística del respeto al medio ambiente, aun no lo incorporan a sus definiciones de logística.

- Compuesto por los flujos material, informativo y financiero: [Fabbe-Costes y Jahre, 2008; Johnsson, 1998; Urquiaga Rodríguez, 1999] reconocen el flujo de efectivo como parte de las demandas de la logística, sin embargo, aún cuando [Bowersox y Closs, 2007; Gomm, 2010; Rushton y Walker, 2007; Straube y Pfohl, 2008] le confieren gran importancia al desempeño financiero de la cadena de suministro, no incluyen el flujo financiero como parte del concepto de logística.

En el análisis realizado por [Urquiaga Rodríguez, 1999] y en obras posteriores [APICS; Ballou, 2004; Bowersox,Closs *et al.*, 2009; Casanovas y Cuatrecasas, 2001; CSCMP, 2009; Farahani,Asgari *et al.*, 2009; Flotzinger,Hofmann-Prokopczyk *et al.*, 2008; Ghiani,Laporte *et al.*, 2004; Harrison y van-Hoek, 2008; Lyncha y Whickerb, 2008; Mau, 2010; Peterson,Stevens *et al.*; Rushton,Croucher *et al.*, 2006; Rushton y Walker, 2007; Taylor, 2008; Torres Gemeil,Daduna *et al.*, 2004], no arroja ningún concepto que reúna los elementos enunciados anteriormente. Por lo tanto, a los efectos de esta investigación se sigue la definición de logística enunciada por [Gómez Acosta,Acevedo Suárez *et al.*, 2007; Urquiaga Rodríguez, 1999]: “Logística 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 los productos y servicios en la cantidad, calidad, plazos y lugar demandados, con elevada competitividad y garantizando la preservación del medio ambiente.”

Con independencia a la definición de logística que se adopte, lo más importante son los instrumentos que esta brinda para alcanzar el éxito del negocio. Según [CSCMP, 2009] la gestión logística es la parte de la cadena de suministro que se encarga de planificar, implementar y controlar el eficiente y efectivo flujo hacia delante y de retorno de bienes y servicios; así como la información relacionada desde el punto de origen hasta el punto de consumo, en orden de cumplir con los requerimientos de los clientes. Es una función integrada que coordina y optimiza todas las actividades logísticas y la integración de estas con otras funciones como marketing, producción, finanzas y TIC [Sutherland, 2008].

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 [Baumgarten, 2008]. Esta establece un nuevo orden en las relaciones de negocio surgido a partir del vertiginoso desarrollo del comercio electrónico en las últimas décadas del siglo XX [Bowersox y Closs, 2007].

La SCM es la integración de los procesos claves, que abarcan la planificación y control de todos los procesos de agregación de valor, desde los usuarios finales hasta los proveedores iniciales que suministran los productos, servicios e información [Lambert, 2008; Schultz, 2008] y tiene como centro la satisfacción del cliente final a partir del balance de las demandas y los suministros de todos los procesos de agregación de valor [Ivanov y Sokolov, 2010]. Adicionalmente, [Mentzer, DeWitt *et al.*, 2001] señala que la SCM sigue el enfoque de sistema para ver la cadena de suministro como un todo, por lo que los mejores resultados para el sistema no se traducen en la suma de los resultados individuales.

En resumen, cuando se habla de cadena de suministro invariablemente se hace referencia a los dos componentes fundamentales resaltados en la casa de la SCM presentada por [Stadtler, 2008]: la construcción de un todo a partir de los procesos inter-empresariales (integración) [Fabbe-Costes y Jahre, 2008], y la coordinación de los flujos logísticos de estos procesos. El objetivo central es lograr ventajas competitivas en el mercado y mejorar la eficiencia operativa y el servicio al cliente [Ayers, 2001a; Bowersox y Closs, 2007; Gómez Acosta, Acevedo Urquiaga *et al.*, 2012]. Desde su surgimiento el proceso de integración de las cadenas de suministro ha pasado por las diferentes fases que se sintetizan en la tabla 1.1.

1.1.1 Integración

Contrario a lo que se puede pensar, [Fabbe-Costes y Jahre, 2008; Kahn y Mentzer, 1996; Pagell, 2004] señalan la falta de una definición clara de lo que es integración de la cadena de suministro. Por su parte [Flynn, Huo *et al.*, 2010; Huo, 2012] catalogan la integración como un concepto multi-dimensional, con lo que la autora concuerda, a partir de las dimensiones que se analizan en el Anexo 1.1.

Frecuentemente se emplean indistintamente los términos de coordinación y colaboración [Kovács, Egri *et al.*, 2010], o integración y colaboración [Ayers y Odegaard, 2008; Cohen y Roussel, 2005], pero esta autora se ciñe a la diferenciación realizada por [Davis y Spekman, 2004; Harrison y van-Hoek, 2008; Pires y Carretero Díaz, 2007] donde la integración es el fin y el resto de los conceptos, los medios. Según esta definición, los mecanismos de integración de la cadena de suministro van desde las débiles negociaciones de mercado, pasan por la cooperación y la coordinación, hasta la colaboración (figura 1.1).

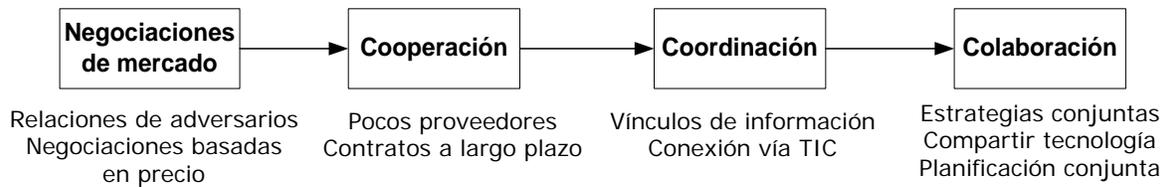


Figura 1.1 Diferentes tipos de relaciones en la cadena de suministro
 (De: [Davis y Spekman, 2004; Harrison y van-Hoek, 2008; Pires y Carretero Díaz, 2007])

Tabla 1.1 Evolución de las relaciones en la cadena de suministro

Años	Etapas	Contenido
1960s	Funciones múltiples (<i>dysfunction</i>)	La empresa focal carece de definiciones y metas internas claras y las relaciones externas no sobrepasan las transacciones comerciales.
1970s	Empresas semi-funcional	La empresa focal realiza acciones para mejorar la eficiencia, efectividad y calidad en las áreas funcionales sin romper las barreras entre los departamentos.
1980s	Empresa integrada (cadena de suministro)	Se rompen las divisiones de áreas funcionales y se juntan en procesos con enfoques completos de la empresa y no en funciones individuales.
2000- actualidad	Empresa extendida (red de valor)	Se integra la red interna de la firma focal y la red de socios seleccionados para mejorar eficiencia y/o calidad del producto o servicio. Puede incluir los proveedores de los proveedores y los clientes de los clientes. Se comparten metas y beneficios y las líneas de comunicación son abiertas.

(Fuente: elaboración a partir de [APICS, 2009; Baumgarten, 2008; Bowersox y Closs, 2007; Farahani, Asgari et al., 2009; Kemppainen y Vepsäläinen, 2003; Speh, 2008])

[Dröge, Jayaram *et al.*, 2004; Giménez y Ventura, 2005] manifiestan que lo mejor son altos grados de integración, en oposición [Giménez, van der Vaart *et al.*, 2012] afirman que estos son sólo necesarios en cadenas complejas. Sin embargo, varios autores destacan los beneficios que se obtienen de la integración de todos los actores de la cadena de suministro [Kannan y Tan, 2010].

Por su parte [Barratt, 2003; Cohen y Roussel, 2005; Kemppainen y Vepsäläinen, 2003] señalan la tendencia al incremento de relaciones de integración más complejas y con el alcance sistémico de la cadena; no obstante, aún se desarrollan e implementan herramientas para cumplimentar esta promesa [Speh, 2008]. Al respecto, la autora 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.

La mayor parte de los esfuerzos de las empresas se centran en la integración interna más que en la inter-organizacional [Kaipia, 2007], aun cuando prefieren enfocarse en procesos de decisiones más colaborativos en lugar de emplear modelos individuales de optimización [Swaminathan y Tayur, 2003]. En Cuba el énfasis de la gestión empresarial es también hacia la integración interna [Consejo de Ministros, 2007], sin existir una adecuada cultura hacia la externa.

Las investigaciones en el área se han centrado en la integración bi-nivel y no en toda la cadena de suministro [Croom, Romano *et al.*, 2000], lo que resulta un campo para futuras investigaciones [Barratt, 2003] y a juicio de esta autora destaca la necesidad de desarrollar modelos que usen eficientemente la información para gestionar del flujo logístico.

1.2 Flujo logístico

En el modo de ver de diferentes autores la creación de valor en la cadena de suministro se logra a través de la dirección de varios flujos; para [Antún, 2002] son cuatro: flujo de valor del producto-servicio, del posicionamiento en el mercado, de información y de efectivo. Para otros como [Harrison y van-Hoek, 2008] es importante manejar los flujos materiales e informativos de conjunto con el tiempo que toma responder a la demanda desde la fuente de suministros.

Para [APICS; Stadtler, 2008] los flujos fundamentales son los de información, de distribución física y efectivo. En la literatura los tres flujos analizados anteriormente son tratados desde varios enfoques, no es así con el **flujo logístico**. Este se define como “la ejecución coordinada de los procesos que conforman los tres flujos: el informativo, el material, el financiero en función del producto que demanda el cliente final” [Gómez Acosta, 1997]. A esta definición se considera oportuno agregar: “constituye un fenómeno de dimensiones económicas, sociales y ambientales” para así destacar sus implicaciones en estos ámbitos en correspondencia con la definición de logística adoptada en esta investigación.

1.2.1 Flujo material

La definición realizada por [12th Deutsche Bundestag, 1994; Xu, Shoubo, 2008] del flujo material como un fenómeno de interrelación de las dimensiones técnicas-económicas y socio-ambientales, favorece, a juicio de la autora, 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 [Acevedo Suárez, José Antonio, Gómez Acosta *et al.*, 2010b; Urquiaga Rodríguez, 1999] 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.

1.2.2 *Flujo informativo*

El flujo de información comprende la formación, planificación, mando y seguimiento integral del flujo de bienes soportado en informaciones y de acuerdo al mercado [Mau, 2010; Urquiaga Rodríguez, 2000]. Por su parte la información proporciona los elementos de juicio para la toma de decisiones, coordinación y control de los participantes en la cadena logística desde la entrada hasta las salidas [Casanovas y Cuatrecasas, 2001; Moreira Delgado, 2006].

Para algunos autores [Casanovas y Cuatrecasas, 2001; Ghiani, Laporte *et al.*, 2004] este flujo tiene un sentido contra la corriente es decir, desde el cliente hacia

el proveedor; [Johnsson, 1998] considera que la información acompaña el producto desde la producción hasta el consumo. Otro grupo [Ballou, 2004; Hernández Rodríguez, Roldán Ruenes *et al.*, 2003; Torres Gemeil, Daduna *et al.*, 2004; Urquiaga Rodríguez, 2000] considera que la información parte del cliente hacia el proveedor y luego regresa al primero, confiriéndole doble sentido. Esta autora coincide con lo anterior, pero prefiere presentar a la información como un flujo constantemente bidireccional que propicia el intercambio entre los actores del sistema logístico.

Estudios realizados por [Urquiaga Rodríguez, 1999] en una muestra de sistemas logísticos, arrojaron que alrededor del 50% de los procesos críticos del ciclo logístico pertenecen al flujo informativo, de ahí la importancia de su correcto diseño y manejo [Villardefrancos Alvarez, 2002]. Sin embargo, uno de los objetivos de la gestión logística es la reducción de los costos totales y hasta este momento no se ha expuesto la forma directa de conseguir esta meta a través de la gestión del flujo material e informativo. Si se adicionan a esto las restricciones financieras [Gómez Acosta y Acevedo Suárez, 2001] que afectan al mundo debido a la crisis económica y en especial en Cuba donde se suman los efectos del Bloqueo Económico, se pone de manifiesto la importancia de la gestión del flujo financiero como parte del flujo logístico.

1.2.3 *Flujo financiero*

A pesar de que [Hale, 1999] reclama un mayor énfasis en acortar los ciclos “caja-a-caja”, como parte de los cambios en la logística para el nuevo milenio, no es hasta fechas recientes que [Rushton y Walker, 2007; Straube y Pfohl, 2008] plantean el tiempo del flujo de caja como indicador logístico. Al decir de [Ayers,

2001a; Chopra y Meindl, 2010; Straube y Pfohl, 2008] el flujo de caja “describe el período entre el pago propio al proveedor y el recibo del pago del cliente”.

Otros autores como [Jacobs,Chase *et al.*, 2009] indican que esta guía funciona bien a altos niveles, pero a nivel operacional no puede ser empleada. Esta autora difiere de este planteamiento pues, esta es una medida esencial para la toma de decisiones en cuanto al desempeño del sistema logístico que se puede combinar con otras medidas como: cantidad de dinero generado con las ventas, cantidad invertida en inventario y gastos operacionales [Jacobs,Chase *et al.*, 2009].

[Straube y Pfohl, 2008] proponen una clasificación del nivel de la logística de las empresas de acuerdo al tiempo de flujo de caja. Además, este indicador puede reflejar el nivel la integración de los tres flujos en el logro de la sincronización [Viswanadham, Jarvis *et al.*, 2003], aun cuando en sus definiciones no se revela esta integración [Ayers, 2001a; Chopra y Meindl, 2010].

También [Bowersox, Closs *et al.*, 1999] plantean medir el flujo de caja, esta vez como métrica exhaustiva de desempeño de la cadena de suministro. Esto indica el papel central que ocupa la reducción de este indicador en una buena gestión del flujo logístico para optimizar el capital de trabajo, romper con la incertidumbre financiera y la cadena de impagos del sistema empresarial cubano.

1.2.4 *Gestión del flujo logístico*

De la definición de flujo logístico se desprende que la **gestión del flujo logístico** no es más que la planificación, ejecución y control coordinado de los tres flujos, con la finalidad de lograr mayor nivel de servicio al menor costo económico, social y ambiental a través de la toma de decisiones dinámicas en la dirección del sistema logístico [Gómez Acosta, 1997; Gómez Acosta y Acevedo Suárez, 2001].

Su objetivo fundamental es el uso adecuado de los recursos para crear valor a los clientes con el menor costo y con el mejor aprovechamiento posible del tiempo [Chopra y Meindl, 2010; Wagner y Enzler, 2006] y es uno de los elementos a desarrollar para alcanzar ventajas competitivas [Soret Los Santos, 2010]. Esta comprende nuevas formas de cooperación y comunicación así como, nuevos métodos y modelos organizacionales [Norwegian Center of Expertise].

El objeto de la gestión del flujo logístico es el **sistema logístico**, el cual emplea la teoría de sistemas como principio básico y se representa como un medio abierto que interactúa con el entorno favoreciendo el balance del sistema. Siguiendo esta lógica, el sistema logístico se constituye en un concepto relativo, que según [Staudt,Auffermann *et al.*, 2002; Wietschel y Lang, 2002] puede tener un alcance tan abarcador como se desee: los procesos internos de una empresa, las relaciones con los proveedores, una cadena de suministro entera, una región o un país. Siempre se debe concebir como una cadena armónica de procesos que inicia y concluye en el cliente [Hernández Rodríguez,Roldán Ruenes *et al.*, 2003] y tener en cuenta que se trata de la optimización de un sistema no de un producto individual [Wagner y Enzler, 2006].

La planificación logística define las estrategias del movimiento de los productos y servicios por los canales logísticos. Abarca también el nivel operativo donde se sincronizan los procesos de las empresas con el fin de que los flujos sean lo más eficientes posible, aprovechar la capacidad y disminuir el tiempo de permanencia de los inventarios en la cadena de suministro [Ballou, 1991; Bowersox,Closs *et al.*, 2009]. Por lo tanto es necesario analizar la planificación y el control en el ámbito de la cadena de suministro como extensión del flujo logístico.

1.3 Planificación y control de la cadena de suministro

La planificación es la función para la toma de decisiones, donde se decide qué y cómo hacerlo antes de que se requiera la acción [Fleischmann, Meyr *et al.*, 2008], por lo tanto, la complejidad de la planificación radica en que es un sistema donde se interrelacionan las decisiones para alcanzar un estado futuro que no se puede lograr sin que se emprendan las acciones correctas [Pozo Navarro, 1996]. Dentro del ciclo de la gestión, la planificación debe responder a los pasos de: identificación y previsión de necesidades a satisfacer, decisión, ejecución y control de la ejecución [Blanco Illescas, 1971; Fleischmann, Meyr *et al.*, 2008].

Por su parte, el control permite que los resultados reales se ajusten a los proyectados. Una parte importante de este es la toma de las medidas correctivas para prevenir las desviaciones del plan, así como vigilar los cambios del ambiente y sus repercusiones en la organización [Stoner, Freeman *et al.*, 1996]. De acuerdo a [Mockler, 1971] se divide en cuatro pasos: establecer normas y métodos para medir el rendimiento, medir los resultados, determinar si los resultados corresponden a los parámetros y tomar medidas correctivas. Las técnicas de planificación y control se pueden clasificar de acuerdo a varios criterios (tabla 1.2).

1.3.1 Niveles de planificación en la cadena de suministro

[Sehgal, 2009] define la planificación de la cadena de suministro como las acciones a largo plazo para la configuración y diseño; las funciones del nivel táctico-operativo las denomina ejecución. Sin embargo, la autora se rige por las definiciones de [Cruz-Lario Esteban y Vicens Salort, 2006; Fleischmann, Meyr *et al.*, 2008; Pico, 2008] donde la planificación es una única función con tres niveles.

Tabla 1.2 Clasificación de las técnicas de planificación y control del flujo logístico

Criterio	Clasificaciones
Horizonte	<p><u>Estratégico</u>: para definir las orientaciones durables</p> <p><u>Táctico</u>: para definir las organizaciones y pilotar estos flujos a medio plazo</p> <p><u>Operativo</u>: para la gestión de los flujos físicos de los productos a entregar</p>
Objetivo perseguido	<p><u>Optimización</u>: buscan el mejor estado de desempeño de una variable</p> <p><u>Balance</u>: se pretende establecer un estado balanceado entre varias variables del sistema</p>
Alcance	<p>cadena de suministro</p> <p>un proceso</p> <p>varios procesos</p>
Relación con la demanda	<p><u>Enfoque de empuje (<i>push</i>)</u>: la producción es una anticipación a la demanda futura</p> <p><u>Enfoque de halar (<i>pull</i>)</u>: la producción es una reacción a la demanda existente en el momento</p>
Tipo de flujo	<p><u>Flujo sistemático</u>: ocurre frecuentemente y con los mismos requerimientos de los clientes.</p> <p><u>Flujo eventual</u>: ocurre fortuitamente y los requerimientos pueden ser cambiantes.</p>

Con respecto al horizonte de planificación [Bichler, 2007] plantea que debido a la influencia de las nuevas tecnologías, se ha producido un solapamiento de los indicadores del nivel táctico con el estratégico e incluso, algunos del operativo. La autora coincide con [Waters, 2003] quien sitúa en el nivel táctico la planificación de capacidades, planificación agregada y la programación maestra, y a nivel operativo define la programación a corto plazo. Adicionalmente, [Swaminathan y Tayur, 2003] resalta que el nivel táctico define la guía (tamaños de lote, tiempos de anticipación planificado, inventario de seguridad, etc.) bajo la que se ejecutan las acciones diarias (tabla 1.3).

Tabla 1.3 Relación de los niveles de planificación en la cadena de suministro

Nivel	Horizonte	Objetivos
Estratégico	Largo plazo (varios años)	Se crean los prerequisites para el desarrollo futuro de la cadena; incluye el diseño, la estructura y las bases de la colaboración
Táctico	Mediano plazo (de 6-24 meses)	Determina el perfil de las operaciones regulares, en particular las cantidades y tiempos aproximados para los flujos y recursos en una cadena de suministro.
Operativo	Corto plazo (de algunos días-3 meses)	Especifica todas las actividades con instrucciones detalladas para la ejecución y control inmediato.

(Fuente: elaboración propia a partir de [Fleischmann, Meyr et al., 2008; Pico, 2008])

A menudo los ciclos de planificación entre los socios no están sincronizados [Ayers, 2001a] por lo que buscar una uniformidad entre ellos es esencial para la colaboración. Dentro del sistema de planificación a corto plazo se distinguen categorías temporales: periodo del plan, intervalo del plan, ritmo de planificación, anticipación de la planificación y previsión del plan [Fundora Miranda,Taboada Rodríguez *et al.*, 1987]. De acuerdo a las clasificaciones temporales la planificación puede ser en bloque o deslizante; esta diferenciación se establece por el ritmo de planificación. El criterio de planificación deslizante [Dudek, 2009; Fleischmann,Meyr *et al.*, 2008], empleado por la autora, evita el incumplimiento de los requerimientos de los clientes al mantener una previsión constante en ambientes rápidamente cambiantes como los actuales [Schultz, 2008].

1.3.2 *Planificación colaborativa de la cadena de suministro*

La planificación colaborativa es el proceso de toma de decisiones conjuntas para la sincronización de los planes de partes independientes y legalmente autónomas, a partir de la definición de objetivos conjuntos y compartiendo ideas, conocimientos, información, riesgos y beneficios [Alarcón Valero,Ortiz Bas *et al.*, 2004; Albrecht, 2010; Cohen y Roussel, 2005; Stadler, 2009]. Habitualmente cuando los autores se refieren a la planificación colaborativa definen una toma de decisiones centralizada [Kovács,Egri *et al.*, 2010]; sin embargo, siguiendo la lógica de la definición, colaborar es trabajar con otros socios en la realización de un objetivo común de la cadena lo que no excluye la centralización, la descentralización, ni las negociaciones. Siguiendo este razonamiento, [Ribas Vila y Companys Pascual, 2007] plantean dos tipos de colaboración: vertical, donde existe una toma de decisiones en el nivel superior que genera instrucciones

sincronizadas en niveles inferiores; y la horizontal que implica un consenso conseguido, normalmente, a través de la comunicación y los procesos de negociación entre los socios.

El proceso de colaboración a nivel táctico-operativo tiene como objetivo estabilizar las operaciones a través de una gestión proactiva de excepciones, lo que deriva en un aumento de la eficiencia general de los socios. Uno de estos procesos es la gestión de órdenes, lo que en un entorno colaborativo provee un entorno común para comunicar y definir los estados de las órdenes, eventos, excepciones y respuestas [Dudek, 2009]. Además, la colaboración en este nivel debe abarcar la estimación y concreción de demanda a corto-mediano plazo, las compras, los inventarios y las capacidades [Ribas Vila y Companys Pascual, 2007].

De acuerdo a [Kilger, Reuter *et al.*, 2008] en la colaboración se distinguen varias clasificaciones: según quién ejerce el liderazgo, el proveedor o el cliente; y la tipografía de la cadena, entre pares de nodos o multi-nodo (un cliente y varios proveedores y viceversa). En el caso de la tipología la autora agrega el tipo de extendido, donde la colaboración tiene lugar entre tres niveles o más, lo que implica un nivel de colaboración mayor y mejores resultados de la cadena.

1.4 Alcance de la gestión colaborativa del flujo logístico

Para [Gómez Acosta, 1997] un modelo de gestión de flujo logístico está dado por las interrelaciones de las variables que caracterizan el funcionamiento del flujo logístico. Sirve como referencia para la toma de decisiones y para establecer las políticas, procedimientos y formas de actuación sobre el flujo logístico. Teniendo en cuenta la situación actual es necesario un modelo de gestión que garantice:

- Una planificación colaborativa donde la planificación de la producción, los suministros, la logística y la distribución se realice de forma integrada.
- El suministro, la producción y la distribución de acuerdo a las demandas de los clientes con el mínimo inventario posible.
- La visión del sistema logístico como un flujo único de materiales, dinero e información.
- El uso eficiente de las TIC para mejorar la integración del sistema logístico.

Luego del análisis de las implicaciones de la gestión del flujo logístico y de la planificación colaborativa, se reconoce a la gestión colaborativa del flujo logístico como la base de un modelo para cumplir los requerimientos anteriores. La autora define la **gestión colaborativa del flujo logístico** como un medio para la planificación, ejecución y control coordinado de los flujos material, informativo y financiero, y la toma de decisiones dinámicas de conjunto entre los actores del sistema logístico para responder a los objetivos comunes de eficacia y eficiencia.

A partir del incremento en las demandas de nivel de servicio de los consumidores y de las limitaciones de recursos y capital, es necesario disminuir el capital de trabajo utilizado para cumplimentar estas exigencias. Una forma para lograr esta disminución es garantizar la eficiencia de ciclo logístico (figura 1.2), es decir, el movimiento ininterrumpido de los productos por el sistema logístico con el mínimo inventario posible [CSCMP, 2010a; Gómez Acosta y Acevedo Suárez, 2000].

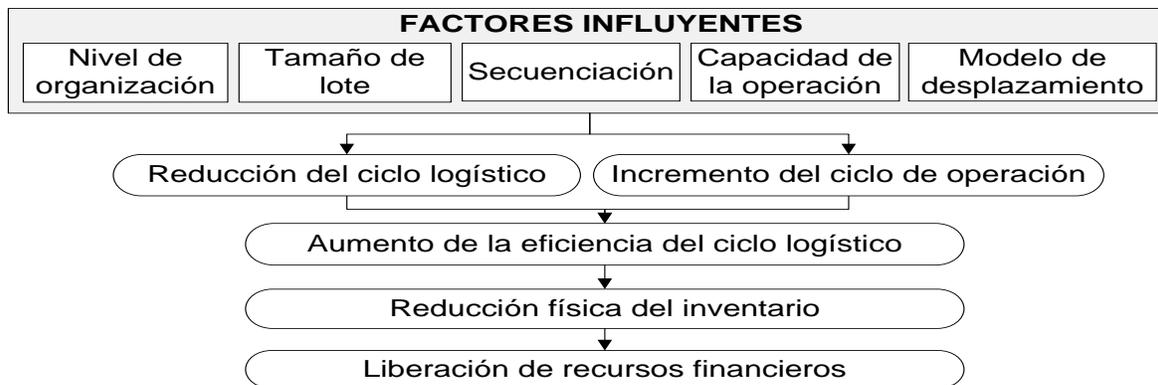


Figura 1.2 Proceso de liberación de recursos financieros
(Fuente: adaptado de [Gómez Acosta y Acevedo Suárez, 2000])

Para lograr estos objetivos, a criterio de esta autora, se debe contar con un modelo de gestión del flujo logístico que permita la colaboración de los participantes del sistema logístico y que cumpla los requisitos siguientes:

1. Planifique y controle integradamente los aprovisionamientos, la producción, la distribución y el retorno.
2. Permite determinar el momento, el plazo y la cantidad en que se debe ejecutar cada proceso del sistema logístico a partir de los requerimientos del cliente final.
3. Que sea independiente del tipo de estrategia de gestión de la demanda (halar o empujar) y del método de gestión del flujo material que se empleen.
4. Admite la planificación de redes de procesos de n niveles y considera los flujos alternativos de procesos, así como la eficiencia con que funcionan los mismos (en cuanto a tecnología, calidad y rendimiento).
5. Asegura el balance integrado y dinámico de la demanda, los suministros, los inventarios y las capacidades del sistema logístico a nivel táctico-operativo.
6. Gestiona integradamente los flujos material, informativo y financiero.
7. Identifica las posibles fallas a ocurrir y sus efectos en el sistema logístico a partir del control en tiempo real y la simulación.

1.5 Instrumentos de la gestión colaborativa del flujo logístico

La gestión colaborativa del flujo logístico puede tener dos enfoques: partir de una cantidad fija para determinar el tiempo de procesamiento; o determinar en cada instante la cantidad necesaria a procesar. Sin importar el enfoque que se siga, se debe garantizar el balance de capacidades, ciclos, e inventarios para responder a los requerimientos del cliente final.

1.5.1 Gestión de capacidades

En el ámbito de la planificación colaborativa se requiere establecer un diálogo entre los participantes en la red sobre bases de referencia iguales para la coordinación efectiva de la capacidad [Long, 2003; Winkler, 2005]. La capacidad de un sistema logístico es la cantidad máxima de productos que se puede entregar a los clientes finales en un momento específico [Waters, 2003] en correspondencia con las especificaciones del producto, el mix de producción, el esfuerzo normal de mano de obra, con la planta y los equipos existentes [APICS]. La capacidad general es definida por la capacidad del proceso cuello de botella [Antún, 2002]

Cada sistema se diseña con una capacidad, que es la cantidad máxima a entregar a los clientes bajo condiciones ideales. Sin embargo, en la realidad casi nunca se presentan estas condiciones, en consecuencia, se debe contar con un algoritmo que permita determinar las capacidades efectivas del sistema logístico.

En 1987, se plantea un algoritmo general para el cálculo de la capacidad de producción (AGCCP) con orientación a la estructura de la demanda [Acevedo Suárez, José Antonio, Hernández Torres *et al.*, 1987; Acevedo Suárez, José Antonio, Urquiaga Rodríguez *et al.*, 2002; Taboada Rodríguez, Acevedo Suárez *et al.*, 1987]. Aun cuando esta formulación representa un importante avance, en el

caso del sistema logístico se debe asegurar que todos los procesos participantes en la red dispongan de la capacidad para satisfacer las demandas de los clientes finales, por tanto, se debe coordinar la capacidad de producción y servicio de todos los procesos del sistema (transporte, almacén, servicio, etc.) [Chopra y Meindl, 2010; Gómez Acosta y Acevedo Suárez, 2000].

Por otra parte, [Anaya Tejero, 2007] revela que cuando se calcula con una variedad de productos la capacidad se suele medir en términos agregados por unidades de medida a la que se puedan reducir todos los productos (toneladas, metros cúbicos, etc.) o en términos de salidas, o sea, de los recursos que se utilizan, tales como horas máquinas, horas hombre, toneladas de materia prima y otras; y reconoce que no son siempre mediciones útiles. Otros autores como [Bawa, 2004], enfoca la capacidad desde el punto de vista de los parámetros técnicos y químicos que puede asegurar el equipamiento de los procesos a los productos, tales como dimensiones, composición química, masa, precisión, resistencia, etc.

Partiendo de los elementos señalados por los autores mencionados y de los requerimientos de la gestión de capacidades en la cadena de suministro, se presentan algunas de las limitaciones del AGCCP:

- Los resultados no se expresan en la misma unidad de medida en todos los productos finales.
- No se contemplan los parámetros técnicos y de calidad que aseguran los procesos.

- El cálculo se realiza a partir del tiempo unitario de cada operación, lo que no siempre es válido para las operaciones logísticas y las de producción con operaciones no unitarias como procesos químicos, etc.
- No contempla las pérdidas por defectos y mermas en los procesos, ni los índices de consumo o la existencia de flujos alternativos.
- No se determina el costo asociado al nivel de utilización de las capacidades.

La resolución 114/2013 del MEP [Yzquierdo Rodríguez, 2013] plantea el concepto de encargo estatal, que sería la producción mínima con la que debe responder cada proceso y que afecta directamente la estructura de la demanda. Este elemento no está recogido en la formulación analizada.

Generalmente la gestión de las capacidades se realiza a nivel estratégico (largo plazo), por lo que el escenario real en que opera diariamente el sistema logístico (variaciones de corto plazo debido a interrupciones, falta de personal u otras coyunturas) afectan el valor de la capacidad efectiva [Waters, 2003]. Por lo tanto, es parte de la gestión táctica y operacional del flujo logístico, el monitoreo constante de las capacidades del sistema, y la toma de medidas para acercar las salidas actuales a la capacidad efectiva (aumentar la utilización de la capacidad), siempre que el ciclo de ejecución de la medida sea menor o igual que el intervalo de planificación en que se trabaja. Según [Waters, 2003] algunas de las medidas para ajustar la capacidad son: contratación de espacio extra, trabajar tiempo extra, emplear trabajadores temporales, subcontratar partes del trabajo, entre otras.

1.5.2 *Gestión de ciclos*

El ciclo logístico es la principal unidad de análisis para el diseño y la sincronización de la logística [Bowersox, Closs *et al.*, 2009], por lo tanto el propósito de la gestión

de ciclos es planificar y controlar el cumplimiento de los ciclos logísticos. Además, para alcanzar el objetivo de la gestión logística de disminuir los costos [Gómez Acosta,Acevedo Suárez *et al.*, 2007], se plantea la reducción sistemática del ciclo logístico total. El **ciclo de operación** (Anexo 1.2) es el tiempo indispensable en el movimiento del producto o servicio por el sistema logístico, es decir, aquel tiempo que aporta valor al producto. Su duración depende del tipo de desplazamiento que sigan los objetos, el tamaño del lote, la complejidad del producto y otros [Taboada Rodríguez,Acevedo Suárez *et al.*, 1987].

La duración del **ciclo logístico** se expresa en función del ciclo de operación, otros tiempos de interrupción y de reserva. En la práctica, estos tiempos tienen un comportamiento estocástico, por lo que se determinan empleando distintos métodos: cronometraje y fotografía del trabajo, criterios de expertos y ejecutores, uso de estándares, técnicas estadísticas, entre otras [Urquiaga Rodríguez, 2000].

Por su parte, el **ciclo logístico total** es el tiempo que transcurre desde el proceso proveedor inicial de la cadena hasta la entrega al consumidor final [Ayers, 2001a; Chopra y Meindl, 2010; Gómez Acosta,Acevedo Suárez *et al.*, 2007]. Sin embargo, para [Bowersox y Closs, 2007] el ciclo inicia aún antes, en la identificación de los requisitos del cliente. A los efectos de esta investigación, se toma la definición del primer grupo de autores, no obstante existe una diferenciación en la forma de calcularlo.

Para [Ayers, 2001b; Chopra y Meindl, 2010] el ciclo logístico está dado por la consecución de los ciclos de cada nivel; mientras que para [Gómez Acosta,Acevedo Suárez *et al.*, 2007] este se compone del ciclo de los procesos que se encuentren en la ruta crítica del sistema logístico, es decir, aquellos

procesos que no ocurren simultáneamente y tienen influencia directa en la duración del ciclo [Urquiaga Rodríguez, 1999]. La autora se rige por esta última forma de cálculo y considera que de acuerdo a la problemática planteada, el procedimiento del MGO para la determinación de los flujos logísticos y el cálculo de los ciclos, constituye una herramienta esencial para la planificación del ciclo logístico.

La investigación de [Urquiaga Rodríguez, 1999] demuestra que en los procesos la mayor parte del tiempo no agrega valor al producto. Si a esto se le adicionan las interrupciones debido a falta de coordinación entre el proveedor y el cliente de algún nivel de la cadena (retardos en la colocación de la orden o en la entrega de la misma [Chopra y Meindl, 2010]), se tiene como resultado el aumento del ciclo logístico total. En aras de aumentar la **eficiencia del ciclo logístico** es preciso ajustar los tiempos de operación, disminuir al mínimo el resto de los tiempos componente de los ciclos y mejorar la coordinación de los planes entre los actores de la cadena [Bowersox,Closs *et al.*, 2009].

1.5.3 *Gestión de inventarios*

El trabajo de [Kovács,Egri *et al.*, 2010] expone cuatro enfoques de control de inventarios en la cadena de suministro: clásico de descomposición, bi-nivel, coordinado e integrado. En el Anexo 1.3 se realiza una comparación entre estos enfoques en base a elementos como: requerimientos de información y contractuales, complejidad computacional, extensión en la cadena, entre otros.

Uno de estos enfoques teóricos es la modelación y simulación de inventario colaborativo basado en programación multi-agentes [Fox,Barbuceanu *et al.*, 2000; Fu y Piplani, 2000; Swaminathan,Smith *et al.*, 1998; Yu, E., 2001]. Las limitaciones

principales de este enfoque es que se asume la producción de un único producto y la no existencia de restricciones de capacidad, por lo que no está en correspondencia con la problemática planteada en esta investigación [Grolik,Stockheim *et al.*, 2001]. Además, [Dudek y Stadtler, 2005] señalan que la toma de decisiones centralizada no es aplicable a la coordinación de planes entre socios independientes. Sin embargo, otros trabajos combinan la programación multi-agente con la toma de decisiones distribuidas [Bhatnagar,Chandra *et al.*, 1993], pero solo han sido aplicados para parte de la cadena de suministro (planificación aguas arriba) y no se obtienen los mejores planes posibles para toda la cadena [Dudek y Stadtler, 2005].

Según un estudio realizado por [Defee,Williams *et al.*, 2010] las investigaciones sobre las teorías de inventario presentan una diferencia significativa entre un 10,8% en el campo de la logística y sólo 1,5% en el contexto de la cadena de suministro. Esto se complementa por la necesidad que señalan [Jiménez Sánchez, 2006; Williams y Tokar, 2008] de desarrollar modelos para la gestión integrada de las actividades logísticas y el control de inventario en el ámbito colaborativo, para la búsqueda de la eficiencia en la cadena de suministro.

El trabajo presentado por [Dolgui y Proth, 2010] apunta que los modelos de gestión de inventario propuestos en la literatura son muy sofisticados, configurados para problemas muy específicos y las asunciones hechas raramente se presentan en la realidad. De hecho, registran que las mejoras realizadas en la gestión de inventario provienen de los avances en las TIC y en los enfoques operacionales y no del análisis de modelos matemáticos.

Como conclusión del análisis de la literatura sobre gestión de inventarios, la autora corrobora la validez del desarrollo de un modelo que gestione los inventarios de conjunto con otros elementos en el ámbito colaborativo del sistema logístico.

1.6 Análisis de los modelos existentes de gestión del flujo logístico

Como consecuencia de la complejidad de los sistemas logísticos, cada detalle de la realidad debe ser tenido en cuenta en los planes y durante el proceso de planificación. Por lo tanto, es necesario emplear una copia simplificada de la realidad como base para establecer los planes [Fleischmann, Meyr *et al.*, 2008].

1.6.1 Modelos de coordinación de la cadena de suministro

De acuerdo a las tres categorías de coordinación operacional de la cadena de suministro definidas por [Thomas y Griffin, 1996] (comprador-vendedor, producción-distribución e inventario-distribución), no se han identificado modelos que coordinen integralmente todos los procesos del sistema logístico, como es necesario de acuerdo a la problemática actual.

El trabajo de [Thomas y Griffin, 1996] analiza 22 modelos de coordinación y concluye que estos se centran en la selección del tamaño de lote, las opciones de transportación y la cantidad a producir. También se señala la escasez de literatura sobre coordinación operacional de la cadena de suministro y que la mayoría de las investigaciones están enfocadas en modelos estocásticos, que requieren grandes asunciones sobre distribución de la demanda y la estacionalidad.

[Albrecht, 2010; Dudek y Stadtler, 2005] apuntan que los mecanismos de coordinación propuestos en la literatura en los últimos años, presentan limitaciones para su aplicación en la planificación inter-organizacional: son soluciones que solo abarcan una parte de la cadena, se necesita mucha

información con anticipación, existen restricciones en el tamaño de lote óptimo y son para problemas muy específicos. Esto corrobora que aún cuando la necesidad de coordinar los planes en las cadenas de suministro es reconocida, existen espacios entre las propuestas teóricas y los requerimientos prácticos [Kovács, Egri *et al.*, 2010].

Varios autores han demostrado que a pesar de que la coordinación de los planes aporta reducciones de costos considerables en comparación con la forma tradicional de relaciones entre empresas, la planificación centralizada optimiza la reducción de costos totales de la cadena [Simpson y Erengüc, 2001].

1.6.2 Modelos de programación matemática

En la tabla 1.4 se analizan los modelos de programación matemática propuestos por [Erengüc, Simpson *et al.*, 1999; Ertogral y Wu, 2000; Escudero, Galindo *et al.*, 1999; Karabuk y Wu, 2002; Özdamar y Yazgac, 1999; Thorn, 2002; Zäpfel y Wasner, 2000] para la planificación de la cadena de suministro.

Tabla 1.4 Análisis de algunos modelos de programación matemática

Modelos	Función objetivo	Decisiones	Alcance
Erengüc et al. (1999)	costo mínimo	centralizado	producción/ distribución
Özdamar and Yazgac (1999)	costo mínimo	centralizado	producción/ distribución
Escudero et al. (1999)	costo mínimo /mínima utilización	distribuida	compra/producción/ distribución
Zäpfel and Wasner (2000)	costo mínimo	centralizado	compra/producción/ distribución
Ertogral / Wu (2000)	costo mínimo	distribuida	producción
Thorn (2002)	máxima ganancia	distribuida	compra/producción/ distribución
Karabuk / Wu (2002)	máxima ganancia /utilización planificada	distribuida	producción/ distribución

Los modelos estudiados (tabla 1.4) no se ajustan a la problemática a resolver pues, aunque presentan alternativas en cuanto a la planificación de las

capacidades, no son totalmente flexibles en este aspecto. Algunos se limitan a permitir el análisis de la tercerización en la producción [Erengüc, Simpson *et al.*, 1999; Ertogral y Wu, 2000; Karabuk y Wu, 2002] y otros asumen una capacidad de producción fija mientras que se varía el número y tipo de vehículos [Özdamar y Yazgac, 1999; Zäpfel y Wasner, 2000]. A pesar de esta insuficiencia, todos los modelos trabajan para la satisfacción de la demanda a través de ecuaciones de balance y restricciones de disponibilidad de recursos [Dudek, 2009], lo que ratifica la validez de estas perspectivas para la planificación de la cadena de suministro.

1.6.3 *Técnicas básicas de gestión del flujo logístico*

De la combinación del tipo de flujo manifestado (tabla 1.3) y su relación con la demanda, surgen tres grupos de sistemas logísticos. Para cada uno de ellos existen técnicas de gestión apropiadas.

Tabla 1.5 Técnicas básicas de gestión en cada tipo de sistema logístico

Tipo de flujo \ Estrategia	Empuje (<i>Push</i>)	Halar (<i>Pull</i>)
Flujo sistemático	<ul style="list-style-type: none"> • MRP • Gestión de inventarios • Línea de balance • DRP 	<ul style="list-style-type: none"> • Kanban • VMI • ECR • CPFR
Flujo eventual	<ul style="list-style-type: none"> • Gestión de proyectos • Plan de Fechas Principales 	

De forma general, [Olhager y Selldin, 2004] plantean que el uso de las técnicas y herramientas de planificación y control ha sido moderado y fundamentalmente al interior de las empresas. En correspondencia con este criterio, [Albrecht, 2010] señala que los Sistemas Avanzados de Planificación actuales, a pesar de constituir interfaces de intercambio de información entre los socios, no son un soporte de la planificación colaborativa externa. [Stadtler, 2005] plantea que es conocido que la fortaleza de los modelos ERP no está en la planificación y que

tienen foco en una sola empresa, donde la producción y la distribución son tratados más o menos como procesos independientes [Stadtler, 2008].

Tradicionalmente se cree que el CPFR es la técnica por excelencia para la planificación conjunta, pero según [Alarcón Jaramillo, 2010; Albrecht, 2010] en el contexto de CPFR, planificación no se refiere a la alineación de los planes operacionales; sino a la planificación conjunta de los negocios donde se define las metas, tareas y recursos para la colaboración [Dudek, 2009]. Se basa en compartir información sobre los pronósticos de ventas para obtener un único pronóstico y en la identificación y comunicación de eventos que pueden variar la demanda [Pfeifer, Hensolt *et al.*, 2008], por lo que el modelo de gestión colaborativa puede constituir un complemento del CPFR y así aprovechar sus fortalezas en los pronósticos y transmisión de la demanda.

Teniendo en cuenta los requisitos definidas en el epígrafe 1.4 y la descripción de las técnicas presentadas en el Anexo 1.4, se analiza la posibilidad de emplear alguna de ellas para resolver la situación planteada.

1.6.4 Cumplimiento de los requisitos de la gestión colaborativa del flujo logístico

El Anexo 1.5 muestra la matriz donde se señalan los requisitos que cumple cada técnica de gestión analizada. Esta comparación arroja que el nivel de cumplimiento de los requisitos se encuentra alrededor del 50%; lo permite a la autora afirmar que ninguno de las técnicas analizadas representa, por sí solo, una solución a la problemática planteada en la investigación.

Del análisis de la cantidad de técnicas que cumplen con cada requisito (Anexo 1.5) se puede apreciar la existencia de un solapamiento entre las técnicas estudiadas, lo que demuestra que se han desarrollado sobre las mismas bases aun cuando se

adaptan a diferentes situaciones. Todos los modelos se centran en la gestión del flujo material a nivel táctico y en la determinación de las cantidades; y presuponen que los procesos poseen la tecnología adecuada para producir los productos demandados y que trabajan con total calidad y rendimiento. Así mismo, no consideran la existencia de flujos alternativos de procesos para los productos, dificultando su aplicación en redes complejas de procesos.

Existen cuatro requisitos de la gestión colaborativa del flujo logístico que no se cumplimentan en ninguno de los modelos analizados, por lo tanto es necesario desarrollar un modelo para cubrir las insuficiencias detectadas. Este modelo tomará como base la Línea de Balance que enfatiza en la gestión del flujo material más que en la gestión de inventarios, lo que contribuye a la gestión como un flujo único de todo el sistema logístico. Para suplir las limitaciones de la técnica se combina con otras; y para incluir el balance de capacidades y las consideraciones de eficiencia de los procesos, se debe emplear un algoritmo para el cálculo de capacidades logísticas.

Las técnicas analizadas se centran en la planificación de los flujos principales (productos y sus componentes), no incluyen recursos que se insumen en los procesos de la red, ni los recursos y residuos que salen de los mismos. En este sentido se puede emplear el MAP para definir los elementos a planificar, y que se cumplimenta con el Modelo en Entrada-Salida de Leontief para la representación de las interrelaciones entre los procesos.

1.7 Tecnologías de la Información y las Comunicaciones para la integración

La información es el vínculo imprescindible entre los actores de la cadena de suministro [Cohen y Roussel, 2005; del Porto Banco, 2010], mientras que las TIC

se han convertido en habilitadoras de la efectiva gestión de la cadena de suministros y facilitadoras de ventajas competitivas [Ivanov y Sokolov, 2010; Simchi-Levi, Kamisky *et al.*, 2008a; Soret Los Santos, 2010]. Además, su importancia en este campo queda demostrada al ser el segundo tema más tratado en la literatura sobre cadenas de suministro [CSCMP, 2010b].

A menudo se emplea la frase “la información reemplaza el inventario” [Simchi-Levi, Kamisky *et al.*, 2008a], lo cual no es enteramente cierto. Sin embargo el correcto manejo de la información en la cadena de suministro es parte de una buena gestión de inventarios [Kempf, Keskinocak *et al.*, 2011] y sin el empleo de las TIC no es posible llevar la gestión de la cadena de suministro a los niveles globales que se pretende [Chopra y Meindl, 2010].

De acuerdo al papel desempeñado por las tecnologías en las empresas estas pueden dividirse en tres grupos: (1) captación de datos, (2) comunicación y (3) procesamiento. La división realizada por la autora coincide con la efectuada por [Garrido Azevedo, Ferreira *et al.*, 2007] en las clasificaciones uno y dos, pero difiere en la tres ya que la autora considera que las tecnologías de identificación y las de adquisición de datos están estrechamente relacionadas, por lo que resulta inoportuno diferenciar su tratamiento. Del análisis de diferentes autores se resume la descripción de las TIC en la tabla del Anexo 1.6 y en la tabla 1.6 se agrupan de acuerdo a su función en la cadena de suministro.

La gran gama de aplicaciones para la cadena de suministro puede dificultar la selección del sistema más apropiado [Ayers, 2001a], sin embargo la autora no considera que este sea el punto crítico en la introducción de TIC en las empresas. Para la introducción de las TIC se debe trabajar en dos puntos fundamentales:

Tabla 1.6. Clasificación de las TIC según su rol en la cadena de suministro

Grupo	Características	Tecnologías
Tecnologías de captación de datos	de Las tecnologías de entrada de datos son aquellos elementos de interface que permiten captar los datos del flujo logístico en cada punto de control definido en el mismo, siendo relevante el mínimo retardo en la captación de los datos con relación al momento de ocurrencia del evento en el flujo material o financiero.	Código de barra, RFID, Computadoras personales y terminales, Asistentes personales digitales (PDA) y teléfono inteligentes, Reconocimiento de voz y procesamiento de imágenes
Tecnologías de transmisión de datos	de Compartir la información entre los miembros de la cadena de suministro es un requisito importante para la colaboración y la mejora de las relaciones con los clientes. Igualmente, es determinante el suministro permanente de información y la transmisión sin “ruidos” y con mínimo retardo.	Teléfono, el fax, el correo electrónico, EDI, Internet, Intranet, estándares móviles, banda ancha, B2B, B2C y XML
Tecnologías de procesamiento	de Deben asegurar las bases de datos y el procesamiento de los datos de acuerdo al modelo definido. Admiten la participación y acceso integrados de los distintos actores de la gestión del flujo logístico, así como la emisión de reportes oportunos, sintéticos y flexibles según la necesidad de cada actor de la gestión.	ERP, SCM, CRM, DSS, ES, AI

[Chiang y Feng, 2007; Lee y Whang, 2000; Sahin y Robinson, 2005; Sandberg, 2005; Seshadri y Mishra, 2004; Simchi-Levi, Kamisky *et al.*, 2008a; Ulaga y Eggert, 2006; Xu, K. y Dong, 2004; Yu, Z., Yan *et al.*, 2001]

los impedimentos organizativos y las barreras físicas que puedan existir, sobre todo en los países del Tercer Mundo [Simchi-Levi, Kamisky *et al.*, 2008a]. Por lo tanto, este trabajo se debe llevar a cabo con sumo cuidado pues requiere modificaciones considerables en la organización y en el personal [Blanco Encinosa, 2011]. Además, [Ayers, 2001a] destaca que para obtener mayores beneficios de las TIC, se deben integrar al modelo organizacional.

1.8 Conclusiones del capítulo

- La integración es una tendencia creciente y los beneficios que de ella se desprenden, favorecen el desarrollo y aplicación de soluciones de colaboración entre los actores del sistema logístico como fuente de ventajas competitivas.
- Se sintetizan los siete requisitos de la gestión colaborativa del flujo logístico los que deben constituir referencia para el logro de la integración en los sistemas logísticos.
- El análisis de los mecanismos de coordinación de la cadena de suministro, los modelos de programación matemática y otras técnicas de gestión, demuestra las insuficiencias prácticas y teóricas de estos modelos para solucionar la situación actual. Existen al menos cuatro requerimientos que no son cubiertos por ninguna de las técnicas analizadas.
- La amplia gama de TIC disponibles para la gestión dificulta la selección de las más apropiadas, sin embargo el elemento más importante es el cambio organizacional y en el personal del sistema logístico para aprovechar al máximo las posibilidades de estas tecnologías. De esta forma se contribuye al desarrollo de procesos de negocio que empleen eficientemente la información.

CAPÍTULO II

MODELACIÓN DE LA GESTIÓN COLABORATIVA DEL FLUJO LOGÍSTICO

CAPÍTULO 2. MODELACIÓN DE LA GESTIÓN COLABORATIVA DEL FLUJO LOGÍSTICO

El objetivo de este capítulo es la descripción del proceso seguido en la conformación del modelo propuesto y la delineación de los procedimientos para la aplicación del mismo.

Luego de la modelación semántica-conceptual que se presenta en el capítulo 1, el epígrafe 2.1 resume las bases conceptuales, contextuales y metodológicas del modelo propuesto. En el apartado 2.2 se describe la modelación matemática para el balance del sistema. El modelo semántico-descriptivo del Modelo de Gestión Colaborativa del Flujo Logístico (MGCFL) se despliega en el epígrafe 2.3, donde se refieren los elementos y relaciones del sistema; y en el 2.4 se explican los procedimientos para la aplicación del modelo propuesto.

2.1 Bases para la formulación del modelo

A continuación se presenta un resumen de los elementos conceptuales, contextuales y metodológicos que sirven de plataforma para la formulación del modelo y que fueron expuestos en detalle en el capítulo anterior.

2.1.1 Bases conceptuales

El MGCFL se basa en la combinación de los conceptos de planificación colaborativa y flujo logístico. La planificación colaborativa está conformada por los subsistemas de planificación y control como generalidad de la gestión de la producción [Fundora Miranda,Taboada Rodríguez *et al.*, 1987; Gaither y Frazier, 2000; Jacobs,Chase *et al.*, 2009]. Por su parte la gestión del flujo logístico es el trabajo simultáneo con la gestión de las capacidades, los inventarios y los ciclos de todo el sistema logístico.

2.1.2 Bases contextuales

Los sistemas logísticos cubanos presentan deficiencias en el cumplimiento de las funciones de los subsistemas de planificación y control, la ausencia de algunas de sus etapas y el carácter informal con el que se cumplen otras. Esta situación se suma a la carencia de métodos de planificación y control que se adapten a las cambiantes y restrictivas condiciones que vive el país y el mundo en general.

De otro lado, la actualización del MEC a partir de los Lineamientos Económicos y Sociales del Partido y la Revolución, plantean la necesidad de trabajar en la planificación de la economía teniendo en cuenta el mercado y el uso racional de los recursos para aumentar la competitividad de las empresas. Se hace un llamado a la cooperación entre las empresas como forma de elevar los niveles de eficacia y eficiencia. Sin embargo, hay factores culturales arraigados en las organizaciones relacionados con la búsqueda de resultados inmediatos y apego a las formas tradicionales de actuar, lo que constituye un reto en la transformación de los métodos de planificación por los que aboga el Lineamiento 05 [VI Congreso del PCC, 2011].

2.1.3 Bases metodológicas

Para la formulación del MGCFL se cumplen las pautas metodológicas siguientes:

- Se adopta como metodología principal, la Línea de Balance [Fundora Miranda, Taboada Rodríguez *et al.*, 1987; Koether, 2008; Krajewski y Ritzman, 2000; Ostertag, 2008] para la planificación de producción a partir del programa de entrega del producto. Estos objetivos se amplían con la generalización de esta técnica a la planificación de una red de procesos logísticos a partir de la demanda de los clientes finales.

- El procedimiento para el diseño del sistema de planificación y control de la producción de [Taboada Rodríguez,Acevedo Suárez *et al.*, 1987; Torres Cabrera y Urquiaga Rodríguez, 2007] se emplea como guía del desarrollo del modelo. A pesar de que esta metodología se presenta como un aporte para el diseño y análisis de dichos sistemas, esta ofrece alto valor metodológico y facilita el desarrollo de la gestión del sistema logístico.
- Se consideran los flujos de información que alimentan el sistema y las tecnologías para su captura, transmisión y procesamiento.
- La metodología RUP que soporta el diseño del sistema informático que soporta el modelo [Jacobson,Booch *et al.*, 2004].
- Se emplea la modelación semántica, tanto conceptual como descriptiva, así como la modelación matemática de balance de sistemas, en correspondencia con la clasificación dada en [Acevedo Suárez, José Antonio,Acevedo Urquiaga *et al.*, 2010b].

2.2 Modelación matemática para el balance del sistema logístico

La modelación matemática es una de las bases para la formulación del MGCFL; la autora establece las relaciones matemáticas entre los elementos que caracterizan un sistema logístico balanceado.

2.2.1 Ecuaciones de balance del flujo logístico

La condición de balance del flujo logístico se cumple al verificar en cada momento, que la red de procesos cumpla el sistema de ecuaciones lineales que se presenta en [Acevedo Suárez, José Antonio,Acevedo Urquiaga *et al.*, 2010b; Acevedo Urquiaga,Pardillo Baez *et al.*, 2010] y se exhiben en el Anexo 2.1.

2.2.2 Ecuaciones para el balance de capacidad

Para el despliegue de la ecuación 2.6 del Anexo 2.1, se propone la Segunda Generalización del Cálculo de Capacidad (SGCC), desarrollada por la autora para la determinación de la capacidad del sistema logístico [Acevedo Suárez, José Antonio, Gómez Acosta *et al.*, 2010b; Acevedo Urquiaga, Pardillo Baez *et al.*, 2010; Lopes Martínez, Acevedo Urquiaga *et al.*, 2013], ver Anexo 2.2.

2.2.3 Matriz columna de índices de consumo relacional

La matriz columna de índices de consumo relacional expresa la interrelación de los procesos (ecuación 2.2 del Anexo 2.1) en sistemas logísticos donde existen relaciones complejas y de retroceso del flujo material. Se obtiene a partir de la fórmula presentada en [García Gómez, Acevedo Suárez *et al.*, 1987; Lay, 2006; Mederos y Sandoval, 1988].

$$(I - A)^{-1} * Y \quad \text{Matriz columna de índices de consumo relacional (2.1)}$$

A es la matriz cuadrada que relaciona los índices de consumo para cada pareja de procesos vinculados (a_{ij}); lo que se traduce en la cantidad de productos que debe entregar un proceso a otro para su funcionamiento. **I** es la matriz unitaria del mismo índice de **A**. Por su parte, **Y** es la matriz columna donde se representa una unidad de demanda del cliente final.

Las redes de procesos se pueden representar con varios grados de detalle de un nivel a otro, pero a los efectos de este cálculo los procesos finales se representan como uno sólo, para que **Y** represente una única unidad de demanda. Este constituye un aporte teórico de esta investigación al realizar una modificación del modelo de Leontief [Leontief, 1958] para su aplicación en sistemas logísticos.

2.3 Formulación del Modelo de Gestión Colaborativa del Flujo Logístico

A partir de las bases conceptuales, contextuales, metodológicas y matemáticas presentadas se formula el MGCFL, el cual se presenta a través de variables de influencia, pilares, variables de impacto y los subsistemas que lo conforman. La concepción general del modelo tiene como centro el sistema de planificación y control del sistema logístico, que actúa sobre la red de procesos (figura 2.1).

El modelo permite representar los elementos seleccionados como resultado de la investigación bibliográfica y los casos de estudio:

- La influencia del ambiente político-económico y las exigencias del entorno en que se desempeña el sistema logístico.
- Las estrategias de colaboración que sigue el sistema logístico, esbozadas en el plan de negocios conjunto y que permiten una gestión coherente.
- Las entradas: la demanda colaborativa es el resultado de la realización conjunta del pronóstico (en caso de estar definida una estrategia de colaboración) o de forma tradicional. De la misma forma, una entrada importante son las órdenes o programas de los clientes.
- Las variables sobre las que se impacta directamente con la aplicación del modelo de gestión del sistema logístico.
- Las variables de influencia que se encuentran dentro del ámbito de la organización y que pueden determinar el éxito o fracaso de la aplicación.
- Los pilares sobre los que se sustenta el modelo y que contribuyen a la operatividad del sistema de planificación y control.
- Los componentes del sistema de planificación y control del sistema logístico, las entradas y salidas del mismo.

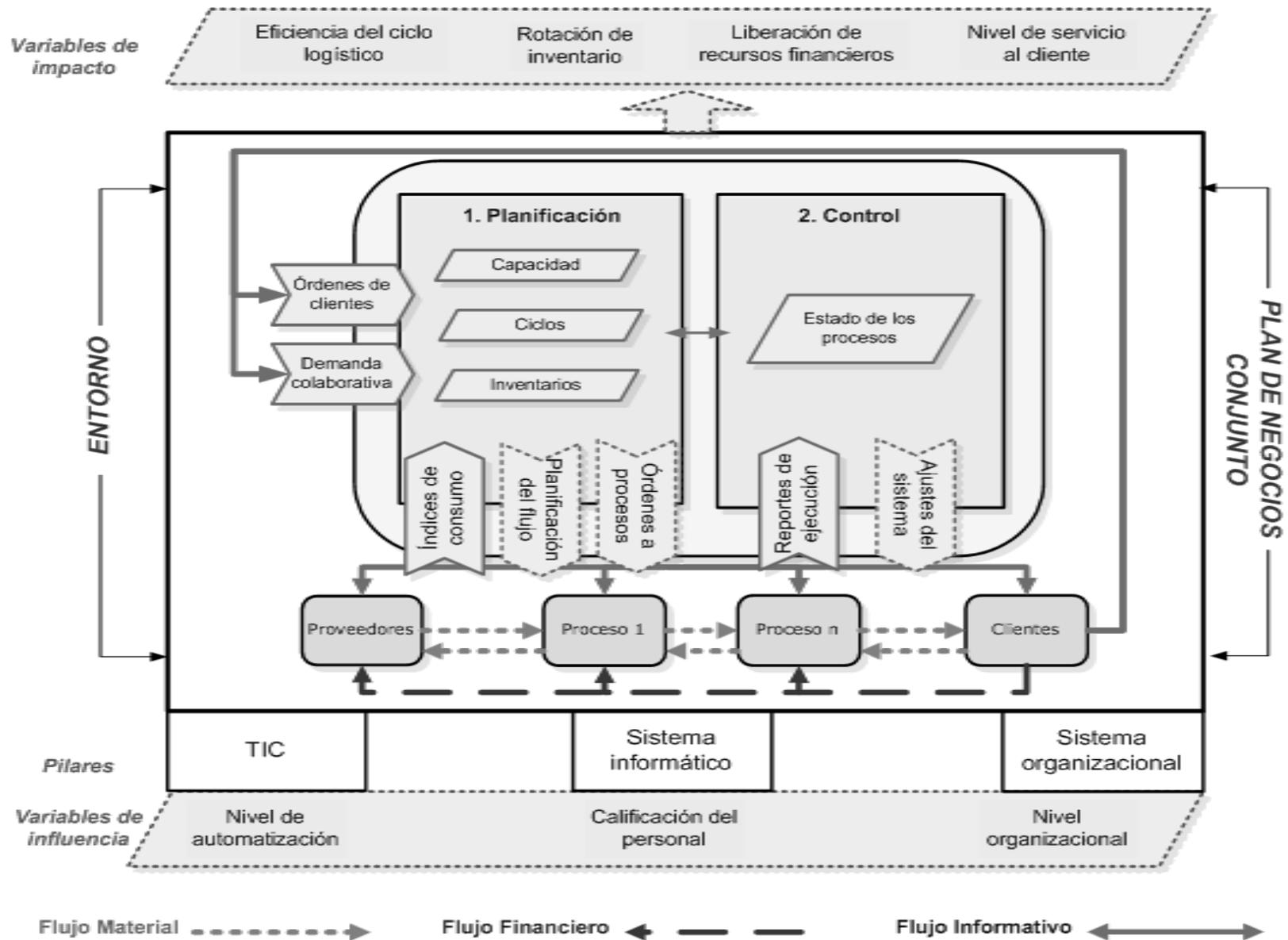


Figura 2.1 Modelo de Gestión Colaborativa del Flujo Logístico

- El modelo se completa con la ilustración de los flujos de información, financiero y material (incluye retorno) que relacionan a los procesos. El flujo informativo representa, además, la retroalimentación del sistema.

A continuación se despliegan las etapas de caracterización, elementalización y estructuración según el procedimiento de análisis y diseño del sistema de planificación y control.

2.3.1 Etapa I: Caracterización del sistema de gestión del flujo logístico

En esta etapa se definen las premisas, características, objetivos y relaciones con el medio que debe considerar el sistema.

Premisas

Para la aplicación del MGCFL como sistema de planificación y control del sistema logístico deben cumplirse las premisas siguientes:

- Orientación a la gestión de la cadena de suministro y compromiso e interés de la media y alta dirección de los procesos involucrados.
- Conocimientos básicos sobre logística y cadenas de suministro entre los especialistas y directivos.
- Existencia de alguna forma elemental de intercambio o coordinación de planes, o disposición para lograrla a corto plazo.
- Existencia o disposición a conseguir, el grado mínimo de automatización, al menos de la información relevante para la gestión del flujo logístico.

La inexistencia de estas premisas no invalida al sistema logístico para la aplicación del modelo, sin embargo es necesario mayor trabajo para crear estas condiciones.

Características del MGCFL

A continuación se detallan las características inherentes del modelo propuesto que lo definen como un sistema [Pozo Navarro, 1996].

- Relativamente abierto, pues está basado en el intercambio de información entre los elementos componentes y el entorno, pero no todos los cambios del medio repercuten en el sistema.
- Interoperable, se puede adaptar a varios entornos (procesos internos o cadena de suministro) y diferentes grados de disponibilidad de TIC.
- Proactivo al permitir la simulación de decisiones y situaciones antes de que se produzcan.
- Integral, sinérgico y colaborativo pues la toma de decisiones parte de un análisis general que propicia los mejores resultados en armonía con los objetivos del sistema y no de los intereses individuales.
- Estable, al responder con relativa rapidez a los cambios del entorno y del propio sistema logístico.
- Dinámico, ya que tiene la capacidad de modificar su estado en los diferentes intervalos de tiempo.

Objetivos del MGCFL

A partir de las bases conceptuales y metodológicas presentadas se llega a la formulación de un modelo para la gestión colaborativa del flujo logístico [Acevedo Urquiaga, Acevedo Suárez *et al.*, 2012], que persigue los objetivos siguientes:

- 1) Gestionar de forma integrada las actividades de los flujos material, informativo y financiero a nivel táctico-operativo.

- 2) Determinar el momento y la cantidad que debe ejecutar cada proceso a partir de los requerimientos del cliente final, tomando en consideración los flujos alternativos de procesos y eficiencia de los mismos.
- 3) Asegurar el balance integrado y dinámico de los suministros, los inventarios y las capacidades del sistema para satisfacer las demandas del cliente.
- 4) Simular las variaciones de las condiciones del sistema y sus posibles impactos en el cumplimiento de la demanda del cliente final.
- 5) Lograr la reubicación de los pedidos de los clientes como respuesta a la falta de disponibilidad en un proceso del sistema logístico.

Relaciones del MGCFL con el medio

El sistema se relaciona con el entorno económico, político, jurídico, tecnológico y social en el que tiene lugar el sistema logístico, lo que se expresa a través de las variables de influencia y de impacto.

Variables de influencia

El **nivel de automatización** del sistema logístico determina el tiempo en que se puede desplegar el MGCFL. Aquellos que posean un mayor grado de informatización pueden tener un mejor tratamiento de la información, que aunque no garantiza el éxito del modelo, sí lo propicia.

La **calificación del personal** establece las cualidades, conocimientos y valores que posee el personal para enfrentarse al nuevo modelo de gestión. Un personal preparado y en disposición al cambio, puede favorecer la aplicación del modelo.

Un sistema logístico con mayor **nivel organizacional** favorece la aplicación del MGCFL pues se garantiza el temprano cumplimiento de las premisas del modelo.

Variables de impacto

La **eficiencia del ciclo logístico** [Bowersox y Closs, 2007] (o nivel de continuidad del flujo) representa la aplicación del MGCFL como variable independiente y refleja el grado de planificación del flujo logístico. Este indicador se determina a través de la fórmula planteada por [Acevedo Suárez, José Antonio, Gómez Acosta *et al.*, 2010b; Fundora Miranda, Taboada Rodríguez *et al.*, 1987] para el cálculo de la continuidad del flujo:

$$EC = \sum_{i=1}^n CO_i / \sum_{i=1}^n CL_i \quad \text{Eficiencia del ciclo logístico (2.2)}$$

Donde:

CO_i : ciclo de operación del procesos i

CL_i : ciclo logístico del procesos i

Para la determinación del ciclo de operación ver el Anexo 2.3, mientras que la determinación del ciclo logístico se demuestra más adelante.

La **Rotación del inventario** es una de las medidas más comunes para evaluar la eficiencia. Estos valores varían según la industria y la naturaleza de los bienes o servicios ofrecidos, por lo tanto se deben comparar sistemas logísticos similares para establecer patrones de desempeño. Para el cálculo en una red de procesos [Jacobs, Chase *et al.*, 2009; Waters, 2003] proponen la ecuación 2.3:

$$Rt = \sum_{k=1}^m V_k / \sum_{i=1}^n I_i \quad \text{Rotación de inventario en la red (2.3)}$$

Donde:

Rt : Rotación de inventario de la cadena de procesos

V_k : Costo de bienes vendidos del proceso cliente k

I_i : Valor promedio agregado del inventario del proceso i

La **Liberación de recursos financieros** es una consecuencia del aumento de las rotaciones del inventario en el sistema logístico es decir, se obtienen los mismos resultados con menos recursos [Acevedo Suárez, José Antonio, Gómez Acosta *et al.*, 2010b].

$$Lf = (V_1 / Rt_0) - (V_1 / Rt_1) \quad \text{Liberación de recursos financieros (2.4)}$$

Donde:

V_1 Valor de las ventas en el intervalo final

Rt_0 : Rotación del inventario en la red de procesos en el intervalo inicial

Rt_1 : Rotación del inventario en la red de procesos en el intervalo final

2.3.2 Etapa II: Elementarización del MGCFL

La correcta definición de los subsistemas garantiza los mecanismos con que debe funcionar el sistema para alcanzar los resultados previstos.

Funciones de los subsistemas

El MGCFL está compuesto por los subsistemas de planificación y de control, para los cuales se identifican los elementos, funciones y resultados.

1. Subsistema de planificación

La definición de los elementos del sistema de planificación se realiza a partir de una combinación de los diferentes puntos de vistas señalados por [Taboada Rodríguez, Acevedo Suárez *et al.*, 1987; Torres Cabrera y Urquiaga Rodríguez, 2007] en relación con el objeto y sujeto de planificación. A partir del estudio bibliográfico realizado por [Cárdenas Aguirre, 2008] que propone una estructura general para el subsistemas de planificación de la producción y de lo planteado para la planificación del sistema logístico según se muestra en la tabla 2.1.

Tabla 2.1 Elementos, funciones y resultados esperados del subsistema de planificación

Nivel	Elemento	Función	Resultado
Táctico	Índice de consumo relacional	de Calcular el índice de consumo de cada proceso para obtener una unidad de producto final	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ciclo y capacidad de cada proceso ▪ Ciclo logístico total
	Ciclo	Calcular el ciclo logístico del sistema logístico Determinar horizonte de planificación	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Índices de consumo relacional ▪ Capacidad del sistema logístico
	Capacidad	Determinar la capacidad de cada proceso y del sistema logístico	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Secuencia y porcentaje de productos a procesar en el sistema logístico
	Lote	Determinar el tamaño de lote en cada proceso	
	Secuencia	Definir prioridades de procesamiento	
Operativo	Demanda	Ajustar demanda a partir de los pedidos o programa de los clientes finales	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Programas de lanzamiento y entrega acumulados del sistema logístico
	Programación	Obtener la programación del SL de acuerdo a las necesidades materiales	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Órdenes de lanzamiento y entrega a los procesos
	Fechas y órdenes	Especificar fechas de lanzamiento y entrega para cada proceso Elaborar órdenes a los procesos	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cronograma de lanzamiento y entrega

(Fuente: elaboración propia a partir de [Cárdenas Aguirre, 2008; Torres Cabrera y Urquiaga Rodríguez, 2007])

2. Subsistema de control

El sistema de control se define (tabla 2.2) como un proceso transversal que retroalimenta continuamente al sistema de planificación [Nogueira Rivera,Hernández Torres *et al.*, 2002; Nogueira Rivera,Medina León *et al.*, 2004].

2.3.3 Etapa III: Estructuración del MGCFL

En esta etapa se definen los procedimientos, técnicas y herramientas específicas para cada una de las funciones señaladas anteriormente. Igualmente, se describen las informaciones de entrada y salida de cada subsistema y los EOI de cada elemento. Se debe partir de que el MGCFL se basa en:

- El MAP que permite determinar los objetos del flujo logístico (materiales, medios, fuerza de trabajo, información, conocimientos, energía y dinero) que se tendrán en cuenta para la gestión en correspondencia con el análisis de los procesos fundamentales [Acevedo Suárez, José Antonio y Gómez Acosta, 2008].
- La generalización de la Línea de Balance [Fundora Miranda,Taboada Rodríguez *et al.*, 1987; Koether, 2008; Ostertag, 2008] a la gestión del sistema logístico con la combinación la planificación material con otras variables.
- La SGCC que permite realizar el cálculo de la capacidad en procesos logísticos y de servicio, expresados en las unidades de medida de la demanda final [Acevedo Suárez, José Antonio,Acevedo Urquiaga *et al.*, 2011; Acevedo Suárez, José Antonio,Gómez Acosta *et al.*, 2010b; Acevedo Urquiaga,Pardillo Baez *et al.*, 2010; Lopes Martínez,Acevedo Urquiaga *et al.*, 2013].
- El concepto de planificación deslizante donde en cada intervalo del plan, el horizonte de planificación es el mismo y mayor que ciclo logístico.

Tabla 2.2 Elementos, funciones y resultados esperados del subsistema de control

Nivel	Elemento	Función	Resultado
Táctico	Capacidad	Control de avance sobre la utilización de la capacidad	Validación del ciclo logístico y las capacidad
	Ciclos	Control de avance del ciclo logístico	Medidas a adoptar
Operativo	Demanda	Control del cumplimiento de la demanda Control de disponibilidades en cada proceso de la cadena	Control de avance del sistema logístico Ajustes y validación de los programas y los órdenes
	Programación, fechas y órdenes	Lanzamiento de órdenes a los procesos Control de avance de las órdenes en la secuencia y fechas programadas. Prevención y eliminación de perturbaciones.	Medidas a adoptar

(Fuente: ampliación a partir de [Cárdenas Aguirre, 2008; Taboada Rodríguez, Acevedo Suárez et al., 1987])

Estructura del subsistema de planificación del MGCFL

A continuación se especifican las entradas que nutren al subsistema de planificación para obtener las salidas correspondientes. Un esquema detallado de la relaciones de información del subsistema se observa en el Anexo 2.4.

Entradas

- Método de gestión de cada proceso
- Restricciones de cada proceso
- Restricciones de la cadena
- Ciclo de los procesos
- Registros de tiempos de los procesos
- Red de procesos a planificar
- Datos tecnológicos de los procesos
- Demanda agregada
- Características de los productos a obtener
- Índices de consumo de los procesos
- Pedidos o programa de los clientes finales
- Objetivos de la cadena
- Existencias iniciales

Salidas

- Órdenes de lanzamiento
- Órdenes de entrega
- Cronograma de entrega y lanzamiento

Nivel táctico

La demanda es el elemento articulador del sistema logístico, pues determina las necesidades de recursos y capacidades de los procesos. Se gestiona a nivel estratégico por lo que se considera una entrada del MGCFL en el nivel táctico.

Índice de consumo relacional

Es la **matriz columna de índices de consumo relacional** de los procesos (figura 2.2) quien permite referirse a las pérdidas y mermas en los procesos sucesivos y expresarlo en referencia a una unidad de entrega del producto final, reflejando la

interrelación entre los procesos. Este índice se calcula a partir de la formulación presentada en el epígrafe 2.2.3.

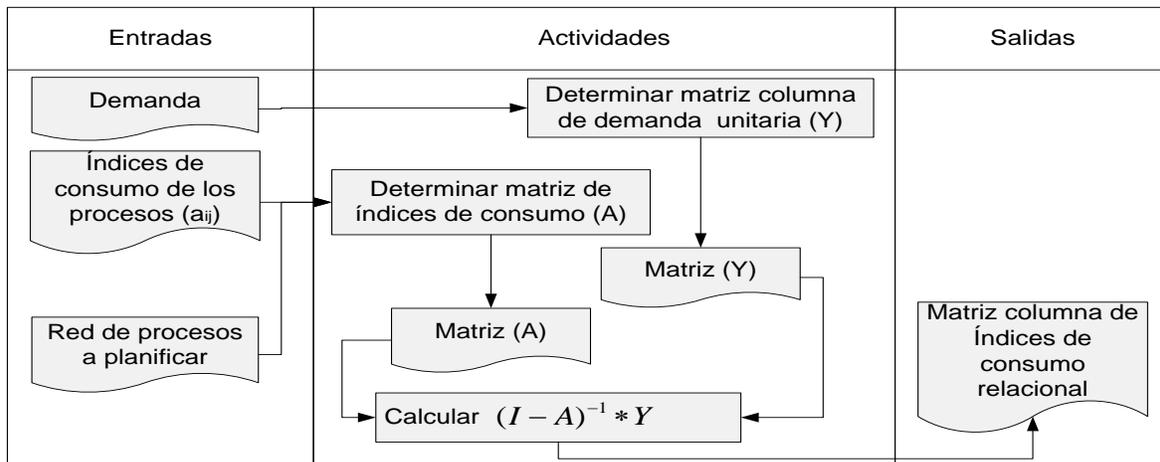


Figura 2.2 EOI de determinación de índices de consumo relacional en el subsistema de planificación a nivel táctico

Ciclo

Los ciclos de cada proceso se derivan directamente de la configuración establecida en la red y otros factores asociados a los procesos; por lo que aun cuando se consideren inadecuados, el MGCFL debe planificar y controlar considerando el valor real del ciclo logístico y el plazo de antelación o *lead time* [Gómez Acosta, Acevedo Urquiaga *et al.*, 2012]. Para conocer los ciclos de los procesos y el ciclo logístico total se propone el empleo parcial de la herramienta MGO presentada en [Urquiaga Rodríguez, 1999; Urquiaga Rodríguez y Acevedo Suárez, 2010], el que considera las actividades del flujo material (incluye el retorno), informativo y financiero. Según se presenta en la figura 2.3 se calculan los *lead time* de lanzamiento y entrega a partir de las precedencias entre los procesos y los ciclos de los mismos. Una vez determinados estos parámetros, se redefine el horizonte de planificación pues este debe ser mayor o igual que ciclo de gestión del sistema logístico (mayor *lead time* de lanzamiento de los procesos).

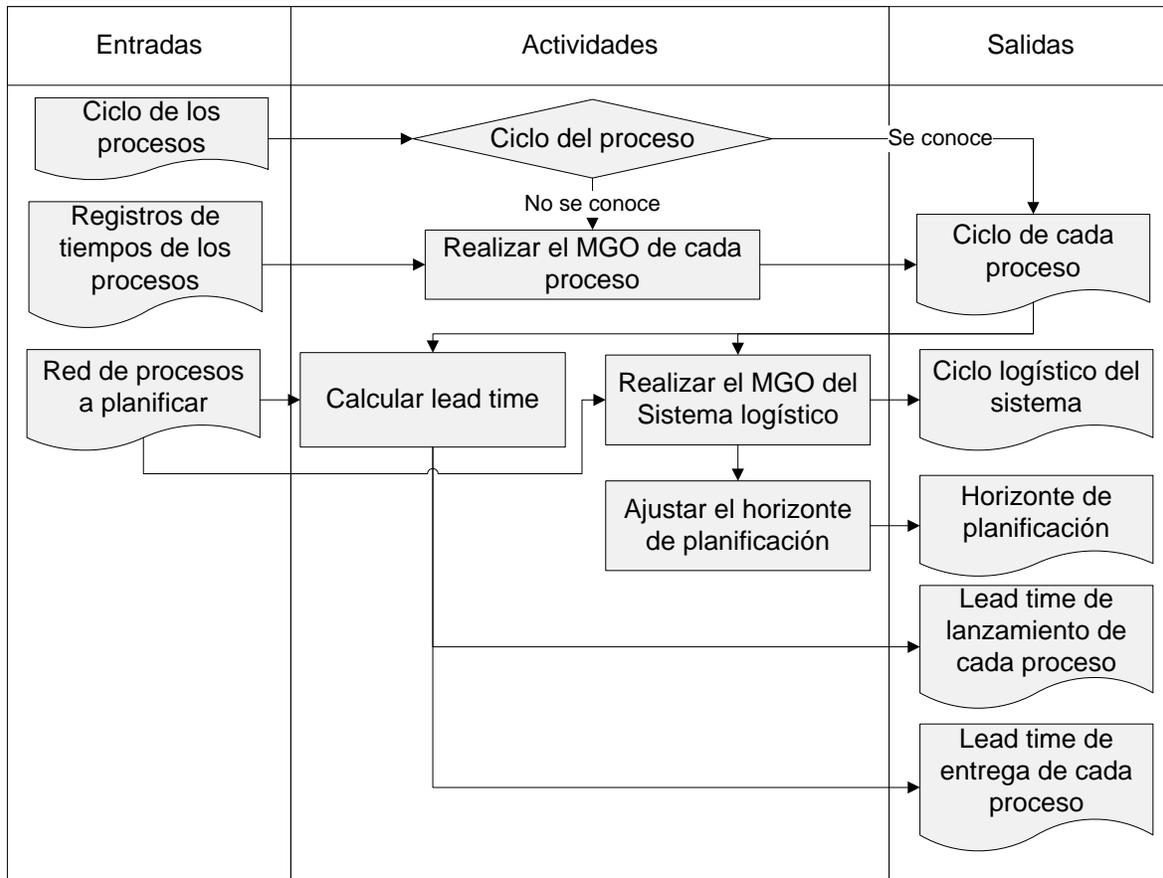


Figura 2.3 EOI de determinación del ciclo en el subsistema de planificación a nivel táctico

Capacidad

Para aplicar la SGCC, enunciado epígrafe 2.2.2 se propone el algoritmo de la figura 2.4 y que es general para sistemas logísticos de n productos y m procesos u operaciones. Esta formulación posibilita la actualización del cálculo de capacidades en cualquier momento de forma tal, que las capacidades de los procesos se mantienen actualizadas en correspondencia con las condiciones técnicas y organizativas reales del sistema. En este caso se propone seguir este algoritmo para la determinación del elemento capacidad en el subsistema de planificación a nivel táctico.

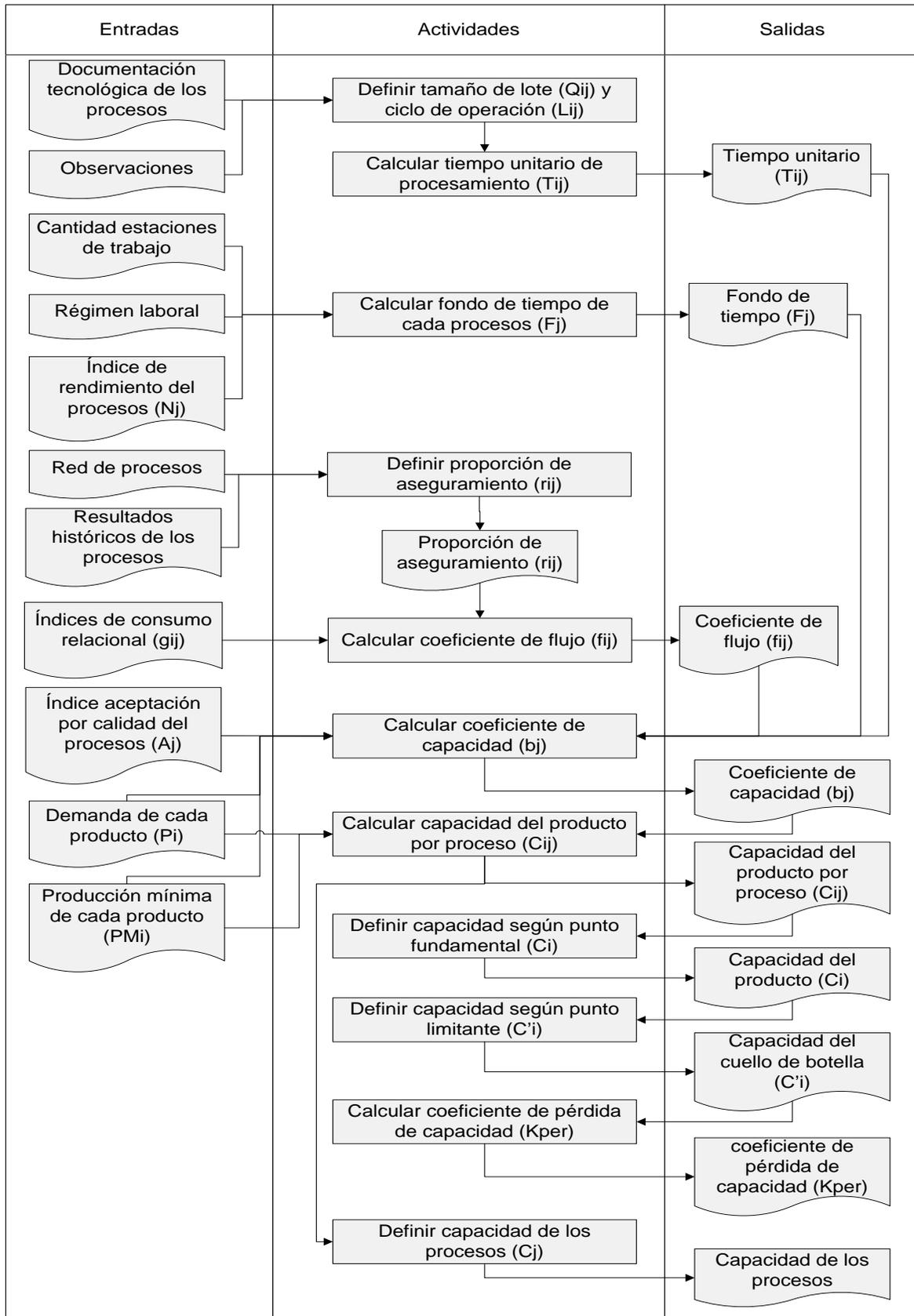


Figura 2.4 Algoritmo general para el cálculo de capacidades logísticas con la SGCC

Lotes

La definición del tamaño de lote de cada proceso depende directamente de las características del método de gestión de cada proceso. Si por definición del método de gestión ya se ha establecido el tamaño de lote, sólo se debe comprobar que este sea el correcto para las condiciones bajo las cuales se planifica la cadena. En caso de que aun no esté definido el tamaño de lote, se toman en consideración las restricciones propias del proceso y/o de la cadena de suministro para definir los tamaños de lote, de lanzamiento y de entrega, de cada proceso (figura 2.5).

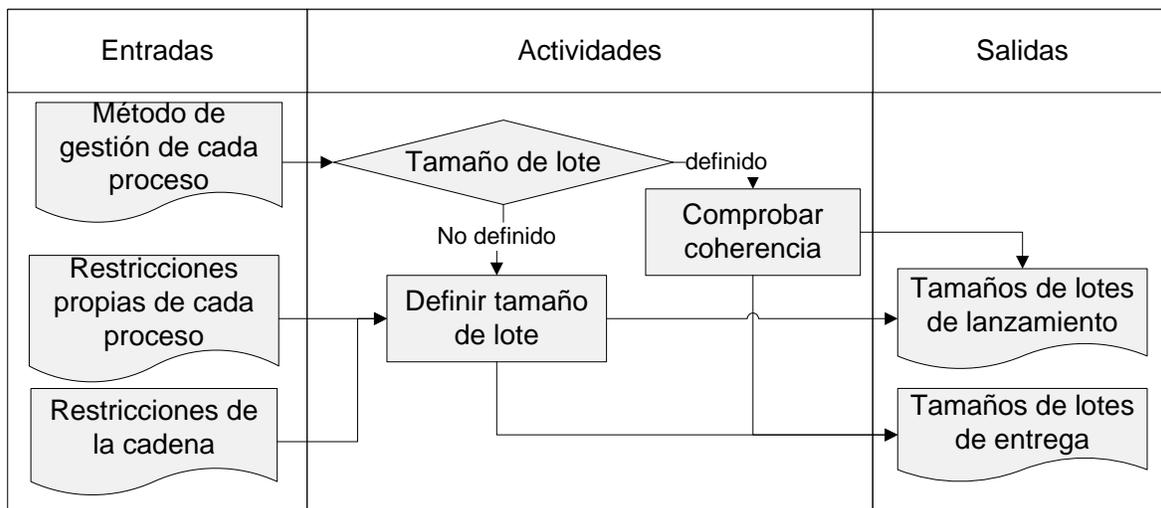


Figura 2.5 EOI de determinación de lotes en el subsistema de planificación a nivel táctico

Secuenciación

Las secuencias, en materia de sistema logístico, definen qué productos se procesarán primero y qué porcentaje va a atender cada proceso. En la figura 2.6 se ilustran los pasos de definición de las secuencias para cada producto de acuerdo a los diferentes criterios que se pueden definir. Estos criterios deben tener en cuenta las características de los productos, los objetivos conjuntos y las restricciones de la cadena de suministro.

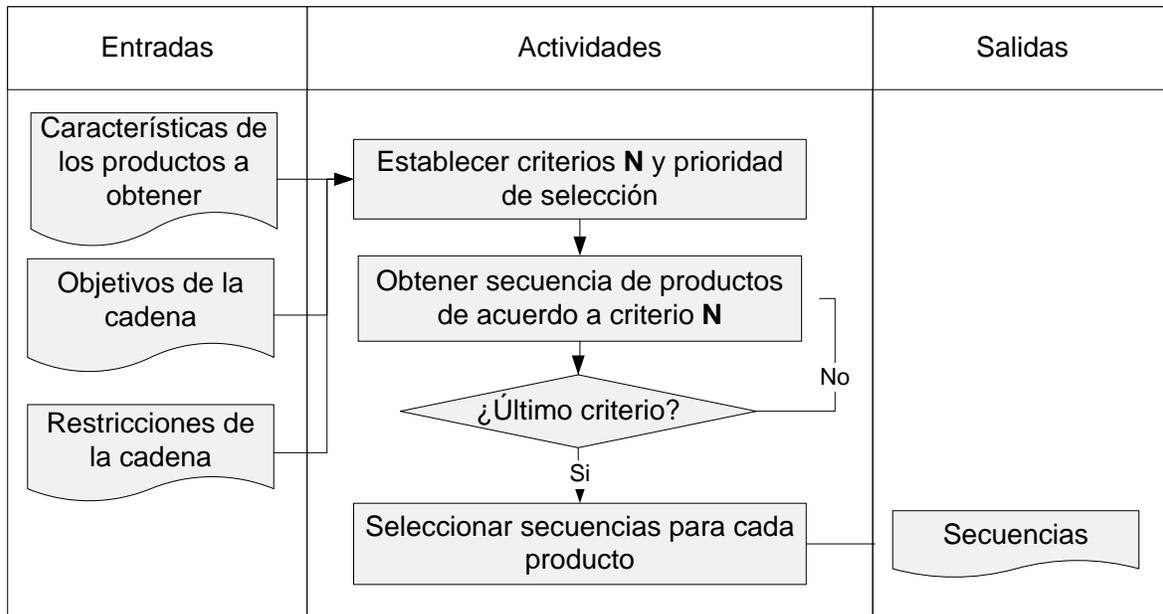


Figura 2.6 EOI de secuenciación en el subsistema de planificación a nivel táctico

Nivel operativo

La planificación a nivel operativo se centra la toma decisiones a corto plazo (días o semanas), y para ello se basa en la demanda y la programación.

Demanda

Siguiendo el enfoque de planificación deslizante, siempre se debe tener una estimación de la demanda para un número de intervalos mayor al ciclo logístico total. Sin embargo, como se muestra en la figura 2.7, a nivel operativo es donde la demanda de los intervalos más próximos se concreta de acuerdo a los pedidos o programa de venta confirmado con los clientes. En este momento también se debe ajustar la demanda a lo que realmente se vendió y decidir en qué porcentaje la diferencia se reprograma en los intervalos siguientes o si se dan por perdidas las ventas.

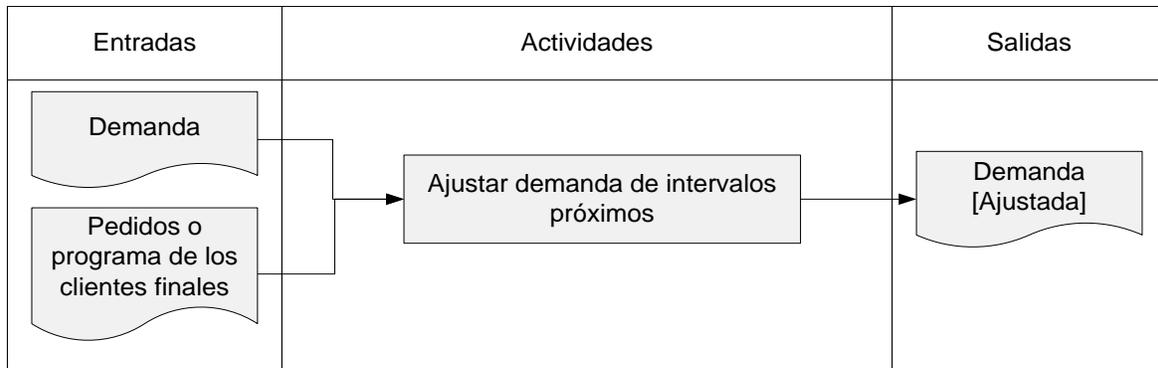


Figura 2.7 EOI de planificación de la demanda en el nivel táctico

Programación

En la figura 2.8 se describe la generación de los programas de lanzamiento, entrega y actividad. El programa de lanzamiento acumulado, para cada intervalo, se obtiene de la multiplicación de la demanda acumulada en el intervalo señalado por el lead time de lanzamiento del proceso, el índice de consumo relacional del proceso y el porcentaje de la demanda que procesa el mismo. De forma similar se calcula el programa de entrega acumulado, pero en este caso la demanda empleada es la acumulada hasta el lead time de entrega. Ambos programas se afectan por las existencias de que dispone en el intervalo inicial en cada proceso.

El programa de inventarios se calcula a partir de la resta del programa de entrega acumulada menos el de lanzamiento acumulado. En este momento se comprueba si los niveles de inventarios proyectados son adecuados a la situación y objetivos del sistema, lo que garantiza la proactividad de la gestión del flujo logístico.

El programa de actividad es la diferencia entre las entregas acumuladas hasta cada intervalo y la del intervalo anterior. Se comprueba si la capacidad de los procesos es suficiente para asumir el nivel de actividad que se planifica, de no ser así se realizan ajustes en las demandas o las capacidades con medidas que se ejecuten dentro del horizonte de planificación.

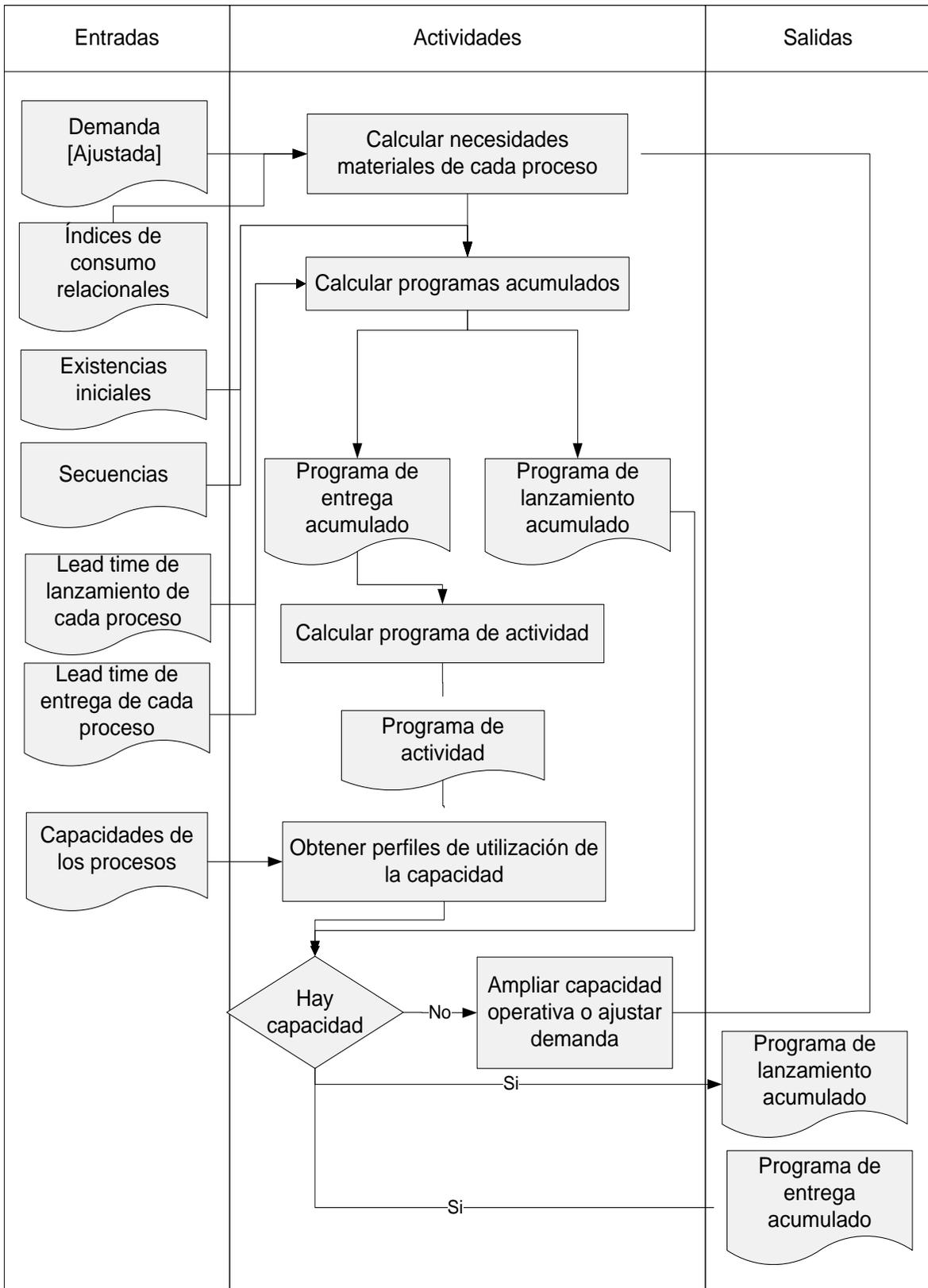


Figura 2.8 EOI de programación en el subsistema de planificación a nivel operativo

Fechas y órdenes

Para la ejecución de los procesos es preciso traducir los programas en las órdenes de compra, producción, transportación, despacho, etc., pues no siempre es posible ejecutar exactamente las cantidades definidas en el elemento Programación. Estas cantidades se agrupan de acuerdo a los tamaños de lotes definidos para cada proceso y se obtiene el cronograma de lanzamiento y entrega y las órdenes del sistema logístico (figura 2.9).

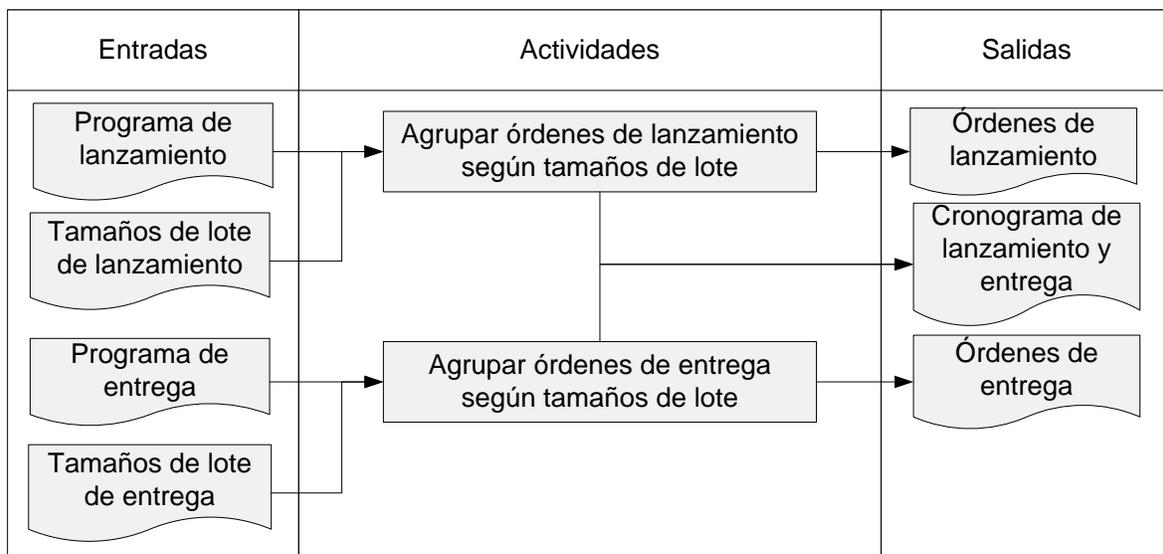


Figura 2.9 EOI de planificación de fecha y órdenes a nivel operativo

Estructura del subsistema de control del MGCFL

A continuación se muestran las entradas y salidas del subsistema de control y su relación con las informaciones intermedias se muestran en el Anexo 2.5.

Entradas

- Registros de tiempo de ejecución de los procesos
- Reportes de entrega acumulado de cada proceso
- Ciclo de cada proceso
- Capacidades de los procesos
- Demanda [Ajustada]
- Programa de entrega acumulado

- Reportes de lanzamiento acumulado de cada proceso
- Programa de lanzamiento acumulado

Salidas

- Reporte de cumplimiento de ciclos
- Reporte de avance en la entrega
- Reporte de utilización de capacidades
- Reporte de avance en el lanzamiento
- Plan de medidas
- Inventarios de cada proceso
- Reporte de disponibilidad
- Medidas a evaluar
- Demanda [Actualizada]

Nivel táctico

El control a nivel táctico se circunscribe al análisis de los ciclos y la utilización de las capacidades que pueden generar medidas a ejecutar a mediano plazo.

Capacidad

En la figura 2.10 expone la determinación del nivel de utilización real de las capacidades de acuerdo al nivel de actividad del sistema logístico. Si existen problemas de capacidad para cumplir con lo planificado, se conforma un plan de medidas para corregir las desviaciones o evitar los atrasos, si fuese posible.

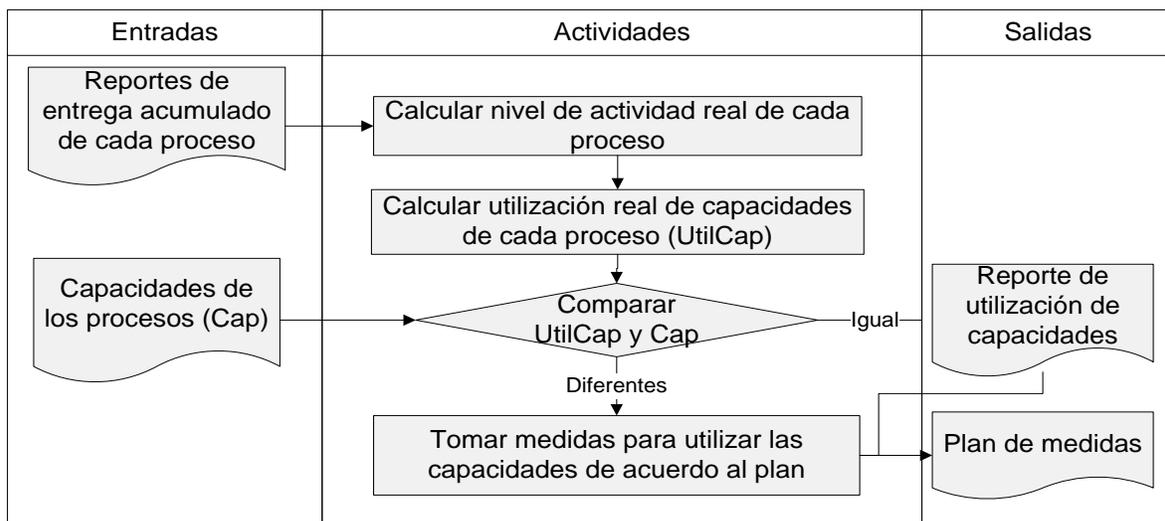


Figura 2.10 EOI de control de la utilización de la capacidad a nivel táctico

Ciclos

Para determinar el cumplimiento de los ciclos de los procesos, se comparan los ciclos planificados con los ciclos reales, y se determina si existen desviaciones que afectan el cumplimiento en tiempo del programa (figura 2.11).

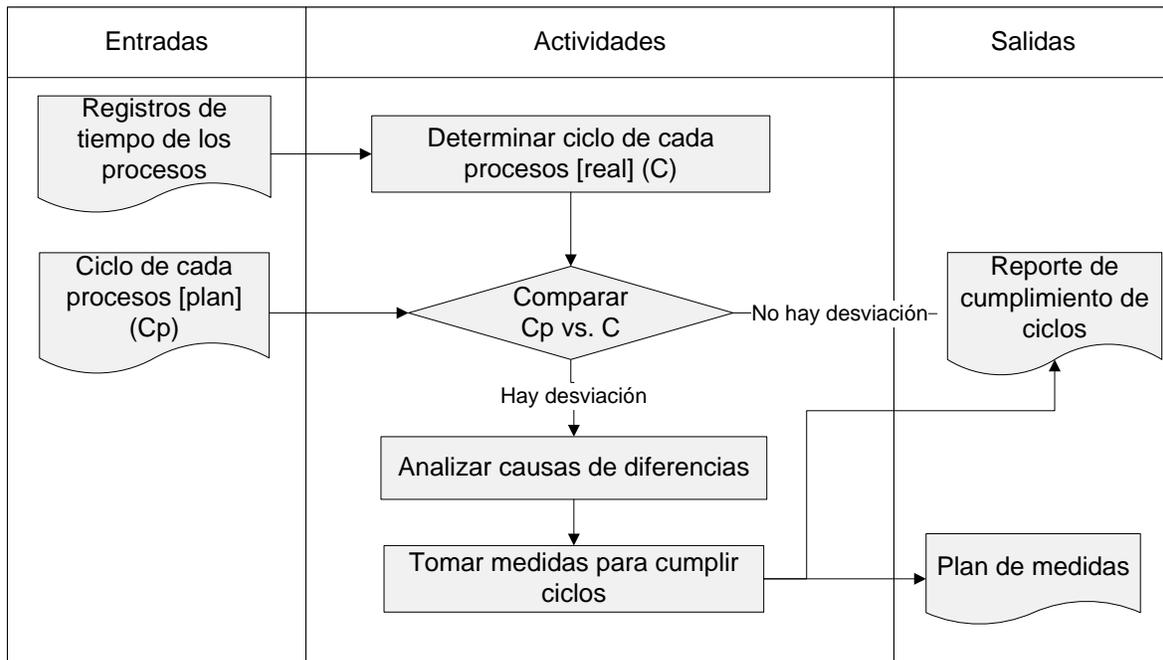


Figura 2.11 EOI para el control del cumplimiento del ciclo a nivel táctico

El plan de medidas debe especificar las acciones que a nivel táctico –operativo pueden garantizar el cumplimiento de las capacidades y ciclos, estas pueden ser: trabajar horas extras, subcontratar trabajadores o actividades, comprobar el cumplimiento de las normas de tiempo de los proceso, entre otras.

Nivel operativo

A nivel operativo se debe controlar el cumplimiento de las demandas de los clientes finales, los niveles de inventario generados y el avance del lanzamiento y la entrega de cada proceso de acuerdo a las salidas del subsistema de planificación.

Demanda

El control de la demanda se realiza a través de la comparación del reporte de entrega a los clientes finales (ventas) y la demanda ajustada (a partir de los pedidos en firme), en caso de diferencias se debe decidir si ajustar o no la demanda de los próximos intervalos. Asimismo, el diagrama de la figura 2.12 especifica la obtención del reporte de disponibilidad a partir de las ventas realizadas a los clientes finales.

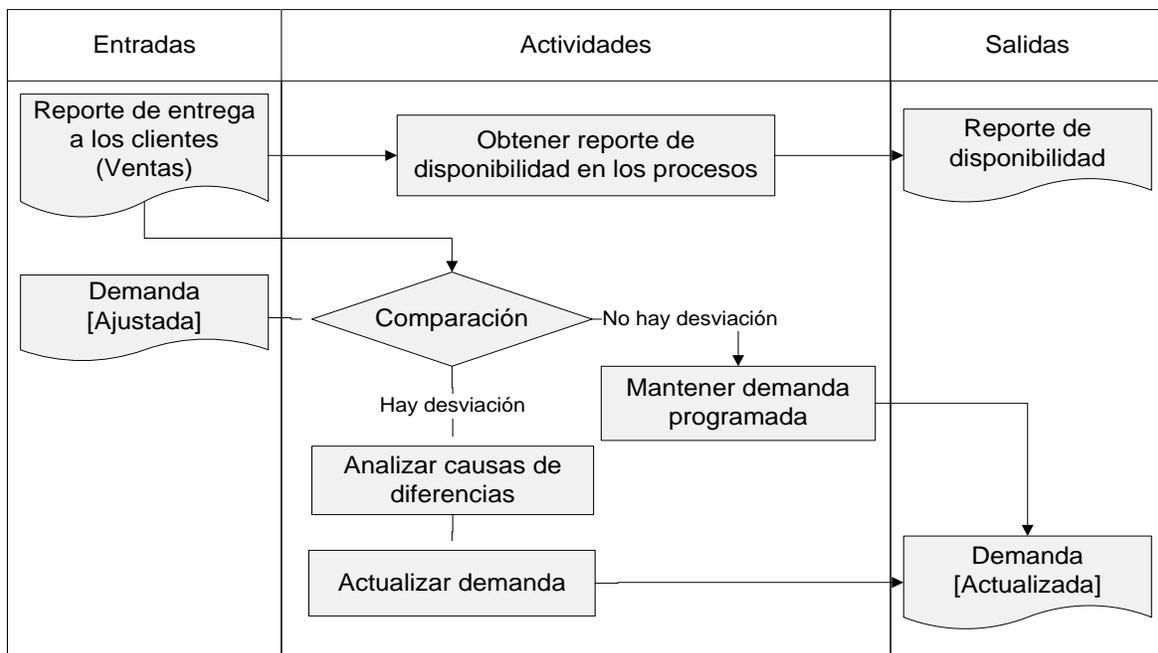


Figura 2.12 EOI del control de la demanda a nivel táctico

Programación, órdenes y fechas

El algoritmo de la figura 2.13 explica el control de avance de la red de procesos, donde se declara si cada proceso está adelantado, atrasado o en tiempo de acuerdo al cumplimiento de los programas de lanzamiento y de entrega acumulados. Cada uno de los estados se determinan a partir de la comparación de lo planificado (p) con el desempeño real reportado (r) de cada proceso, siempre afectando por los coeficientes de atraso (α) y de adelanto (β), que deben ser

definidos de acuerdo a la naturaleza de cada proceso o intereses del coordinador de la red. En caso de estar adelantado o en tiempo se especifica hasta qué intervalo el proceso tiene garantizado el cumplimiento de la demanda.

Por otra parte, de la diferencia entre lo reportado como lanzado y entregado en cada proceso, se obtienen los niveles de inventario de cada proceso, garantizando el control de los mismos con independencia de la naturaleza del proceso.

Si el proceso se encuentra atrasado o adelantado, ya sea en el lanzamiento o en la entrega, se debe ajustar el sistema logístico con medidas que se simulan en los propios elementos del subsistema de planificación y se analizan económicamente.

Cuando la perturbación en el avance del flujo se exprese en falta de disponibilidad al cliente final, ya sea por un pedido inesperado o un disturbio, el MGCFL propone una nueva respuesta, el reposicionamiento del pedido. Siguiendo varios criterios como cercanía o mayores existencias se traspasa la orden hacia el proceso más factible a cumplirla. De esta forma se presenta una nueva posibilidad de cumplir con la demanda antes de posponer la venta o perderla.

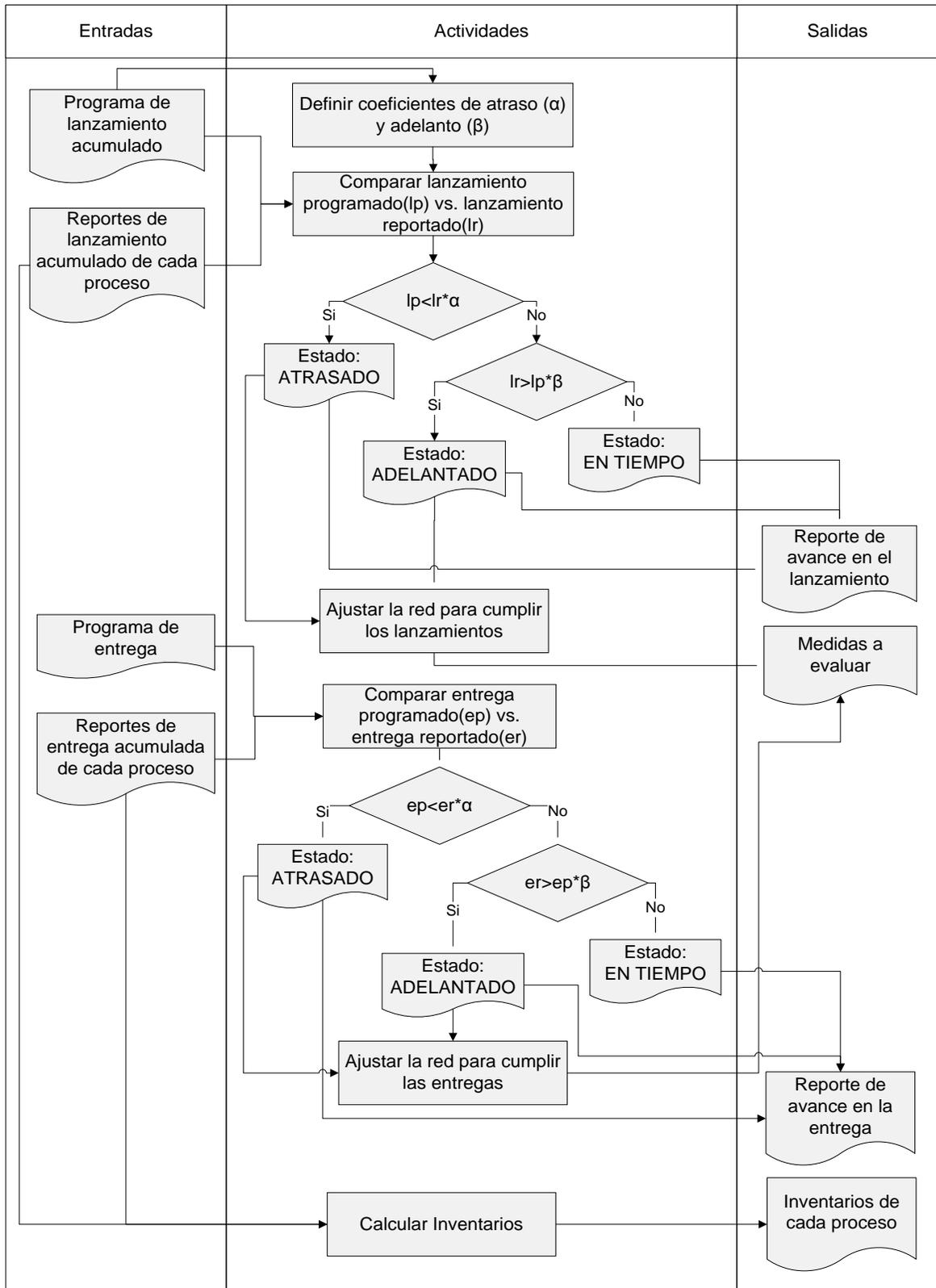


Figura 2.13 EOI de control de la programación, órdenes y fechas a nivel operativo

2.4 Procedimiento de implementación del MGCFL

Para la aplicación del MGCFL se definen cuatro fases (figura 2.14): evaluación de premisas, pilares, implementación y medición de variables de impacto.

Fase 1: Las premisas a evaluar en esta etapa son cuatro: (1) el compromiso de la dirección y los especialistas de la cadena, (2) Conocimientos básicos sobre logística y gestión de cadenas de suministro (3) la existencia de una forma elemental de coordinación de planes, y (4) el registro digital de los datos indispensables para la gestión.

Fase 2: La evaluación y consolidación de los pilares se divide en dos pasos: (1) la organización de la red para la planificación colaborativa, y (2) el diseño del sistema informativo que incluye despliegue de las TIC y del sistema informático. Estos pasos se desarrollan en los procedimientos específicos de los epígrafes 2.3.1 y 2.3.1, respectivamente.

Fase 3: Esta se corresponde con la implementación del modelo propuesto e incluye la definición y desarrollo de las habilidades necesarias en los trabajadores y especialistas (paso7), elemento muy importante por la influencia del factor humano en la gestión logística. Luego se gestiona el sistema logístico a través del MGCFL para lo que se sigue el procedimiento específico del epígrafe 2.3.3.

Fase 4: Los variables en que influye la aplicación del MGCFL y que se miden en esta fase son: la eficiencia del flujo, las rotaciones de inventario en la cadena, la liberación de efectivo y el nivel de servicio al cliente final. Para observar una mejora en todas las variables se recomienda realizar la medición cuando ha transcurrido al menos un año de despliegue de la fase tres.

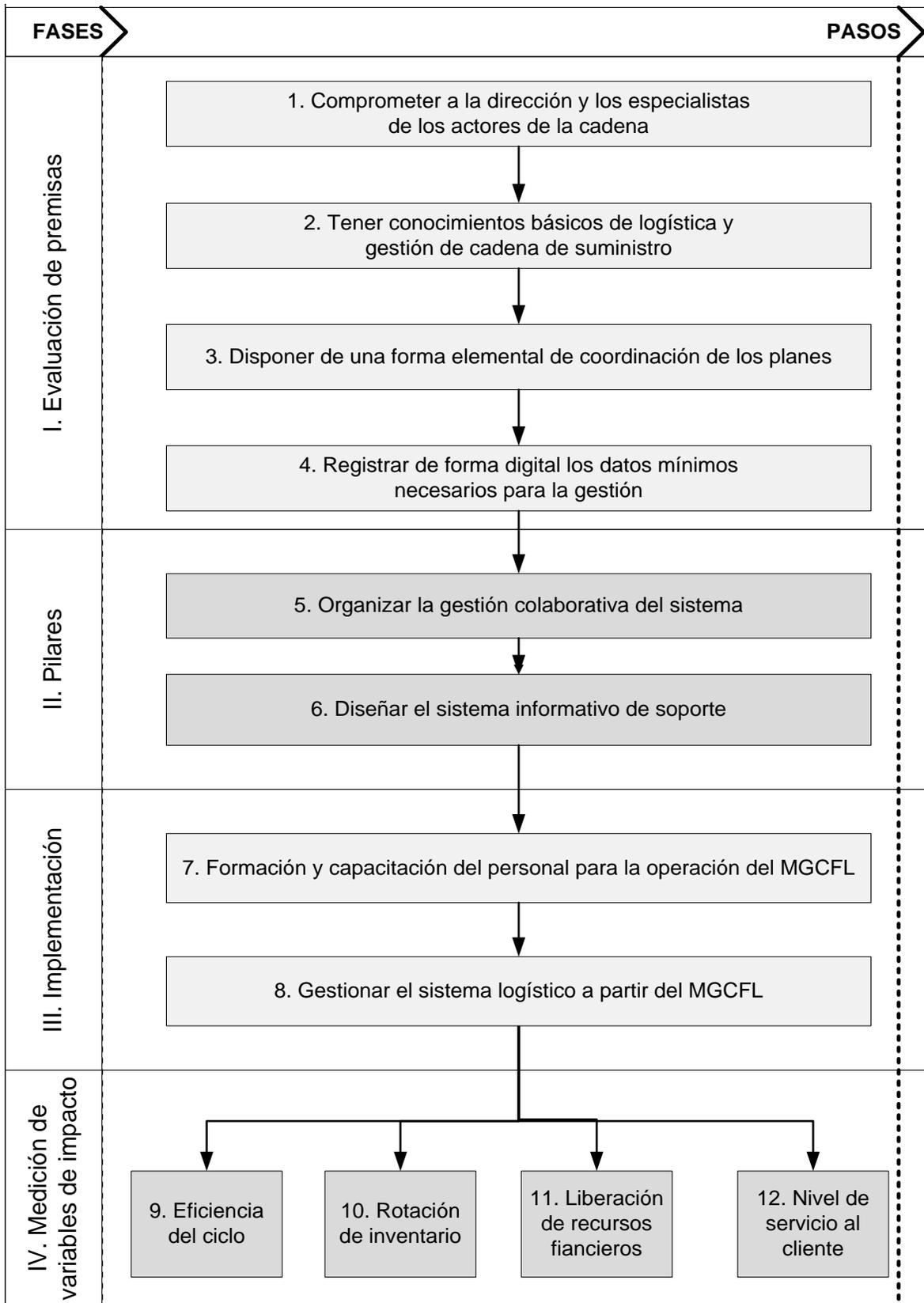


Figura 2.14 Procedimiento de implementación del MGCFL en el sistema logístico

2.4.1 Procedimiento específico para la organización de la gestión colaborativa

Para desplegar el paso cinco del procedimiento de implementación del MGCFL se debe desarrollar un procedimiento específico. En el caso de no contar con un medio para establecer los elementos estratégicos de la colaboración, como mínimo, se deben definir los tres elementos que se muestran en la figura 2.15.

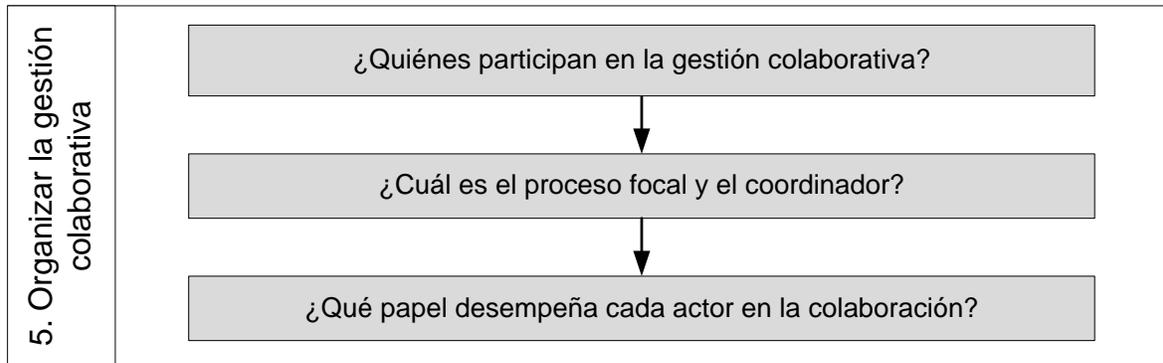


Figura 2.15 Procedimiento específico para la organización de la colaboración

No todos los actores de la red de procesos que conforman el sistema logístico están dispuestos a colaborar en igual grado, es por esto que se deben definir claramente quienes participan en la planificación colaborativa. La selección del proceso focal y el coordinador dentro de este, es fundamental para mantener la coordinación constante del flujo logístico.

Es preciso definir las responsabilidades y derechos de cada actor participante en la colaboración, pues las decisiones se deben tomar de manera conjunta. Para ello se deben establecer acuerdos de colaboración.

2.4.2 Procedimiento específico de despliegue del sistema informativo

La integración de las TIC posibilita establecer las relaciones tecnológicas y de información que debe soportar la implantación de un modelo de gestión colaborativa. La definición se basa en las tres agrupaciones de las tecnologías discutidas en el epígrafe 1.8. El **procesamiento de información** puede variar de

acuerdo a los objetivos que se persigan con el despliegue tecnológico en cada caso. Según se muestra en la figura 2.16, la **captación de datos** se aplica en los puntos de control de cada proceso; para la comunicación entre estos y con el sistema de información, se definen las formas de **transmisión**.

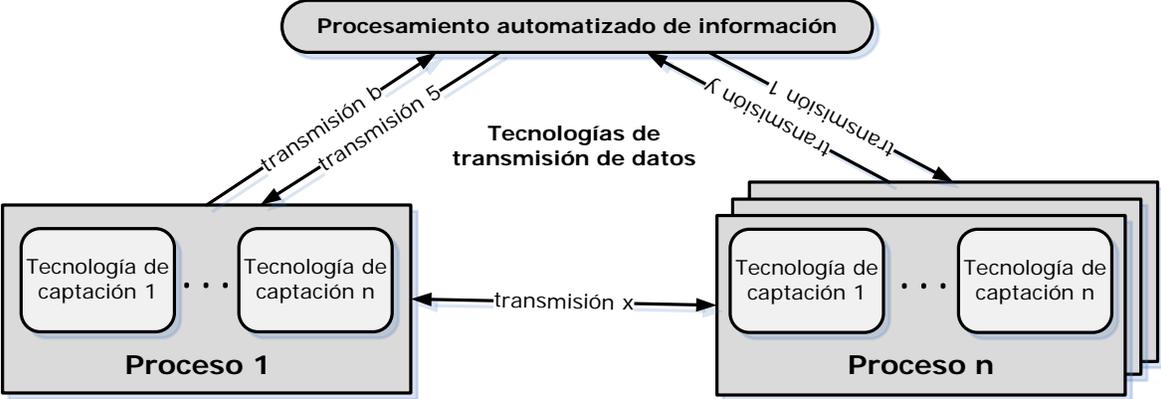


Figura 2.16 Bases para la integración de las TIC

Para garantizar el despliegue del sistema de información y las tecnologías definidas, se debe seguir el procedimiento específico de la figura 2.17, donde cada paso se aplica a todos los procesos definidos y tiene en cuenta las variables básicas del modelo: ciclo, existencia inicial, índice de consumo, desempeño real (lanzamiento y entrega), capacidad, demanda colaborativa y órdenes del cliente.

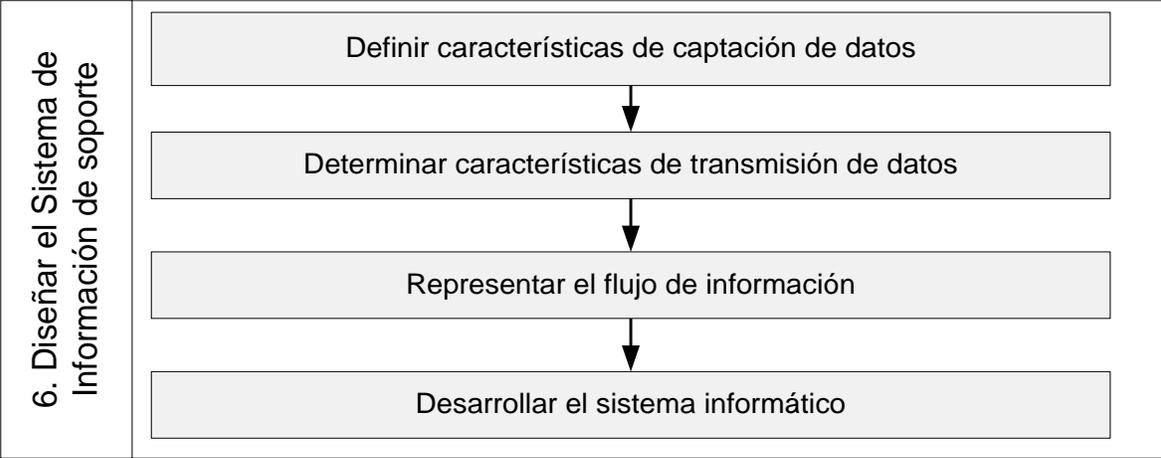


Figura 2.17 Procedimiento específico de diseño del sistema informativo de soporte

- Las características de captación de datos a definir para cada proceso y en cada variable son: las fuentes de información, los puntos de captación, el responsable del registro y las tecnologías de captación de datos a emplear.
- La transmisión de datos especifica la frecuencia de actualización de los datos y las tecnologías de transmisión a usar para cada variable en cada proceso.
- Seguidamente se representan las fuentes de información, las relaciones entre ellas y el movimiento por las vías de transmisión como resumen de las relaciones de información del sistema.
- Por último, el despliegue del sistema informático se realiza con cualquier tecnología disponible y de acuerdo a las características de los productos y complejidad del sistema logístico, pero siempre siguiendo las características básicas que se describen en la sección siguiente:

Descripción del sistema informático

El sistema informático para la gestión colaborativa del flujo logístico debe cumplir las características siguientes:

- Hay elementos que se definen de forma centralizada en catálogos o nomencladores para garantizar la estandarización de la información. Estos elementos son: productos, procesos, entidades, clasificaciones contables, razones de rechazo, causas de ajuste y unidades de medida.
- El flujo de los productos se representa a través del comportamiento de éstos en cada uno de los procesos por el que pasa en algún momento del ciclo logístico.
- Los parámetros de los procesos como capacidad, ciclo e índice de consumo se asocian directamente a los productos.

- Cada movimiento de productos de un proceso a otro, se registra en los reportes de lanzamiento y entrega, es decir, se controla el inventario en todos los procesos del sistema logístico.
- La disponibilidad de productos en cada proceso se calcula como la existencia real menos las órdenes de entrega pendientes menos la reserva estratégica.
- El plan de lanzamiento y entrega acumulados, así como los de inventario y actividad se determinan en correspondencia con la figura 2.8.
- Se le asignan permisos por grupo de usuarios o directamente a cada uno usuarios. Estos permisos y grupos se deben establecer y cambiar fácilmente, garantizando la adaptabilidad del mismo a los cambios del entorno.
- Los documentos y reportes se deben imprimir o exportar a varios formatos (Excel, Pdf) con una estructura estándar y oficial cuando sea necesario. Así mismo todos los listados deben ser filtrados por varios parámetros.

Para la modelación del sistema informático se aplica la metodología de desarrollo RUP. El diseño del sistema se presenta a través de las salidas en cada una de las fases de diseño (Anexo 2.6). A partir de estas salidas se puede implementar el sistema en el lenguaje de programación que se seleccione.

2.4.3 Procedimiento para la gestión del flujo logístico

En la figura 2.18 se presentan los pasos para la gestión del sistema logístico con el MGCFL. El procedimiento específico tiene dos etapas: planificación y control.

- A.** Parametrizar el flujo de procesos consiste en determinar: la secuencia de procesos a seguir para cada producto, el tamaño de lote, los índices de consumo relacional y el porcentaje de la demanda total que pasa por cada

proceso. Además, se definen los coeficientes de cumplimiento del plan (α , atraso y β , adelanto).

- B.** Para el cálculo del ciclo logístico de los procesos y del sistema logístico se deben tener en cuenta las actividades de los tres flujos: material, informativo y financiero, y se emplea de forma parcial el MGO según [Urquiaga Rodríguez, 2000]. Por su parte, el lead time de lanzamiento se calcula a partir de los ciclos, mientras que el lead time de entrega se obtiene al restarle al lead time de lanzamiento el ciclo logístico del proceso (figura 2.4).
- C.** Determinar el horizonte y los intervalos de planificación es la base para definir el resto de los parámetros en las mismas unidades de temporales. Debe cumplirse que el horizonte de planificación sea mayor o igual que el lead time de lanzamiento del primer proceso del sistema logístico.
- D.** La demanda se especifica de acuerdo a los intervalos de planificación definidos y por cada intervalo transcurrido se agrega un nuevo intervalo. A nivel operativo se ajusta la demanda para los intervalos más cercanos a partir de las órdenes o programas aprobados por los clientes. La demanda acumulada para cada intervalo se calcula al sumar las demandas de los intervalos anteriores.
- E.** Es necesario balancear las capacidades con que cuenta cada proceso, de acuerdo a las condiciones reales operativas, para responder a las demandas de los clientes; para ello se emplea la SGCC.
- F.** A partir de las demandas de cada intervalo y los parámetros del sistema logístico, se obtienen los programas de lanzamiento y entrega acumulados.

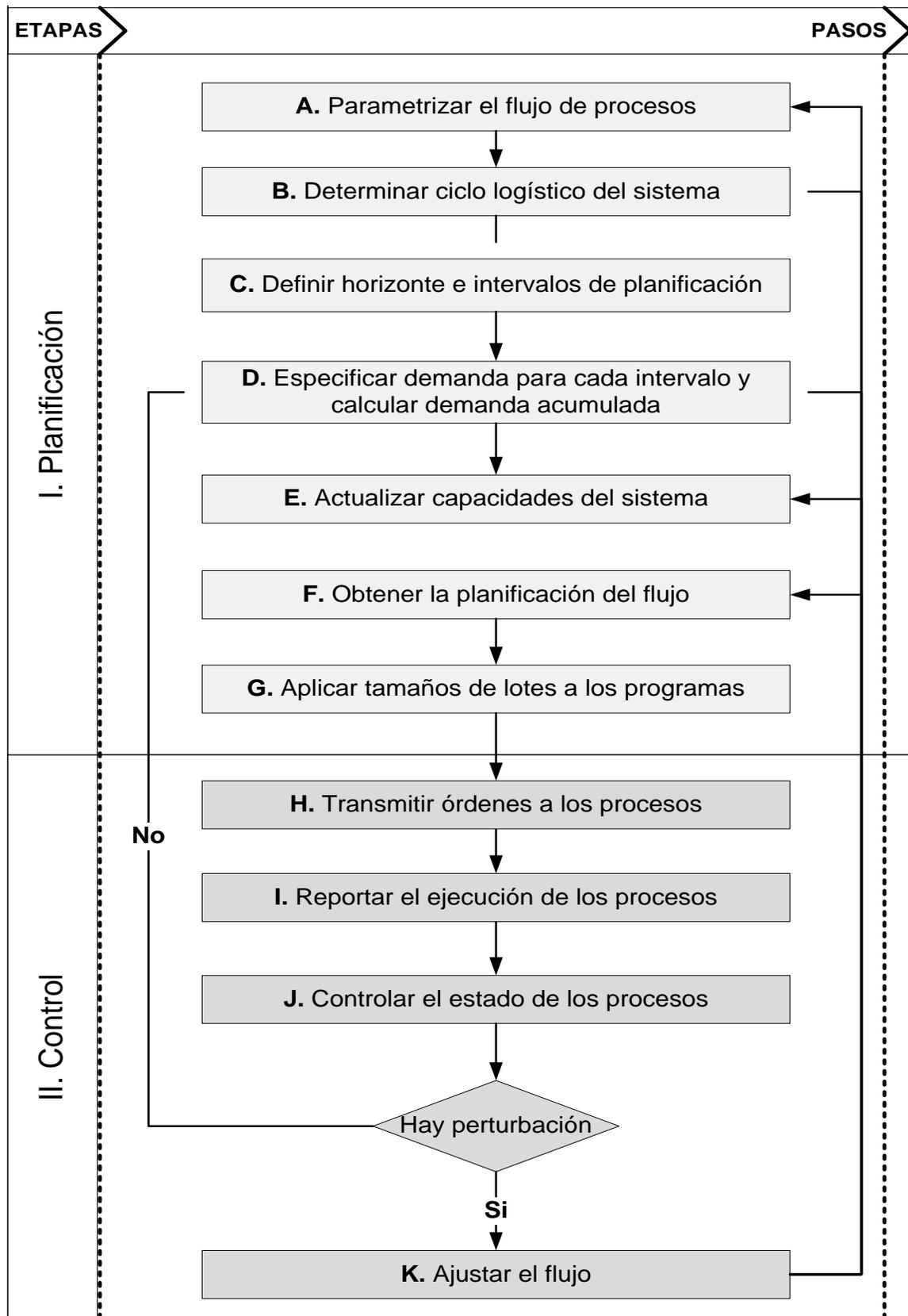


Figura 2.18 Procedimiento específico para la gestión del MGCFL

- G.** A la programación de lanzamiento y entrega acumulados son afectadas por los tamaños de lotes definidos para cada proceso y de esta forma se obtienen las órdenes de lanzamiento, entrega y el cronograma general de lanzamiento y entrega del sistema logístico.
- H.** Transmitir las órdenes a los procesos es el primer paso del control, donde los procesos se ejecutan de acuerdo al cronograma general de lanzamiento y entrega del sistema logístico.
- I.** En cada intervalo del plan, se introducen los reportes de lanzamientos y entregas acumulados como reflejo de la ejecución de los procesos.
- J.** A partir de comparar los programas y el nivel de actividad real, se genera el reporte de avance de los procesos. De este se analizan los niveles de inventario generados y las perturbaciones existentes. En caso de que no existan perturbaciones se regresa al paso **D** del procedimiento y se verifica el paso **E**. Si existen perturbaciones se evalúan alternativas a partir de la comparación costos-beneficios y la simulación en el propio modelo. La toma de decisiones a partir de la simulación de los efectos de las medidas constituye uno de los aportes del MGCFL al incorporar la simulación a la gestión logística [Williams y Tokar, 2008].
- K.** La medida seleccionada se traducen en ajustes en: **(A)** los parámetros del flujo, **(B)** los ciclos, **(D)** las demandas de los clientes, **(E)** las capacidades de los procesos o el reposicionamiento de las órdenes de los clientes en los procesos con disponibilidad y en condiciones de satisfacerla. Los resultados de los ajustes se materializan en la próxima iteración del algoritmo de planificación y control.

2.5 Conclusiones del capítulo

1. La ampliación al sistema logístico del procedimiento para el análisis y diseño del sistema de planificación y control de la producción, unido a un conjunto de herramientas y técnicas, permitió el desarrollo del MGCFL, el procedimiento general y los procedimientos específicos.
2. La extensión de la Línea de Balance al sistema logístico supone la generación de programas de lanzamiento y entrega en cada proceso, siempre partiendo de la demanda del cliente final. Además, la introducción del tamaño de lote para cada proceso permite adaptar a la realidad los programas obtenidos. Se agrega el balance de capacidad a partir del programa de actividad.
3. El modelo y los procedimientos generales y específicos se diseñaron con el objetivo de propiciar la implementación y aprovechamiento en las empresas, por lo que el reconocimiento de los factores organizacionales y tecnológicos, son categorías importantes del modelo.
4. La SGCC para la determinación de la capacidad de los procesos, constituye un paso importante en la gestión del sistema logístico. Además, como parte del modelo propuesto garantiza una planificación con un fuerte vínculo entre expectativas y posibilidades, constituyendo un aporte científico en la gestión de las cadenas de suministro y de la producción en general.
5. El procedimiento de integración del sistema de información y el Modelo de Diseño del software propuesto, constituyen un soporte para la sincronización del sistema logístico y garantizan la interoperabilidad del MGCFL.

CAPÍTULO III

CASOS DE ESTUDIO DE LA APLICACIÓN DEL MGCFL

CAPÍTULO 3. CASOS DE ESTUDIO DE LA APLICACIÓN DEL MGCFL

En este capítulo se presenta la aplicación del MGCFL a partir de dos casos de estudio, como uno de los métodos de investigación más usados en la disciplina de Logística y Cadena de Suministro [Defee, Williams *et al.*, 2010]. Para el desarrollo de los mismos se sigue la estructura propuesta por la “Plataforma de buenas prácticas logísticas” (BestLog) de la Comisión Europea para el desarrollo de casos de estudio [Guerola Pérez, 2009; Ocicka y Rutkowski, 2009]. Adicionalmente, se exhibe la comprobación de la SGCC en varios objetos de aplicación.

3.1 Validación de la Segunda Generalización del Cálculo de Capacidad

En la tabla 3.1 se presentan los diferentes objetos de estudio en los que se han realizado aplicaciones de la SGCC [Acevedo Suárez, José Antonio, Acevedo Urquiaga *et al.*, 2011; Acevedo Urquiaga, Robaina González *et al.*, 2013; Álvarez Landrián, 2013; Arocha, 2013; Espinosa Mesa y Mesa Olivera, 2010; Hernández Roldán, 2012; Nidyalis, 2011; Pérez Gari, Sandrino Soto *et al.*, 2008; Suárez, 2013]

Tabla 3.1 Caracterización de los objetos de aplicación de la SGCC

Objetos	Clasificación	Alcance	Tipo producto
Almacén Regla	producto	proceso	estándar
Editorial “Félix Varela”	producto	proceso	especial
Fábrica puré de tomate	producto	fábrica	estándar
Pastas “La Pasiega”	producto	fábrica	estándar
Librería CUJAE	servicio	red de procesos	estándar
TRIMAGEN	producto	cadena de suministro	estándar
ECASOL	producto	cadena de suministro	estándar
CENTIS	producto	cadena de suministro	especial
Carpintería de aluminio	producto	sector económico	estándar

A partir del alcance de la experimentación, se demuestra que la formulación es válida para determinar las capacidades en procesos, cadenas de suministro, un sector económico; y para sistemas productivos y de servicios. Se comprueba que la nueva formulación resuelve las limitaciones de la AGCCP en cuanto a la consideración de: flujos alternativos, demanda mínima a satisfacer (encargo estatal); eficiencia, calidad y tecnología de los procesos; así como la estimación del tiempo de las operaciones por lote.

3.2 Caso de estudio 1: Sistema logístico interno de la Librería CUJAE

El sistema educacional cubano garantiza a todos los estudiantes la literatura necesaria para el desarrollo de sus estudios. Por este motivo en la CUJAE, al igual que en el resto de las universidades del país, se prestan los títulos correspondientes al plan de estudio de la carrera y año que cursa cada estudiante y se entregan de forma gratuita los materiales docentes (MD).

Este servicio se realiza dos veces al año en correspondencia con los semestres en que se divide el curso. La entrega se realiza en la Librería CUJAE, la cual está subordinada a la Dirección de ATM de la VRE, pero en estrecha relación con la VRD, la que define los módulos de literatura docente (MLD).

3.2.1 Datos de la Librería CUJAE

Localización:	Calle 114 # 11901 entre Ciclovía y Rotonda, Marianao, La Habana
Industria/Sector:	Educación; literatura y materiales docentes
Subordinación:	ATM de la VRE, Ministerio Educación Superior
Principales servicios /productos ofrecidos:	servicio de préstamo y devolución de literatura docente correspondiente a los planes de estudio de cada carrera y año. Entrega de materiales docentes a los estudiantes.

3.2.2 Descripción del problema

La ausencia de alguna forma de planificación del servicio y los suministros a la Librería redundan en el grupo de deficiencias que se enuncian a continuación:

Deficiencias en la gestión de inventario

- No se emplea ningún sistema para el control del inventario en el proceso.
- Los ajustes de inventarios no se realizan sistemáticamente pues no se usa la Tarjeta de Estiba para el control de los inventarios en el proceso.
- La cantidad de libros que se encuentran en préstamo (no físico) solo se puede verificar a través del conteo de cada Tarjeta de Control de Préstamo.
- No se controlan las cantidades de libros que por título se entregan a materia prima por el mal estado técnico, o aquellos que se han perdido.

Deficiencias organizativas

- No se planifica la cantidad de servicios a prestar diariamente por lo que no se realiza el reaprovisionamiento oportuno desde el Almacén de textos y en el área de pre-despacho no se garantizan los MD y MLD a distribuir.
- No se disponen de algunos títulos para nuevos préstamos a estudiantes, ya que no se garantiza la devolución de los libros al término de cada semestre.
- La inclusión de libros en el MLD la realizan los profesores en la Librería y aunque la VRD lo autoriza, no lo comunica previamente al resto de los procesos.

Deficiencias del servicio

- Los estudiantes solo pueden recibir el servicio por la empleada y en los días fijos que están establecidos para cada especialidad. Esta distribución no tiene en cuenta el cronograma docente de las carreras.

- El estudiante que recibe el préstamo, debe recoger todos los libros del MLD y no puede seleccionar los libros que desea, lo que distorsiona la demanda real.

3.2.3 Desafíos

- ☑ *Lograr un balance entre las capacidades del servicio de Librería y las demandas de servicio en los períodos de mayor afluencia de estudiantes.*
- ☑ *Disminuir los niveles de inventarios (ociosos y en exceso) en la Librería a partir de una correcta determinación de necesidades, ya que es un sistema cerrado donde los textos se destinan a la Empresa de Recuperación de Materias Primas (ERMP).*
- ☑ *Aumentar los niveles de satisfacción de los estudiantes y de disponibilidad en tiempo de los textos para las diferentes asignaturas.*

3.2.4 La solución

La implementación del MGCFL en la Librería CUJAE sigue el procedimiento de la figura 2.14 y se presenta a continuación.

Fase I. Creación de premisas

La instauración de las premisas se lleva a cabo desde agosto de 2008 hasta julio de 2010 y de esta fase se obtienen los resultados siguientes:

- 1) Se logra la sensibilización de algunos actores importantes del sistema. En especial, se consigue la participación de los trabajadores de la Librería luego de la demostración práctica de la utilidad y las facilidades de la nueva organización del trabajo.
- 2) Se realiza el rediseño de la organización logística del proceso [Pérez Gari, Sandrino Soto *et al.*, 2008], que incluye la conformación previa de los MLD, el control de inventarios en Librería y operaciones para la recepción de materiales desde el Almacén de textos. Se realiza la capacitación en estos aspectos básicos.

- 3) En el año 2009 se inicia la planificación semanal a partir de las matrículas estimadas y reales de cada carrera y año. A partir de este cronograma se logra el reabastecimiento desde el Almacén de textos hacia la Librería. Además, los cambios en los módulos se coordinan, antes de que se hagan efectivos, entre la VRD y la Dirección de ATM.
- 4) Los datos fundamentales para planificar el flujo de MD y MLD son los inventarios. En el Almacén de textos se aplica el sistema ASSET NS para el control de inventarios y en la Librería se implementa a partir de agosto de 2008 el sistema InterCompras® Inventario, para los libros inmovilizados y en préstamo [Acevedo Urquiaga y Acevedo Suárez, 2010a; Acevedo Urquiaga, Acevedo Suárez *et al.*, 2008; Acevedo Urquiaga y Oliva Rilova, 2007].

El despliegue de las premisas crea las condiciones en el sistema logístico interno de la Librería CUJAE para aplicar el MGCFL.

Fase II. Pilares

El desarrollo de esta fase se enmarca desde el año 2010 hasta el 2011.

- 5) En la planificación colaborativa participan directamente la VRD, Librería, Dirección de ATM, Almacén de textos y estudiantes.
 - El proceso focal es la Dirección de ATM y se establece como el coordinador a un trabajador de la misma.
 - La VRD comunica las actualizaciones de los MLD a la Dirección de ATM para hacerlos efectivos, la que realiza el monitoreo a partir de los reportes del sistema InterCompras® Inventario. Mensualmente se realiza un balance con los miembros del sistema logístico; este resultado se comparte con la Rectora.

6) A partir del procedimiento específico de la figura 2.16 se rediseña el sistema de información:

- Las características de captación y transmisión de datos para los procesos Almacén de textos, aprovisionamiento en Librería, conformación de módulos, servicios y clientes, se muestran en el Anexo 3.1. En este caso, la variable capacidad no se especifica pues se calcula y actualiza a partir de la SGCC y la demanda se refiere a la matrícula estimada y real del Instituto.
- En la Anexo 3.2 se representa de forma gráfica el flujo de información definido para la determinación de cada variable.
- El desarrollo del sistema informático comprende la vinculación del sistema InterCompras® Inventario con el Excel Control7.xls (Anexo 3.3).

Fase III: Implementación

7) En el Anexo 3.4 se muestran las actividades de capacitación realizadas con el personal de la Librería, el coordinador del proceso y demás implicados.

8) El desarrollo del procedimiento específico de planificación y control (epígrafe 2.4) se ejemplifica para un grupo de carreras y textos correspondientes al segundo semestre del curso 2012-2013.

A. El ejemplo que se presenta en la figura 3.2 está conformado por 45 procesos, que van desde el aprovisionamiento de textos y materiales docentes en el Almacén de textos hasta el servicio de entrega a los clientes finales.

- La secuencia de procesamiento y el porcentaje de la demanda que pasa por cada proceso se determina a partir de la composición definida por la VRD para cada MLD y la red de procesos de la figura 3.2.

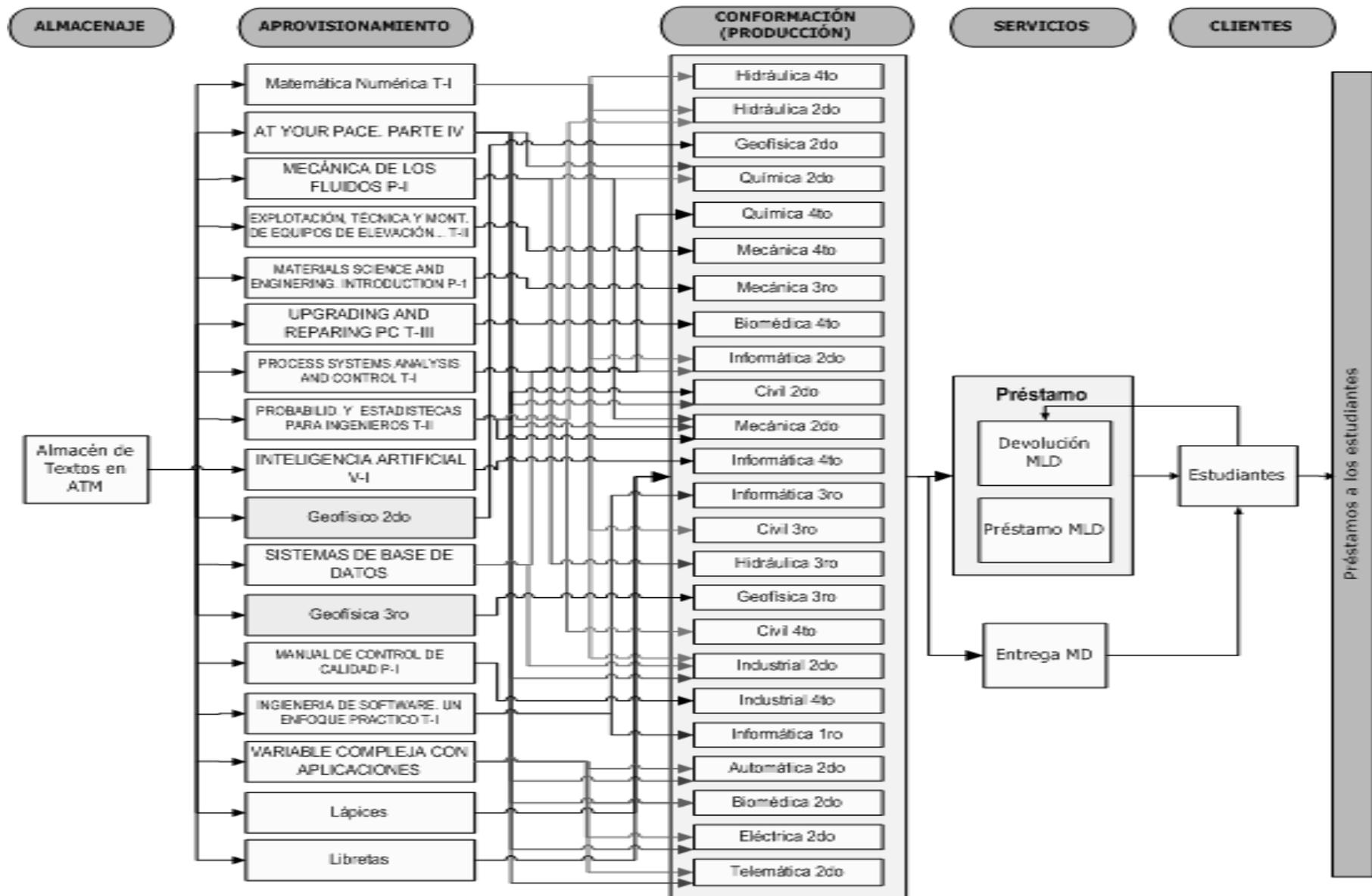


Figura 3.1 Procesos que intervienen en el flujo logístico de la Librería CUJAE.

- Se presenta obtiene la matriz columna de índices de consumo relacional a partir de la ecuación 2.1.
 - Los tamaños de lote (lanzamiento y entrega) de aprovisionamiento se definen según el tamaño del pedido, los de conformación de acuerdo a la capacidad, y el servicio se realiza a un estudiante a la vez.
 - Los coeficientes de atraso y adelanto son $\alpha=0,95$ y $\beta=1,05$ respectivamente.
- B.** El cálculo del ciclo de cada proceso y la relación entre ellos arroja que el ciclo logístico y el ciclo de gestión del sistema es de 50 días (Anexo 3.5).
- C.** El horizonte de planificación que se establece es el semestral (130 días), mientras que el intervalo de planificación es el día (se cumple que $130 > 50$).
- D.** Las demandas de cada intervalo, se precisan a través del cronograma semestral de entrega que se informa a los estudiantes (Anexo 3.6). Para el ejemplo se seleccionan las entregas correspondientes a 29 intervalos de enero y febrero, la demanda semanal se divide en servicios diarios.
- E.** Las capacidades de los procesos se calculan empleando la SGCC y se toman como datos de partida el comportamiento del servicio en el curso 2011-2012. A los efectos del análisis de las capacidades se simplifica la red de procesos unificando todos los procesos de aprovisionamiento en uno y de conformación en otro.

Para ambos servicios el cuello de botella es el proceso de *Aprovisionamiento en Librería*, lo que no coincide con el punto fundamental que es el *Servicio*. Esta situación provoca un coeficiente de pérdida de capacidad por cuello de botella (ecuación 2.27 del Anexo 2.2) de 0,28 y 0,26 para los servicios de Préstamos de MLD y Entrega de MD, respectivamente.

En la tabla 3.2 se presentan los resultados de la capacidad de cada servicio, expresados en cantidad de módulos.

Tabla 3.2 Resultados del balance de capacidad en la Librería CUJAE

Servicio/ Proceso	Capacidad en punto:		Capacidad del producto en el proceso (C _{ij})			
	Fundamental (C _i)	Limitante (C _{i'})	Almacén textos	Aprovisiona miento	Confección	Servicio
Préstamo	13 516	9 649	90 997 218	9 649	12 380	13 516
MLD						
Entrega	13 516	9 919	1 680 500	9 919	12 380	13 516
MD						

En el Módulo Procesos, se expresan los resultados anteriores (Anexo 3.7).

F. Los planes de actividad, lanzamiento y entrega acumulados de cada proceso de la red se obtienen a partir de los resultados anteriores. En la figura 3.3 se ejemplifica el programa de entrega acumulado para algunos procesos.

G. De la aplicación de los tamaños de lote a los procesos de conformación de MLD se genera el cronograma de órdenes de entrega de MLD (figura 3.2).

Intervalo / fecha	Tamaño de lote																											
	Conforma. Hidráulica (4to)	Conforma. Hidráulica (2do)	Conforma. Geofísica (2do)	Conforma. Química (2do)	Conforma. Química (4to)	Conforma. Mecánica (4to)	Conforma. Mecánica (3ro)	Conforma. Biomédica (5to)	Conforma. Informática (2do)	Conforma. Civil (2do)	Conforma. Mecánica (2do)	Conforma. Informática (4to)	Conforma. Informática (3ro)	Conforma. Civil (3ro)	Conforma. Hidráulica (3ro)	Conforma. Geofísica (3ro)	Conforma. Civil (4to)	Conforma. Industrial (2do)	Conforma. Industrial (4to)	Conforma. Informática (1ro)	Conforma. Automática (2do)	Conforma. Biomédica (2do)	Conforma. Eléctrica (2do)	Conforma. Tele (2do)				
18 8 de enero	25	25	25	25	30	25	30	45	80	90	74	58	58	45	45	100	78	95	57	100	45	100	98	87				
19 9 de enero		25		25		25	30				74		58	45			78					45						
20 10 de enero	25				30										45													
21 11 de enero								45														100						
23 15 de enero			25													100												
32 28 de enero						30																						
33 29 de enero				25		25																						
34 30 de enero		25																										
35 31 de enero																			57		45							
36 1ro de febrero																		95										
38 5 de febrero																								87				
39 6 de febrero						25	30																					
40 7 de febrero				25																100			98					
41 8 de febrero	25				30				80																			
42 11 de febrero		25								90				45			78											
43 12 de febrero						25	30				74				45			95	57		45							
44 13 de febrero				25																								
45 14 de febrero												58	58															
46 15 de febrero		25																						87				
47 18 de febrero			25			25	30							45								45						
48 19 de febrero				25	30																							

Figura 3.2 Cronograma de entrega para los procesos de conformación de MLD

Intervalo No.	Demanda de los clientes																																														
	En el intervalo	Acumulado	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45																		
			Conforma. Hidráulica (4to)	Conforma. Hidráulica (2do)	Conforma. Geofísica (2do)	Conforma. Química (2do)	Conforma. Química (4to)	Conforma. Mecánica (4to)	Conforma. Mecánica (3ro)	Conforma. Biomédica (5to)	Conforma. Informática (2do)	Conforma. Civil (2do)	Conforma. Mecánica (2do)	Conforma. Informática (4to)	Conforma. Informática (3ro)	Conforma. Civil (3ro)	Conforma. Hidráulica (3ro)	Conforma. Geofísica (3ro)	Conforma. Civil (4to)	Conforma. Industrial (2do)	Conforma. Industrial (4to)	Conforma. Informática (1ro)	Conforma. Automática (2do)	Conforma. Biomédica (2do)	Conforma. Eléctrica (2do)	Conforma. Tele (2do)	Servicio devolución	Servicio prestamo	Estudiantes																		
		UM	mod	mod	mod	mod	mod	mod	mod	mod	mod	mod	mod	mod	mod	mod	mod	mod	mod	mod	mod	mod	mod	mod	mod	mod	mod	serv	serv	mod																	
		Lead time de entrega	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0																		
17	10,00	10,00	0	1	0	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	1	2	1	1	1	0	1	1	1	10	10	10																		
18	10,00	20,00	1	1	0	1	1	1	1	0	2	2	1	2	1	1	0	1	3	2	2	1	0	2	2	2	20	20	20																		
19	10,00	30,00	1	1	0	1	1	1	2	1	2	2	2	2	2	2	1	0	2	4	2	3	2	1	3	3	30	31	30																		
20	10,00	40,00	1	2	0	2	1	2	2	1	3	3	2	3	2	2	1	0	2	5	3	4	2	1	3	3	40	41	40																		
21	10,00	50,00	2	4	1	4	2	5	6	2	7	7	5	6	6	6	3	1	6	11	7	9	6	2	8	8	50	51	50																		
22	73,00	123,00	3	6	2	7	4	7	9	3	10	10	8	10	9	10	5	2	9	18	12	14	10	3	13	13	123	125	123																		
23	73,00	196,00	5	8	2	9	5	10	12	4	14	14	10	14	13	13	6	3	12	25	16	19	13	3	18	18	196	200	196																		
24	73,00	269,00	6	10	3	12	7	13	15	5	18	18	13	17	16	17	8	3	15	32	20	24	17	4	23	23	269	274	269																		
25	73,00	342,00	7	13	4	15	8	15	19	6	22	22	16	21	20	21	10	4	19	39	24	30	20	5	28	28	342	349	342																		
26	73,00	415,00	8	14	4	16	9	16	20	7	24	24	17	23	21	22	11	4	20	42	26	32	22	6	31	30	415	423	415																		
27	34,00	449,00	8	15	4	17	9	18	22	7	26	26	19	24	23	24	12	5	22	45	28	34	24	6	33	32	449	458	449																		
28	34,00	483,00	9	16	5	18	10	19	23	8	28	28	20	26	25	26	12	5	23	48	30	37	25	7	35	34	483	493	483																		
29	34,00	517,00	9	17	5	19	11	20	25	9	29	29	21	28	26	28	13	5	25	52	32	39	27	7	38	37	517	527	517																		
30	34,00	551,00	10	18	5	21	11	21	27	9	31	31	23	29	28	29	14	5	27	55	34	42	29	8	40	39	551	562	551																		
31	34,00	585,00	12	21	6	24	13	25	31	11	37	37	27	35	33	35	17	6	31	65	41	49	34	9	47	46	585	597	585																		
32	109,00	694,00	14	24	7	28	15	29	36	12	43	43	31	40	38	40	19	8	36	75	47	57	39	10	55	53	694	708	694																		
33	109,00	803,00	15	28	8	32	17	33	41	14	49	49	35	46	43	46	22	9	41	85	54	65	45	12	62	61	803	819	803																		
34	109,00	912,00	17	31	9	36	19	37	46	16	54	54	40	51	48	51	25	10	46	95	60	73	50	13	70	68	912	930	912																		
35	109,00	1021,00	19	34	10	40	22	41	51	17	60	60	44	57	54	56	27	11	51	106	67	80	55	15	77	75	1021	1041	1021																		
36	109,00	1130,00	21	37	11	43	23	45	56	19	65	65	48	62	58	61	30	11	56	115	72	87	60	16	84	82	1130	1153	1130																		
37	98,00	1228,00	22	40	12	47	25	49	60	21	71	71	51	67	63	66	32	12	60	124	78	94	65	17	91	88	1228	1253	1228																		
38	98,00	1326,00	24	43	13	50	27	52	65	22	76	76	55	72	68	71	34	13	65	133	84	101	70	18	97	95	1326	1353	1326																		
39	98,00	1424,00	26	46	14	54	29	56	69	24	81	81	59	77	72	76	37	14	69	142	90	108	74	20	104	101	1424	1452	1424																		
40	98,00	1522,00	27	49	15	57	31	59	73	25	86	86	63	82	77	81	39	15	73	151	96	115	79	21	111	108	1522	1552	1522																		
41	98,00	1620,00	31	56	17	65	35	68	84	29	99	99	72	93	88	93	45	17	84	173	109	132	91	24	127	123	1620	1652	1620																		
42	234,00	1854,00	35	63	19	74	40	77	95	32	111	111	81	105	99	104	50	20	95	195	123	149	102	27	143	139	1854	1891	1854																		
43	234,00	2088,00	39	70	21	82	44	85	105	36	124	124	90	117	110	116	56	22	105	217	137	165	114	30	159	154	2088	2130	2088																		

Línea de control >>

Figura 3.3 Ejemplo del programa de entrega acumulada del sistema logístico de la Librería CUJAE para los intervalos del 17 al 43

- H. A partir de la planificación de cada proceso, se transmiten las solicitudes de materiales al Almacén de textos, las órdenes para conformar los módulos y ejecutar los servicios de devolución y préstamo de acuerdo al cronograma.
- I. El reporte de ejecución real de cada proceso en cuanto al lanzamiento y la entrega acumulados hasta el intervalo 36 se muestra en la figura 3.4.

No.	Proceso	UM	Real acumulado hasta la fecha en:		Inventario del Proceso (en UM del proceso)	Inventario del Proceso (equivalente en producto final)	Inventario inicial en el intervalo 0
			Lanzamiento	Entrega			
12	Aprovi. SISTEMAS DE BASE DE DATOS	UNO	1700,00	1700,00	0	0,0	49
13	Aprovi. INTRODUCCION A LA INVESTIGACION OPERAC. T-I	UNO	1700,00	1700,00	0	0,0	10
14	Aprovi. MANUAL DE CONTROL DE CALIDAD P-I	UNO	1700,00	1700,00	0	0,0	8
15	Aprovi. INGENIERIA DE SOFTV. UN ENFOQUE PRACTICO T.	UNO	1700,00	1700,00	0	0,0	841
16	Aprovi. VARIABLE COMPLEJA CON APLICACIONES	UNO	1700,00	1700,00	0	0,0	201
17	Aprovi. Lápices	UNO	17500,00	16500,00	1000	83,3	500
18	Aprovi. Libreta	UNO	18000,00	14600,00	3400	283,3	894
19	Conforma. Hidráulica (4to)	mod	25,00	25,00	0	0,0	0
20	Conforma. Hidráulica (2do)	mod	40,00	40,00	0	0,0	0
21	Conforma. Geofísica (2do)	mod	12,00	12,00	0	0,0	0
22	Conforma. Química (2do)	mod	25,00	25,00	0	0,0	0
23	Conforma. Química (4to)	mod	50,00	50,00	0	0,0	0
24	Conforma. Mecánica (4to)	mod	60,00	60,00	0	0,0	0
25	Conforma. Mecánica (3ro)	mod	60,00	60,00	0	0,0	0
26	Conforma. Biomédica (5to)	mod	35,00	35,00	0	0,0	0
27	Conforma. Informática (2do)	mod	10,00	10,00	0	0,0	0
28	Conforma. Civil (2do)	mod	70,00	70,00	0	0,0	0
29	Conforma. Mecánica (2do)	mod	70,00	70,00	0	0,0	0
30	Conforma. Informática (4to)	mod	70,00	60,00	10	10,0	0
31	Conforma. Informática (3ro)	mod	70,00	70,00	0	0,0	0
32	Conforma. Civil (3ro)	mod	70,00	70,00	0	0,0	0
33	Conforma. Hidráulica (3ro)	mod	70,00	70,00	0	0,0	0
34	Conforma. Geofísica (3ro)	mod	70,00	70,00	0	0,0	0
35	Conforma. Civil (4to)	mod	70,00	70,00	0	0,0	0
36	Conforma. Industrial (2do)	mod	100,00	95,00	5	5,0	0
37	Conforma. Industrial (4to)	mod	100,00	90,00	10	10,0	0
38	Conforma. Informática (1ro)	mod	100,00	90,00	10	10,0	0
39	Conforma. Automática (2do)	mod	100,00	90,00	10	10,0	0
40	Conforma. Biomédica (2do)	mod	100,00	95,00	5	5,0	0
41	Conforma. Eléctrica (2do)	mod	100,00	95,00	5	5,0	0
42	Conforma. Tele (2do)	mod	100,00	95,00	5	5,0	0
43	Servicio devolución	servicio	949,00	949,00	0	0,0	0
44	Servicio préstamo	servicio	749,00	749,00	0	0,0	0
45	Estudiantes	mod	949,00	949,00	0	0,0	0
Inventario total en la cadena de suministro					48210	24932,2	253953

Figura 3.4 Reporte de ejecución de los procesos para el intervalo 36 (1 febrero 2013)

- J. En el control de avance del sistema logístico se aprecia que los procesos atrasados son: la *Conformación de Química 2do, Informática 2do e Industrial 2do*, los *servicios de devolución y préstamo* y la entrega a los *estudiantes*. Por otra parte, la *Conformación de Informática 4to e Informática 1ro* están en tiempo y el resto de los procesos están adelantados (ver figura 3.6).

No.	Proceso	Lead time entrega	Plan acumulado de entrega	Real acumulado de entrega	% de cumplimiento	Déficit	Estado	Asegurado hasta el intervalo:
16	Aprovi. VARIABLE COMPLEJA CON APLICACIONES	2	59	1700,00	2881,4	0	ADELANTADO	363
17	Aprovi. Lápices	2	15412	16500,00	107,1	0	ADELANTADO	36
18	Aprovi. Libreta	2	15018	14600,00	97,2	418	EN TIEMPO	35
19	Conforma. Hidráulica (4to)	1	20	25,00	125,0	0	ADELANTADO	38
20	Conforma. Hidráulica (2do)	1	37	40,00	108,1	0	ADELANTADO	36
21	Conforma. Geofísica (2do)	1	11	12,00	109,1	0	ADELANTADO	37
22	Conforma. Química (2do)	1	43	25,00	58,1	18	ATRASADO	31
23	Conforma. Química (4to)	1	23	50,00	217,4	0	ADELANTADO	44
24	Conforma. Mecánica (4to)	1	45	60,00	133,3	0	ADELANTADO	40
25	Conforma. Mecánica (3ro)	1	55	60,00	109,1	0	ADELANTADO	36
26	Conforma. Biomédica (5to)	1	18	35,00	194,4	0	ADELANTADO	42
27	Conforma. Informática (2do)	1	65	10,00	15,4	55	ATRASADO	21
28	Conforma. Civil (2do)	1	65	70,00	107,7	0	ADELANTADO	36
29	Conforma. Mecánica (2do)	1	47	70,00	148,9	0	ADELANTADO	40
30	Conforma. Informática (4to)	1	61	60,00	98,4	1	EN TIEMPO	35
31	Conforma. Informática (3ro)	1	58	70,00	120,7	0	ADELANTADO	38
32	Conforma. Civil (3ro)	1	61	70,00	114,8	0	ADELANTADO	37
33	Conforma. Hidráulica (3ro)	1	29	70,00	241,4	0	ADELANTADO	364
34	Conforma. Geofísica (3ro)	1	11	70,00	636,4	0	ADELANTADO	364
35	Conforma. Civil (4to)	1	55	70,00	127,3	0	ADELANTADO	39
36	Conforma. Industrial (2do)	1	114	95,00	83,3	19	ATRASADO	33
37	Conforma. Industrial (4to)	1	72	90,00	125,0	0	ADELANTADO	39
38	Conforma. Informática (1ro)	1	87	90,00	103,4	0	EN TIEMPO	36
39	Conforma. Automática (2do)	1	60	90,00	150,0	0	ADELANTADO	40
40	Conforma. Biomédica (2do)	1	15	95,00	633,3	0	ADELANTADO	364
41	Conforma. Eléctrica (2do)	1	83	95,00	114,5	0	ADELANTADO	37
42	Conforma. Tele (2do)	1	81	95,00	117,3	0	ADELANTADO	38
43	Servicio devolucion	0	1130	949,00	84,0	181	ATRASADO	34
44	Servicio prestamo	0	1152	749,00	65,0	403	ATRASADO	32
45	Estudiantes	0	1130	949,00	84,0	181	ATRASADO	34

Figura 3.5 Control de avance de entrega del sistema logístico de la Librería

K. El atraso de los **servicios de devolución y préstamo** se debe a la no disponibilidad en tiempo de los MLD correspondientes a *Química 2do*, *Informática 2do* e *Industrial 2do*. Por lo tanto, es necesario realizar acciones para ajustar los procesos de conformación de dichos módulos.

En la **conformación** se verifica el proceso antecesor, el aprovisionamiento, y se constata que no hay problemas, por lo tanto se determina la necesidad de aumentar el ritmo de conformación de acuerdo a las capacidades de estos procesos. En la figura 3.5 se corrobora que la utilización planificada de la capacidad de los procesos de conformación es de 13,8%; 6,5% y 9,6%. Por lo tanto, si se cumple con la norma de tiempo establecida, no debe existir dificultad para lograr el cumplimiento del programa. Por otra parte, el atraso del *Aprovisionamiento de libretas* aun no afecta el servicio, pero en aras de evitar un

futuro atraso, se lanza una solicitud de entrega de 1 000 unidades de libretas y se realiza la recepción en el mismo día.

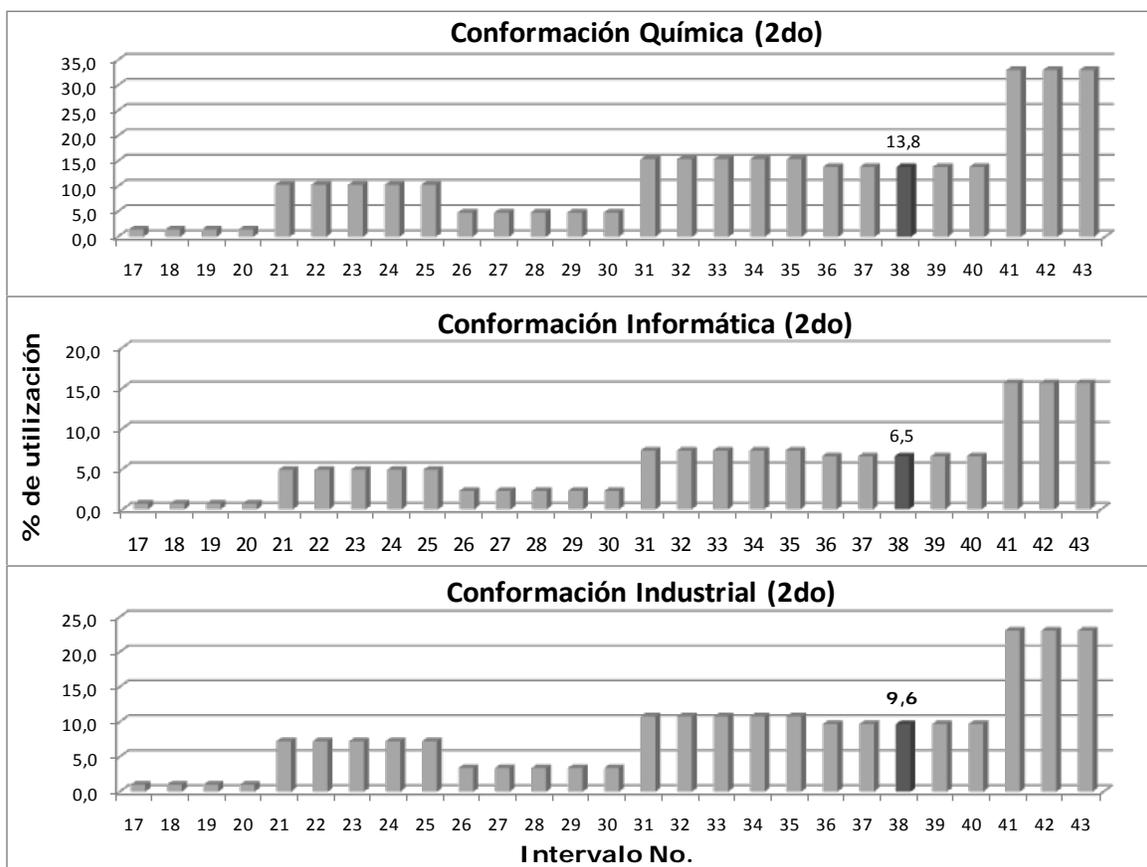


Figura 3.6 Porcentaje de utilización de las capacidades de los procesos de Conformación de Química 2do, Industrial 2do e Informática 2do.

En el caso de los procesos adelantados, se puede detener su ejecución hasta el intervalo que se indica en la columna de la derecha en la figura 3.6 y emplear los recursos humanos de estos procesos en los procesos atrasados.

En resumen, las medidas a evaluar son las siguientes:

- Cumplir la norma de tiempo para *la Conformación de Química 2do, Industrial 2do e Informática 2do*, a través del control del tiempo y con el empleo del personal de Conformación de los módulos adelantados.
- Realizar una Solicitud de Materiales al Almacén de textos de 1 000 libretas.

La simulación de estas medidas demuestra que se eliminan los atrasos en el sistema logístico (figura 3.7) para asumir los servicios planificados.

Se retorna al paso **F** del procedimiento (obtener la planificación del flujo) pues no hay cambios en la parametrización, el ciclo o la capacidad.

No.	Proceso	Lead time entrega	Plan acumulado de entrega	Real acumulado de entrega	% de cumplimiento	Déficit	Estado	Asegurado hasta el intervalo:
16	Aprovi. VARIABLE COMPLEJA CON APLICACIONES	2	59	1700	2881,4	0	ADELANTADO	363
17	Aprovi. Lápices	2	15412	16500	107,1	0	ADELANTADO	36
18	Aprovi. Libreta	2	15018	15600	103,9	0	EN TIEMPO	36
19	Conforma. Hidráulica (4to)	1	20	25	125,0	0	ADELANTADO	38
20	Conforma. Hidráulica (2do)	1	37	40	108,1	0	ADELANTADO	36
21	Conforma. Geofísica (2do)	1	11	12	109,1	0	ADELANTADO	37
22	Conforma. Química (2do)	1	43	50	116,3	0	ADELANTADO	37
23	Conforma. Química (4to)	1	23	50	217,4	0	ADELANTADO	44
24	Conforma. Mecánica (4to)	1	45	60	133,3	0	ADELANTADO	40
25	Conforma. Mecánica (3ro)	1	55	60	109,1	0	ADELANTADO	36
26	Conforma. Biomédica (5to)	1	18	35	194,4	0	ADELANTADO	42
27	Conforma. Informática (2do)	1	65	65	100,0	0	EN TIEMPO	35
28	Conforma. Civil (2do)	1	65	70	107,7	0	ADELANTADO	36
29	Conforma. Mecánica (2do)	1	47	70	148,9	0	ADELANTADO	40
30	Conforma. Informática (4to)	1	61	60	98,4	1	EN TIEMPO	35
31	Conforma. Informática (3ro)	1	58	70	120,7	0	ADELANTADO	38
32	Conforma. Civil (3ro)	1	61	70	114,8	0	ADELANTADO	37
33	Conforma. Hidráulica (3ro)	1	29	70	241,4	0	ADELANTADO	364
34	Conforma. Geofísica (3ro)	1	11	70	636,4	0	ADELANTADO	364
35	Conforma. Civil (4to)	1	55	70	127,3	0	ADELANTADO	39
36	Conforma. Industrial (2do)	1	114	120	105,3	0	ADELANTADO	36
37	Conforma. Industrial (4to)	1	72	90	125,0	0	ADELANTADO	39
38	Conforma. Informática (1ro)	1	87	90	103,4	0	EN TIEMPO	36
39	Conforma. Automática (2do)	1	60	90	150,0	0	ADELANTADO	40
40	Conforma. Biomédica (2do)	1	15	95	633,3	0	ADELANTADO	364
41	Conforma. Eléctrica (2do)	1	83	95	114,5	0	ADELANTADO	37
42	Conforma. Tele (2do)	1	81	95	117,3	0	ADELANTADO	38
43	Servicio devolucion	0	1130	949	84,0	181	ATRASADO	34
44	Servicio prestamo	0	1152	749	65,0	403	ATRASADO	32
45	Estudiantes	0	1130	949	84,0	181	ATRASADO	34

Figura 3.7 Resultado de los ajustes en el sistema logístico

Fase IV. Medición de resultados

La aplicación del MGCFL se expresa a partir de la variable independiente eficiencia del ciclo, la cual aumenta en correspondencia con un aumento del ciclo sobre ciclo logístico que se mantiene constante (50 días).

En la tabla 3.3 se presentan los resultados de las variables dependientes. A los efectos de la liberación de recursos financieros se calcula un costo promedio ponderado para los MLD que es de 78,67 unidades monetarias, y las ventas se analizan en relación a los servicios realizados en el curso 2012-2013.

En este caso se mide el nivel de servicio percibido por el cliente en base a los servicios prestados: cantidad de servicios por curso y porcentaje de estudiantes que reciben el servicio con respecto a la matrícula real.

Tabla 3.3 Variables de impacto en sistema logístico interno de la Librería CUJAE

Variables de impacto		Antes	Después	Diferencia
Independiente	Eficiencia del ciclo logístico (%)	56	98	42
	Rotación del inventario (veces/año)	0,8	1,4	0,6
Dependientes	Liberación de recursos financieros (unidades monetarias)	853 667,50		
	Matrícula atendida (%)	35	67	32
	Cantidad de servicio anuales	9 174	21 896	12 722

3.2.5 Lecciones aprendidas y factores de éxito

Lección 1: La implementación de un sistema informático no puede violentar la fase de preparación del personal, pues asumir que existe un dominio básico de la computación puede dificultar y retrasar la puesta en marcha.

Lección 2: En los procesos de servicio no siempre es posible desarrollar las capacidades para satisfacer totalmente la demanda. Este tipo de proceso tiende a una programación de la demanda (reservación anticipada) para lograr una utilización racional de las capacidades del servicio.

Lección 3: La resistencia al cambio por parte del personal impide el empleo de las bondades de la aplicación de las TIC en la gestión de los procesos.

Lección 4: Considerar en el diseño del proceso un enfoque multidisciplinario, en este caso se consideraron la ingeniería informática, la gestión de los recursos humanos, el enfoque en procesos, la organización del trabajo, la distribución en planta, la gestión de almacenes, la simulación y la estadística.

3.2.6 *Los beneficios*

Económicos: la reducción del nivel de inventarios en la Librería presupone un ahorro de 853 667,50 unidades monetarias. Al mismo tiempo, como consecuencia directa de la reorganización del proceso y el uso del software InterCompras® Inventario. Se reduce el 97,66% de los gastos del procesos y se recupera el valor de entre el 20% y el 40% de los libros ociosos (evitándolos), lo que asciende a \$548 971 y 1 274 CUC anuales [Acevedo Urquiaga y Acevedo Suárez, 2010b].

Medioambientales: la reducción de los inventarios en la Librería trae consigo la disminución de los materiales que se pueden deteriorar. Además, la implementación de un sistema informático reduce al 50% el uso de papel pues se eliminan dos de los documentos impresos del proceso.

Sociales: Los libros no tienen valor de uso si no se encuentran en manos de los lectores. Por lo tanto, el aumento del nivel de servicio en el proceso garantiza el cumplimiento de este objetivo social en el cual el país emplea anualmente considerable sumas de recursos para la impresión de literatura docente.

3.3 Caso de estudio 2: Cadena de suministro de aceite comestible

La comercialización de aceite en Cuba está dividida en dos formas: pesos convertible (CUC) y pesos cubanos (CUP), aún cuando el sistema de producción es común para ambas.

La cadena de suministro de aceites comestibles comercializados en divisa es, desde el año 2006, coordinada por ECASOL. Con la misión de aumentar los niveles de servicio a los clientes finales y la eficiencia es que esta empresa trabaja, siendo parte de su visión “consolidar su papel como coordinador de la cadena de suministro”. En lo adelante, se hace referencia a la cadena de

suministro de aceites comestibles comercializados en CUC como cadena de suministro de ECASOL.

3.3.1 Datos de la cadena de suministro de ECASOL

Localización:	Calle 26 esquina 9na. #, Playa, La Habana, Cuba
Industria/Sector:	Industria alimentaria; aceite y grasas comestibles/Comercializadora
Subordinación:	Grupo de Administración Empresarial (GAE)
Principales servicios /productos ofrecidos:	Comercialización mayorista de aceites vegetales, grasas y otros derivados. Importación de materia prima y materiales para la refinación y envasado del aceite vegetal comestible, grasas y otros derivados; así como las máquinas e insumos necesarios para el funcionamiento y/o mantenimiento de las entidades de la Unión de Empresas Productoras de Aceites.

3.3.2 Descripción del problema

En el año 2006 la situación de la cadena de suministro de aceite en divisa era crítica; la disponibilidad de aceite en las tiendas era del 26,4% de forma genérica, y sólo del 10,2% por surtido [Pardillo Baez, Acevedo Urquiaga *et al.*, 2012] [Pardillo Baez, Acevedo Urquiaga *et al.*, 2011]. Se carece de un enfoque de cadena de suministro y la planificación de cada entidad se realiza de forma independiente y sin conciliación con el resto.

La planificación estratégica de la empresa se enfoca en la definición de la misión, la visión y los objetivos para un periodo de tres a cinco años, con el enfoque de una empresa comercializadora. El desarrollo de la industria es sólo responsabilidad de la misma, por lo que los planes de desarrollo no forman parte de la cadena o de los planes de ECASOL.

Otras deficiencias de la planificación:

- No se cuenta con un procedimiento para la planificación y control de la cadena de suministro.

- El plan estratégico carece de acciones detalladas para alcanzar los objetivos propuestos, así como de la disposición de capacidades (físicas y financieras) y los plazos en que se ejecutarán las mismas.
- No hay correspondencia directa entre el plan estratégico y el táctico, y este último no se concreta en el plan operativo.
- A pesar de que el plan estratégico de ECASOL define acciones en beneficio de de las fábricas, no existen planes oficiales de la cadena de suministro.
- No se planifican a mediano plazo la utilización de las capacidades logísticas: almacén, compra, transporte, etc. Solo se conocen y planifican en algún grado las capacidades de producción, aún cuando no se actualizan de acuerdo a las condiciones técnicas u organizativas reales.
- Para las compras de materias primas, insumos y piezas de repuesto se aplican métodos de gestión de inventario no formalizados.
- Las coberturas de materias primas no son tenidas en cuenta para la planificación de las compras o sus ciclos.
- No se tiene en cuenta los ciclos de ejecución de los procesos para planificar, por lo que se asume que la demanda de un mes genera la producción, las compras y las ventas del mismo.
- Sólo se consideran los índices de consumo y las pérdidas en la fabricación.
- No se precisan las demandas diarias o semanales, solo se desglosan mensualmente por clientes y regiones.
- No existe ninguna fase formal de control de avance de los planes, ni se evalúan indicadores de rendimiento logístico.

3.3.3 Desafíos

- ☑ Lograr la sincronización entre proceso pertenecientes a diferentes empresas y Organismos de la Administración Central del Estado (OACE)
- ☑ Aumentar la eficiencia del sistema logístico sin afectar la eficacia del mismo, ni la eficiencia individual de cada empresa.
- ☑ Emplear las capacidades tecnológicas disponibles para desarrollar el sistema de planificación y control de la cadena de suministro.

3.3.4 La solución

Para la implementación del MGCFL se sigue el procedimiento expuesto en la figura 2.14 y a continuación se despliegan cada una de sus fases.

Fase I. Creación de premisas

La implementación de esta fase se lleva a cabo desde finales del año 2006 hasta el primer semestre de 2010 y de ella se obtienen los resultados siguientes:

- 1) Se realizan acciones con los directivos de cada empresa, sin embargo solo los especialistas de ECASOL se implican directamente en los cambios.
- 2) Mediante una serie de talleres y cursos, además de involucrar a los especialistas en trabajos de investigación con estudiantes y profesores de la universidad, se crean las bases de conocimiento necesarias en el campo de la logística y cadenas de suministro. Estos conocimientos se continúan enriqueciendo y profundizando de forma específica según las necesidades de cada especialista.
- 3) En el año 2006 no existía ninguna forma de interrelación entre los planes de las empresas involucradas, pero ya en el 2010 la **planificación estratégica** define objetivos con cierto enfoque de cadena, donde se incluye el desarrollo de la industria como responsabilidad de ECASOL.

La **planificación táctica** se basa en operaciones sencillas y elementales; antes del inicio del año, se concilian las demandas mensuales de cada cliente. Estas demandas están restringidas por las capacidades de las fábricas y se traducen en los planes de producción y los de ventas de ECASOL. A partir del plan de producción, afectado por los índices de consumo de materia prima, se obtienen los requerimientos de materiales. La demanda anual de materias primas se divide en trimestres para la solicitud a los proveedores.

La **planificación operativa** se limita al plan diario, pero sólo en los procesos de fabricación y distribución. Diariamente, a partir de las existencias de producto terminado en el almacén, se realiza la distribución a los clientes de acuerdo a las necesidades de los mismos (vía telefónica, correo electrónico) y teniendo en cuenta la disponibilidad de capacidad de carga de los camiones.

- 4) Se adquiere un sistema de gestión integral en la empresa focal, ETES, para el registro de los procesos contables, compras, ventas y contratación. Además, se establecen formatos estándares para los reportes diarios de las fábricas, estableciéndose conexión con las mismas de forma telefónica y por correo electrónico. Se constituye una oficina de representación de ECASOL en cada fábrica que favorece la gestión de las ventas y la facturación con conexión a la red de la empresa.

Con el establecimiento de las premisas descritas anteriormente se está en condiciones de perfeccionar el sistema de planificación y control de la cadena de suministro de ECASOL.

El desarrollo de esta fase se enmarca desde el segundo semestre del año 2010 hasta la actualidad.

- 5) En la planificación colaborativa participan directamente los procesos de compra en plaza de las materias primas fundamentales (envases y cajas de cartón), las fábricas de Regla, Santiago de Cuba y Camagüey; los almacenes de las fábricas y el de Wajay. Existen otros procesos que no colaboran directamente, pero se tienen en cuenta, como las importaciones de materias primas fundamentales. Por otro lado, no ha sido posible incorporar a la planificación colaborativa los procesos de venta minorista, por lo que los clientes están representados en los centros de distribución de las cadenas de tiendas, el turismo, víveres y otros.
- La empresa focal es ECASOL y el coordinador es el especialista en Logística.
 - Cada proceso debe enviar las informaciones definidas en el sistema de información. El coordinador realiza un informe mensual del nivel de servicio alcanzado, los fallos ocurridos y las posibles medidas a tomar. De forma trimestral se realiza una reunión de chequeo con todos los actores.
- 6) Para desplegar este paso se sigue el procedimiento específico de la figura 2.22, cuyos resultados se describen a continuación:
- A partir de la definición de las características de captación de datos para los procesos de importación, compra, producción, almacenaje y clientes (ver Anexo 3.8), se rediseñan los documentos del sistema logístico.
 - La frecuencia de actualización y la tecnología de transmisión de datos para cada variable en el sistema logístico se presenta en el Anexo 3.8.

- En el Anexo 3.9 se presenta flujo de información para la gestión colaborativa del flujo logístico.
- Las características, modelación y algunas pantallas del sistema informático que se desarrolla para la cadena de ECASOL se exponen en el Anexo 3.10

Fase III. Implementación

- 7) Se realiza un proceso de formación del personal sobre los conocimientos que deben incorporar en su trabajo diario. El Anexo 3.11 detalla los contenidos de la capacitación.
- 8) El procedimiento específico del epígrafe 2.3 se ejemplifica para el formato de aceite de 1 litro en el año 2012.
 - A. A partir de la representación de la cadena de suministro se define el sistema logístico del aceite de 1 litro (figura 3.14) que tiene 22 procesos desde el aprovisionamiento de materias primas hasta la venta a clientes (mayoristas).
 - A partir de los datos de actividad del año 2011 se determina la secuencia y el porcentaje de la demanda que ejecuta cada proceso.
 - Al seguir la ecuación 2.1 se determina la matriz columna de índices de consumo relacional.
 - Se definen los tamaños de lotes; la compra se definen por método gestión, producción según capacidad y cliente según capacidad del camión.
 - Los coeficientes de cumplimiento del plan se establecen en $\alpha=0,95$ y $\beta=1,05$ para declarar los procesos atrasados y adelantados, respectivamente.
 - B. Mediante el empleo del MGO se obtiene el ciclo de cada proceso y el ciclo logístico total es 129 días; el ciclo de gestión del sistema es 188 días (Anexo 3.12).

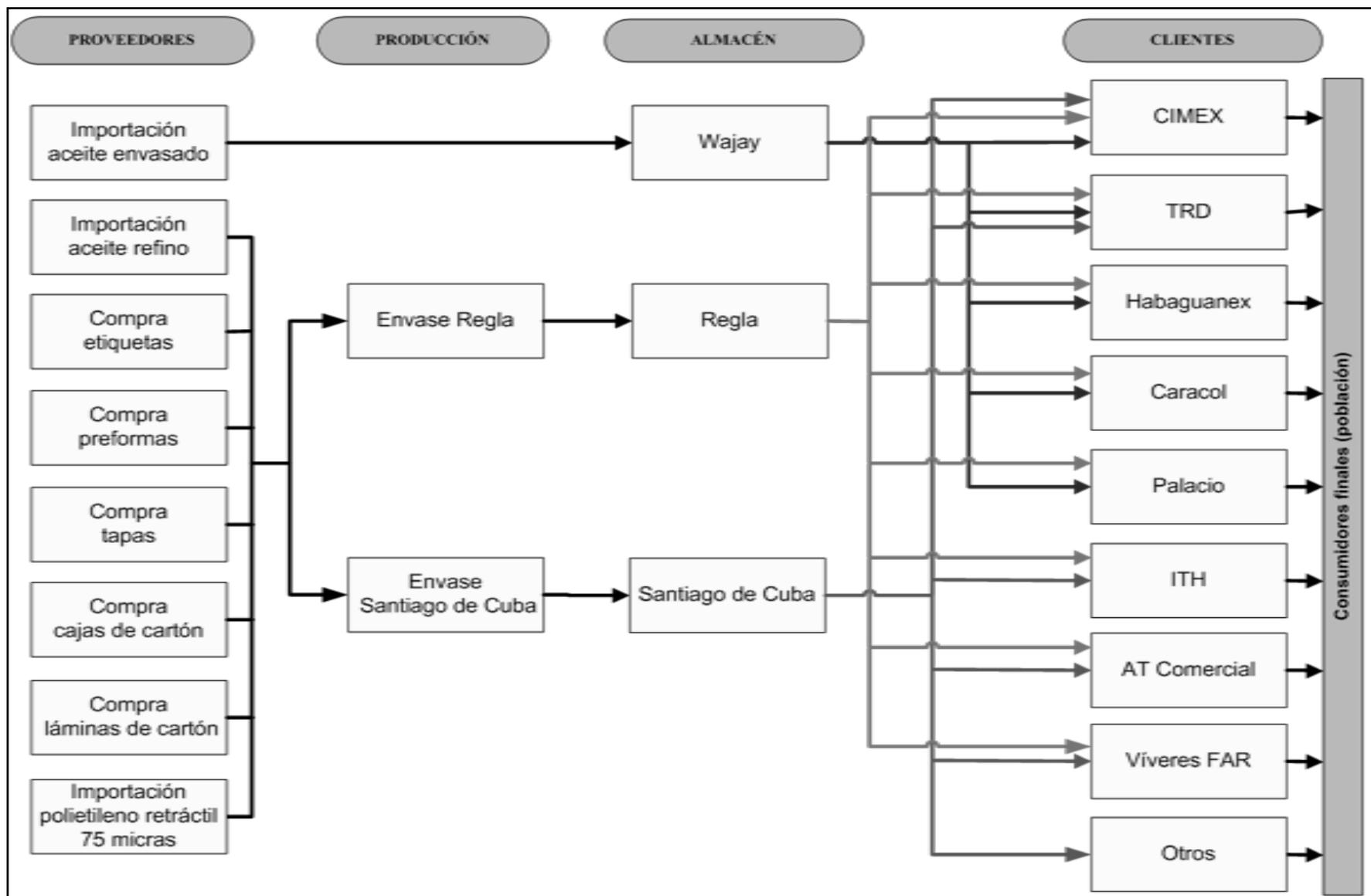


Figura 3.8 Procesos que intervienen en el flujo logístico del aceite de 1 litro

C. El horizonte de planificación que se establece es de un año, mientras que el intervalo de planificación es diario. De esta forma, cumple la restricción de que el horizonte de planificación sea mayor o igual que el ciclo de gestión ($365 > 188$).

D. Las demandas se precisan a través del programa mensual de venta acordado con los clientes (Anexo 3.13) y se asume la demanda diaria constante a partir de dividir la demanda mensual entre los días laborables.

E. Para determinar las capacidades de los procesos se aplica la SGCC y se ajusta el cálculo realizado en el 2010 a las condiciones del 2012. Los procesos de importación se asumen con capacidad ilimitada, pues solo se restringen por la capacidad financiera o por las estrategias de sustitución de importaciones. En el caso de las fábricas de materias primas, no se calcula por no contar con los datos necesarios, de ahí que sus capacidades fueron estimadas a partir de las cantidades máximas que se han recibido de cada una de ellas.

Los resultados para el sistema logístico de aceite de 1 litro se muestran en la tabla siguiente:

Tabla 3.4 Capacidades de los procesos del sistema logístico del formato 1litro

Compra					Envase		Almacenaje		
preformas	etiquetas	tapas	cajas	tinta	Regla	Santg.	Wajay	Regla	Santg.
<i>mu</i>	<i>mu</i>	<i>mu</i>	<i>mu</i>	<i>litro</i>	<i>mu</i>	<i>mu</i>	<i>mu</i>	<i>mu</i>	<i>mu</i>
39 561	51 013	98 611	9,57	19 832	7 111	6 506	68 536	1 593	8 199

Los resultados obtenidos hasta el momento se plasman en el módulo Procesos del flechero Control7.xls (Anexo 3.14).

F. A partir de las demandas y las características de cada proceso de la red se generan los planes de lanzamiento y entrega acumulados, así como los de actividad de cada proceso. En el Anexo 3.15 se ejemplifica el programa de lanzamiento acumulado para los intervalos del 40 hasta el 60.

G. De la aplicación de los tamaños de lotes cada proceso se genera la planificación de cada uno según se muestra en la tabla 3.5.

Tabla 3.5 Cronograma de lanzamiento y entrega para la compradora de aceite refino

No. Intervalo	Tamaños de lote	Lanzamiento		Entrega	
		7500		7500	
	Fecha	Cantidad a contratar	Cantidad a recibir		
1	2 de enero	7500			
142	18 de julio			7500	
158	10 de agosto	7500			
297	27 de febrero 2013				7500

H. A partir de la planificación de cada proceso, se transmiten las órdenes de compra, recepción, producción y venta, según corresponda al intervalo.

I. El reporte de ejecución real acumulada de cada proceso para el intervalo 50 (9 de marzo) se muestra en la figura 3.9.

No.	Proceso	UM	Real acumulado hasta la fecha en:		Inventario del Proceso (en UM del proceso)	Inventario del Proceso (equivalente en producto final)	Inventario inicial en el intervalo 0
			Lanzamiento	Entregado			
1	Aprovisionamiento exterior aceite refin	t	7600.00	0.00	7600	7600.0	1500
2	Aprovisionamiento exterior aceite enva	t	2150.00	0.00	2150	2318.7	100
3	Aprovisionamiento externo retráctil 75	kg	15965.00	1952.00	14013	1474.2	200
4	Aprovisionamiento preformas	mu	2531.23	1705.21	826	390.6	5000
5	Aprovisionamiento etiquetas 1l	mu	3107.00	1471.75	1635	772.8	521
6	Aprovisionamiento tapas	mu	3675.78	2233.75	1442	683.4	7
7	Aprovisionamiento cajas de cartón	mu	299.90	270.46	29	164.7	15
8	Aprovisionamiento tinta principal	l	500.00	205.00	295	31035.4	4
9	Envasado Regla	t	3863.00	3863.00	0	0.0	31
10	Envasado Santiago	t	1324.00	1324.00	0	0.0	50
11	Almacén Wajay	mu	1000.00	0.00	1000	1179.9	4
12	Almacén Regla	mu	1346.67	646.38	700	788.0	4
13	Almacén Santiago	mu	843.82	741.73	102	120.5	8
14	Clientes Cadena Cimex	t	1568.48	765.57	803	1592.1	0
15	Clientes Cadena TRD	t	1082.27	528.25	554	1592.0	0
16	Clientes Cadena Habaguanex	t	117.12	57.16	60	1590.3	0
17	Clientes Cadena Caracol	t	87.48	42.70	45	1593.7	0
18	Clientes Cadena Palco-Palacio	t	25.55	12.47	13	1595.2	0
19	Clientes ITH	t	175.00	135.60	39	1970.0	0
20	Clientes AT Comercial	t	189.00	122.40	67	3433.0	0
21	Clientes Víveres FAR	t	17.20	17.20	0	0.0	0
22	Clientes Otros	t	24.00	22.80	1	41.7	0

Figura 3.9 Reporte de ejecución del aceite de 1 litro en el intervalo 50

J. En la figura 3.10 se reflejan los procesos atrasados: *Importación de polietileno retráctil de 75 micras* y *Clientes otros*.

No.	Proceso	Lead time lanzamiento	Plan acumulado de lanzamiento	Real acumulado de lanzamiento	% de cumplimiento	Déficit	Estado	Asegurado hasta el intervalo:
1	Importación Aceite Refino	120	203	7600,00	3743,8	0	ADELANTADO	245
2	Importación Aceite Envasado	142	1	2630,00	263000,0	0	ADELANTADO	223
3	Importación polietileno retráctil 75 micras	143	46072	15965,00	34,7	30107	ATRASADO	#N/A
4	Compra preformas	109	21	2531,23	12053,5	0	ADELANTADO	256
5	Compra etiquetas 1l	109	21	3107,00	14795,2	0	ADELANTADO	256
6	Compra tapas	109	21	3675,78	17503,7	0	ADELANTADO	256
7	Compra cajas de cartón	109	18	299,90	1666,1	0	ADELANTADO	256
8	Compra tinta principal	109	0	500,00		0		256
9	Envasado Regla	7	20	3863,00	19315,0	0	ADELANTADO	358
10	Envasado Santiago	14	14	1324,00	9457,1	0	ADELANTADO	351
11	Almacén Wajay	32	3	1000,00	33333,3	0	ADELANTADO	333
12	Almacén Regla	6	19	1346,67	7087,7	0	ADELANTADO	359
13	Almacén Santiago	13	14	843,82	6027,3	0	ADELANTADO	352
14	Clientes Cadena Cimex	2	1404	1568,48	111,7	0	ADELANTADO	50
15	Clientes Cadena TRD	2	969	1000,00	103,2	0	EN TIEMPO	50
16	Clientes Cadena Habaguanex	2	104	117,12	112,6	0	ADELANTADO	50
17	Clientes Cadena Caracol	2	78	87,48	112,2	0	ADELANTADO	50
18	Clientes Cadena Palco-Palacio	2	22	23,00	104,5	0	EN TIEMPO	50
19	Clientes ITH	2	55	175,00	318,2	0	ADELANTADO	50
20	Clientes AT-Comercial	2	54	189,00	350,0	0	ADELANTADO	50
21	Clientes Viveres FAR	2	15	17,20	114,7	0	ADELANTADO	50
22	Clientes Otros	8	89	24,00	27,0	65	ATRASADO	10

Figura 3.10 Control de avance de lanzamiento del aceite 1 litro en el intervalo 50

K. El atraso en el proceso **Clientes otros** es debido a que estos no han solicitado mercancía en la última semana por no disponer de transporte. Como en estos momentos hay mercancía disponible en el proceso *Almacén Santiago* y el resto de los clientes están adelantados (se detienen sus pedidos), se puede usar el transporte para realizar las entregas a *Clientes otros*. Esta medida se refleja a través del reporte de los procesos, en el lanzamiento de *Clientes otros* de la cantidad deficitaria (65 t) y la entrega del *Almacén Santiago* en la misma cantidad (Anexo 3.16 figura 1).

El proceso **Importación de polietileno retráctil de 75 micras** es crítico pues puede afectar a los procesos de producción. El análisis de las causas demuestra que no se realizó la contratación en el momento planificado, por ello se evalúa a través del MGO del sistema elaborado en el paso **B** del procedimiento, la

posibilidad de reducir el ciclo del proceso, ya que es un proveedor conocido y las negociaciones se pueden hacer en 35 días.

En la figura 3.11 se muestra la reducción del ciclo a 95 días y el lead time a 109 días. La cantidad necesaria a lanzar es 23 000 Kg que es el tamaño de lote de lanzamiento superior al déficit (22 000 kg) del proceso (Anexo 3.16 figura 2).



Figura 3.11 Redefinición de la duración de las actividades de la importación de polietileno retráctil 75 micras

Luego de comprobar la validez de las medidas (figura 3.12), se retorna al paso **B** del procedimiento donde se hacen efectivas las medidas evaluadas y se especifican en los módulos de Reportes y de Procesos del fichero Control7.xls.

No.	Proceso	Lead time lanzamiento	Plan acumulado de	Real acumulado de	% de cumplimiento	Déficit	Estado	Asegurado hasta el intervalo:
1	Importación Aceite Refino	120	203	7600.00	3743.8	0	ADELANTADO	245
2	Importación Aceite Envasado	142	1	2630.00	263000.0	0	ADELANTADO	223
3	Importación polietileno retráctil 75 micras	109	38011	38965.00	102.5	0	EN TIEMPO	54
4	Compra preformas	109	21	2531.23	12053.5	0	ADELANTADO	256
5	Compra etiquetas 1l	109	21	3107.00	14795.2	0	ADELANTADO	256
6	Compra tapas	109	21	3675.78	17503.7	0	ADELANTADO	256
7	Compra cajas de cartón	109	18	299.90	1666.1	0	ADELANTADO	256
8	Compra tinta principal	109	0	500.00		0		256
9	Envasado Regla	7	20	3863.00	19315.0	0	ADELANTADO	358
10	Envasado Santiago	14	14	1324.00	9457.1	0	ADELANTADO	351
11	Almacén Wajay	32	3	1000.00	33333.3	0	ADELANTADO	333
12	Almacén Regla	6	19	1346.67	7087.7	0	ADELANTADO	359
13	Almacén Santiago	13	14	843.82	6027.3	0	ADELANTADO	352
14	Cientes Cadena Cimex	2	1404	1568.48	111.7	0	ADELANTADO	50
15	Cientes Cadena TRD	2	969	1000.00	103.2	0	EN TIEMPO	50
16	Cientes Cadena Habaguanex	2	104	117.12	112.6	0	ADELANTADO	50
17	Cientes Cadena Caracol	2	78	87.48	112.2	0	ADELANTADO	50
18	Cientes Cadena Palco-Palacio	2	22	23.00	104.5	0	EN TIEMPO	50
19	Cientes ITH	2	55	175.00	318.2	0	ADELANTADO	50
20	Cientes AT-Comercial	2	54	189.00	350.0	0	ADELANTADO	50
21	Cientes Víveres FAR	2	15	17.20	114.7	0	ADELANTADO	50
22	Cientes Otros	8	89	89.00	100.0	0	EN TIEMPO	49

Figura 3.12 Efectos de los ajustes en el sistema logístico del aceite de 1 litro

Fase IV. Medición de resultados

La aplicación del MGCFL se expresa a través de la variable independiente, eficiencia del ciclo logístico, la que muestra un aumento de 21%. A pesar de la

reducción del ciclo de operación, la eficiencia del ciclo aumenta, pues el ciclo logístico se reduce en mayor proporción.

En la tabla 3.6 se muestra el aumento de las variables dependientes. Para el cálculo de la liberación de recursos financieros se toman como base las ventas primer cuatrimestre del 2013. En este caso, el nivel de servicio al cliente final se mide a través de la disponibilidad de productos en los puntos de venta, por producto genérico aceite y por surtidos específicos.

Tabla 3.6 Variables de impacto en el sistema logístico ECASOL

Variables de impacto		Antes	Después	Diferencia
Independientes	Ciclo de operación (días)	137	115	22
	Ciclo logístico (días)	219	138	81
	Eficiencia del ciclo logístico (%)	63	84	21
Dependientes	Rotación del inventario (veces/año)	1,9	2,3	0,4
	Liberación de recursos financieros (unidades monetarias)	1 177 894,34		
	Disponibilidad por genérico (%)	26,4	95,2	68,8
	Disponibilidad por surtido (%)	10,2	71,2	61

3.3.5 Lecciones aprendidas

Lección 1: Los resultados de “enfoque de cadena de suministro” no son observables de forma inmediata, esto se logra mediante un proceso de transformación continuo y a largo plazo.

Lección 2: La vinculación constante de los especialistas de la universidad y los trabajadores de la empresa focal, crea una relación bidireccional donde ambos entornos se funden.

Lección 3: El liderazgo es uno de los elementos que no se puede descuidar y una falla en este aspecto puede dificultar el alcance de los objetivos.

3.3.6 *Los beneficios*

Económico: la reducción de los inventarios en el periodo analizado representa una liberación de recursos financieros de 1 177 894,34 unidades monetarias, lo que sumado al incremento de las ventas en 14,87 millones de CUC, representa un impacto económico favorable para toda la cadena de suministro.

Sociales: el aumento sostenido de la disponibilidad desde el año 2006 tiene un impacto positivo en la satisfacción de las necesidades de la población, ya que el producto en cuestión es considerado dentro de la canasta básica en divisas.

3.4 Conclusiones del capítulo

1. El incumplimiento de las premisas del MGCFL en los objetos de estudio, no impide el uso del mismo, pero amplía el periodo de implementación, pues la fase de creación de premisas ha sido una de las más extensas en los casos presentados (de dos a cuatro años).
2. La gestión de los sistemas logísticos de la librería CUJAE y ECASOL a través del MGCFL ha posibilitado un aumento en la eficiencia del ciclo logístico, la rotación de los inventarios y la liberación de recursos financieros.
3. A partir de los casos de estudio desarrollados se demuestra que el MGCFL es válido para el sistema logístico interno de una institución o extendido a través de varias empresas. Así mismo, es efectivo para la gestión de productos y servicios.
6. La aplicación del la SGCC en objetos de diferente naturaleza ha demostrado que es un algoritmo general para el cálculo de las capacidades de cualquier proceso y sistema logístico, lo que constituye una novedad de esta investigación.

CONCLUSIONES

1. Esta investigación constituye un aporte a la teoría de la gestión colaborativa del flujo logístico al permitir conceptualizarla como un medio para la planificación, ejecución y control coordinado de los flujos material, informativo y financiero; y la toma de decisiones dinámicas de conjunto entre los actores del sistema logístico, para responder a los objetivos comunes de eficacia y eficiencia.
2. La situación actual de la economía cubana requiere de un modelo de gestión colaborativa que permita la planificación del sistema logístico a partir de la demanda de los clientes finales; al mismo tiempo, realizar el control sobre la base de la simulación de las condiciones del sistema y sus posibles impactos en los balances de inventarios, capacidades y ciclos. El estudio de los modelos para la gestión colaborativa en el plano táctico-operativo revela la inexistencia de una solución adaptable a las exigencias planteadas, por lo que el modelo desarrollado constituye una novedad.
3. Se sintetizan los requisitos de la gestión colaborativa del flujo logístico los que constituyen los objetivos del modelo propuesto y referencia para el logro de integración en los sistemas logísticos.
4. El MGCFL con un enfoque sistémico considera en su diseño premisas, características, objetivos, relaciones con el medio, elementos y funciones de los subsistemas. Para este propósito se adapta al sistema logístico, un procedimiento para el análisis y diseño del sistema de planificación y control de la producción.

5. El procedimiento general propuesto para la aplicación del MGCFL garantiza la adaptabilidad del modelo a objetos de estudio con diferentes niveles de desarrollo organizacional, capacitación del personal y grados de automatización.
6. El procedimiento específico desarrollado para el diseño del sistema informativo tributa a la interoperabilidad del modelo al garantizar las relaciones con el resto de los sistemas informáticos disponibles en los objetos de aplicación. Además, la modelación propuesta del sistema informático brinda la oportunidad de adaptar el MGCFL a los más diversos entornos tecnológicos, garantizando siempre la observancia de los objetivos del mismo.
7. El procedimiento específico para la organización de la colaboración permite establecer, en ausencia de estrategias colaborativas concretas, los elementos básicos para la integración entre los socios del sistema logístico.
8. El procedimiento para la gestión del flujo logístico en el nivel táctico-operativo es la secuencia básica de toma de decisiones proactivas, para el balance dinámico de inventarios, capacidades y ciclos de los procesos del sistema logístico, con el propósito de brindar un adecuado nivel de servicio al cliente.
9. Constituyen aspectos novedosos de esta investigación el desarrollo y aplicación de la SGCC en objetos de diferente naturaleza, proceso y sistema logístico; y la extensión de la Línea de Balance para la gestión del sistema logístico con restricciones de capacidad.
10. La verificación de los resultados alcanzados en la liberación de recursos financieros y el incremento del nivel de servicio del cliente final, comprueba la validez de la hipótesis de la investigación.

RECOMENDACIONES

1. Considerar los resultados de esta investigación en la vinculación del perfeccionamiento de los modelos de negocio con el desarrollo de sistemas informáticos, al incorporar en el flujo de trabajo de “Modelación del negocio” la transformación del mismo.
2. Introducir en la formación de posgrado el modelo y los procedimientos propuestos para la gestión del flujo logístico, es especial en entornos de cadena de suministro.
3. Sustituir en el pregrado la formulación que se imparte por la SGCC, lo que refuerza los conocimientos básicos y brinda un carácter más general.
4. Desarrollar investigaciones que permitan aplicar el MGCFL en flujos materiales de retorno dado que la concepción del modelo desarrollado contempla este flujo.
5. Extender la aplicación del procedimiento de la SGCC a otros fines: diseño de sistemas logísticos, planteamiento de inversiones, diseño de nuevas plantas, etc.
6. Incorporar los fundamentos de la gestión colaborativa en la legislación relacionada con la empresa, en especial en el Perfeccionamiento Empresarial.

BIBLIOGRAFÍA

1. 12th Deutsche Bundestag. "Enquete-Kommission (Commission of Inquiry)", 1994.
2. Acevedo Suárez, J. A., Acevedo Urquiaga, A. J., *et al.* "Metodología para el estudio de las capacidades en un sector económico" *Nueva Empresa*, 2011, 7(3): 51-56. ISSN: 1682-2455
3. _____. "El desarrollo del negocio electrónico y la logística" *Revista Gestión Logística Escuela Naval Almirante Padilla*, 2010a. ISSN: 2145-3365
4. _____. "Modelo de Referencia de Redes de Valor para un desarrollo sostenible" *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, 2010b, 1(2): 29-50. ISSN: 2145-6097
5. _____. *Modelo de Gestión Integrada de las Cadenas de Suministro. Premio Provincial de Innovación del CITMA*. La Habana (Cuba), LOGESPRO (CUJAE), 2012.
6. Acevedo Suárez, J. A. y Gómez Acosta, M. I. "Modelación integrada de procesos empresariales". La Habana (Cuba), (2008). p. *Cuba: una mirada desde el 2008*.
7. Acevedo Suárez, J. A., Gómez Acosta, M. I., *et al.* *Caracterización de la Logística y las Redes de valor en empresas cubanas en Perfeccionamiento Empresarial*. PREMIO DE INVESTIGACIONES "ALEJANDOR DRÚN CÁRDENAS" CÁTEDRA "GLOBALIZACIÓN, I. Y. D. U. D. L. H., 2009. La Habana, LOGESPRO (CUJAE), LOGICEN (Universidad de la Habana), Fundación ETEA para el desarrollo y la cooperación, AECID, 2009.
8. _____. "Estado de la Logística y el desarrollo de las Redes de Valor en empresas cubanas en Perfeccionamiento Empresarial". XIII LOGMARK, Las Tunas, LOGICUBA, 2010a.
9. _____. "La Logística Moderna en la Empresa". 2da. La Habana (Cuba): Editorial Félix Varela, (2010b). 466 p. ISBN:978-959-07-1135-0
10. Acevedo Suárez, J. A., Hernández Torres, M., *et al.* "Perfeccionamiento de los métodos de cálculo de las capacidades de producción" *Revista Ingeniería Industrial*, 1987, (2): 111-117. ISSN: 0258-5960

11. Acevedo Suárez, J. A., Urquiaga Rodríguez, A. J., *et al.* "Organización de la producción y los servicios". La Habana (Cuba): LOGESPRO, (2002). p. ISBN:959-261-016-9
12. Acevedo Urquiaga, A. J. y Acevedo Suárez, J. A. "Sistema InterCompras Inventario. Modelo de Gestión online del Flujo Logístico aplicado a la Librería CUJAE.". 9no. Congreso Internacional de Logística, La Habana, LOGICUBA, 2010a. 978-959-7191-34-6
13. _____. "Sistema InterCompras Inventario. Modelo de Gestión online del Flujo Logístico aplicado a la Librería CUJAE.". XIII LOGMARK, Las Tunas, LOGICUBA, 2010b. 978-959-7191-39-1
14. Acevedo Urquiaga, A. J., Acevedo Suárez, J. A., *et al.* "Sistema de Gestión online de inventarios basado en el Flujo Logístico aplicado a la Librería de la CUJAE". XIV Convención Científica de Ingeniería y Arquitectura, La Habana, 2008.
15. _____. "El desarrollo del negocio electrónico y la logística". INFORMÁTICA, Santiago de Cuba, 2011.
16. _____. "Modelo de gestión colaborativa del flujo logístico, una solución a la planificación y control de la cadena de suministro de aceite comestible". V Congreso Internacional del CELALE, La Habana (Cuba), 2012. 978-959-261-405-5
17. Acevedo Urquiaga, A. J. y Oliva Rilova, Y. "Sistema Informático de Gestión de Inventarios (Inventory)". *Ingeniero Informático*. Centro de Estudios de Ingeniería de Sistemas (CEIS), CUJAE; La Habana (Cuba), 2007. Tutor: ACEVEDO SUÁREZ, J. A. y AGUILAR CORDERO, Y. E.
18. Acevedo Urquiaga, A. J., Pardillo Baez, Y., *et al.* "Modelos de Capacidad y Flujo Logístico aplicados a la cadena de aceite comestible". XV Convención Científica de Ingeniería y Arquitectura, La Habana, 2010.
19. Acevedo Urquiaga, A. J., Robaina González, C., *et al.* "Propuesta de rediseño de la cadena de suministro de TRIMAGEN". VI Convención Internacional Universidad de Matanzas, Matanzas, Logicuba, 2013. 978-959-16-2100-9

20. Alarcón Jaramillo, D. H. "Desarrollo de alianzas colaborativas con los proveedores estratégicos de SANOFI AVENTIS de Colombia utilizando herramientas CPFR". *Ingeniero Industrial*. Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Occidente; Santiago de Cali, 2010. Tutor:
21. Alarcón Valero, F., Ortiz Bas, Á., et al. "Planificación Colaborativa en un contexto de varias Cadenas de Suministro: ventajas y desventajas". VIII Congreso de Ingeniería de Organización, Leganés (España), 2004.
22. Albrecht, M. "Supply Chain Coordination Mechanisms: New Approaches for Collaborative Planning". Berlin Heidelberg: Springer-Verlag, (2010). p. *Lecture notes in Economic and Mathematical Systems* ISBN:978-364-202-832-8
23. Álvarez Landrián, T. "Estudio de capacidad en el proceso de Edición en la Editorial Universitaria "Félix Varela"". *Práctica Profesional II*. LOGESPRO, CUJAE; La Habana (Cuba), 2013. Tutor: ACEVEDO URQUIAGA, A. J.
24. Anaya Tejero, J. J. "Logística integral: la gestión operativa de la empresa". 3ra. Madrid, España, (2007). 288 p. ISBN:978-84-7356-489-2
25. Angulo, A., Nachtmann, H., et al. "Supply chain information sharing in a vendor managed inventory partnership" *Journal of Business Logistics*, 2004, 25(1): 101-120. ISSN:
26. Antún, J. P. *Administración de la Cadena de Suministros*, 2002.
27. APICS. *APICS dictionary* EUA, American Production & Inventory Control Society,
28. _____. "Module 1: Supply Chain Management Fundamentals". en: *APICS Certified Supply Chain Professional Learning System*. 2da., (2009).p. ISBN:
29. Arocha, A. "Cálculo de la capacidad de producción del generador M T". *Ingeniero Industrial*. LOGESPRO, CUJAE; La Habana (Cuba), 2013. Tutor: ACEVEDO URQUIAGA, A. J.
30. Ayers, J. B. "Making Supply Chain Management Work: Design, Implementation, Partnerships, Technology, and Profits". Boca Raton (EUA): Auerbach Publications, (2001a). 748 p. *Best Practice*. ISBN:0-8493-1273-6
31. _____. "Technology, Inventory, and the Supply Chain: Roles in Business Model Building". en: *Making Supply Chain Management Work: Design,*

- Implementation, Partnerships, Technology, and Profits*. AYERS, J. B. Boca Raton (EUA), Auerbach Publications, (2001b). 653-663.p. ISBN: 0-8493-1273-6
32. Ayers, J. B. y Odegaard, M. A. "Retail Supply Chain Management". Florida, EUA: Auerbach Publications, (2008). 448 p. ISBN:9780849390524
33. Ballou, R. H. "Logística empresarial: control y planificación". Madrid (España): Díaz de Santos S. A., (1991). 655 p. ISBN:84-87189-68-7
34. _____. "Logística: administración de la cadena de suministro". 5. Naucalpan de Juárez, Mexico: Prentice Hall, (2004). 789 p. ISBN:970-26-0540-9
35. Barratt, M. "Positioning the role of collaborative planning in grocery supply chains" *The International Journal of Logistics Management*, 2003, 14(2): 53-66. ISSN: 0957-4093
36. Barratt, M. y Oliveira, A. "Exploring the experiences of collaborative planning initiatives" *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 2001, 31(4). ISSN: 0960-0035
37. Baumgarten, H. "Das Beste in der Logistik - Auf dem Weg zu logistischer Exzellenz". en: *Das Beste der Logistik*. BAUMGARTEN, H. Berlin, Springer, (2008). 13-19.p. ISBN: 978-3-540-78404-3
38. Bawa, H. S. "Procesos de Manufactura". México: Mc Graw Hill, (2004). p.
39. Bhatnagar, R., Chandra, P., et al. "Models for multi-plant coordination" *European Journal of Operational Research*, 1993, 67: 141–160. ISSN: 0377-2217
40. Bichler, K. "100 Logistikkennzahlen". Wiesbaden: Cometis publishing GmgH & Co. KG, (2007). p. ISBN:978-3-938694-08-4
41. Blanco Encinosa, L. J. "La informática en la dirección de empresas". Editorial Felix Varela, (2011). 334 p. ISBN:978-959-07-1629-4
42. Blanco Illescas, F. "El control integrado de gestión. Indicación a la dirección por sistemas". Madrid: A. P. D, (1971). p.

43. Borade, A. B. y Bansod, S. V. "Domain of supply chain management - A state of art." *Journal of Technology Management & Innovation*, 2007, 2(4): 109-121. ISSN: 0718-2724
44. Bowersox, D. J. y Closs, D. J. "Administración y logística de la cadena de suministro". 2. USA: McGraw-Hill, (2007). 409 p. ISBN:978-970-10-6132-9
45. Bowersox, D. J., Closs, D. J., et al. "Supply chain logistics management". 3. USA: McGRAW-HILL, (2009). 480 p. ISBN:978-0-07-125414-4
46. _____. "The 21st. Century Logistics: Making Supply Chain Integration a Reality". Oak Brook (EUA): Council of Logistics Management, (1999). p. ISBN:0-9658653-2-0
47. Campuzano Bolarín, F., Martínez Caro, E., et al. "Cadenas de suministro tradicionales y colaborativas. Análisis de su influencia en la gestión de la variabilidad de la demanda" *Dyna*, 2010, 8(1): 33-40. ISSN:
48. Cárdenas Aguirre, D. M. "Modelo para el diseño del sistema de gestión de la producción con enfoque logístico: Aplicaciones a pymes metalmecánicas de la ciudad de Manizales - Colombia". *Doctor en Ciencias Técnicas*. Departamento de ingeniería Industrial, Instituto Superior Politécnico "José Antonio Echevarría"; La Habana (Cuba), 2008. Tutor: RODRÍGUEZ, D. I. A. J. U.
49. Casanovas, A. y Cuatrecasas, L. "Logística empresarial". Barcelona (España): Gestión 2000, (2001). 222 p. ISBN:84-8088-578-5
50. Cohen, S. y Roussel, J. "Strategic Supply Chain Management. The Five Disciplines for Top Performance". McGraw-Hill, (2005). p.
51. Consejo de Estado. *Decreto Ley 252. Sobre al continuidad y el fortalecimiento del Sistema de Dirección y Gestión Empresarial cubano*. ESTADO, C. D. La Habana (Cuba), Gaceta Oficial, 2007. Decreto Ley 252, actualizado febrero 2013
52. Consejo de Ministros. *Decreto 281. Reglamento para la implementación y consolidación del Sistema de Dirección y Gestión Empresarial estatal*. La Habana (Cuba), Gaceta Oficial, 2007. Decreto 281, actualizado febrero 2013

53. Croom, S., Romano, P., *et al.* "Supply chain management: an analytical framework for critical literature review" *European Journal of Purchasing & Supply Management*, 2000, 6: 67-83. ISSN:
54. Cruz-Lario Esteban, F. y Vicens Salort, E. "Modelos Conceptuales en Planificación Colaborativa de la Red/Cadena de Suministro (R/CdS) en un contexto de modelado de Procesos de Negocio". X Congreso de Ingeniería de Organización, Valencia (España), 2006.
55. CSCMP. *Supply Chain Management Terms and glossary*, 2009. Accedido:[Disponible en:
56. _____ "Get ready to go mobile" *CSCMP's Supply Chain Quarterly*, 2010a, 2: 11. ISSN:
57. _____ "Logistics outsourcing is most common subject of academic articles" *CSCMP's Supply Chain Quarterly*, 2010b, 2: 12. ISSN:
58. Chiang, W. K. y Feng, Y. "The value of information sharing in the presence of supply uncertainty and demand volatility" *International Journal of Production Research*, 2007, 45(6): 1429-1447. ISSN:
59. Chopra, S. y Meindl, P. "Supply Chain Management. Strategy, Planning, and Operation.". 4ta. New Jersey, EUA: Pearson Education, (2010). 519 p. ISBN:978-0-13-609451-7
60. Christopher, M. y Holweg, M. "'Supply Chain 2.0': managing supply chains in the era of turbulence" *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 2011, 41(1): 63-82. ISSN: 0960-0035
61. Das, A., Narasimhan, R., *et al.* "Supplier integration – finding an optimal configuration" *Journal of Operations Management*, 2006, 224(5): 563-582. ISSN:
62. Davis, E. W. y Spekman, R. E. "The Extended Enterprise: Gaining Competitive Advantage through Collaborative Supply Chains". Upper Saddle River, NJ: Prentice-Hall, (2004). p.
63. De Felipe, I. "Funcionamiento y gestión de la Cadena Alimentaria con las nuevas tecnologías". en: *Internet, Trazabilidad y Seguridad Alimentaria*. BRIZ,

- J. Madrid (España), Ediciones Mundi-Prensa, (2003). 31-58.p. ISBN: 84-8476-140-1
64. Defee, C. C., Williams, B., *et al.* "An inventory of theory in logistics and SCM research." *The International Journal of Logistics Management*, 2010, 21(3): 404-489. ISSN:
65. del Porto Banco, C. "Acontecimientos en pleno desarrollo" *GIGA. La revista cubana de computación*, 2010, (1). ISSN: 1028-270X
66. Diederichs, M. "Collaborative Planning, Forecasting, and Replenishment (CPFR). The most promising form of supply chain collaboration so far?". Seminararbeit im MBA, San Diego State University, 2009. 978-3-640-37804-3
67. Dolgui, A. y Proth, J.-M. "Inventory Management in Supply Chains". en: *Supply Chain Engineering. Useful method and techniques*. Londres, Springer-Verlag, (2010).p. ISBN: 978-1-84996-016-8
68. Dröge, C., Jayaram, J., *et al.* "The effect of internal versus external integration practices on time-based performance and overall firm performance" *Journal of Operations Management*, 2004, 22(6): 557-573. ISSN:
69. Dudek, G. "Collaborative Planning in Supply Chains. A Negotiation-Based Approach". 2da. Berlin, Alemania: Springer-Verlag, (2009). p. ISBN:978-3-540-92175-2
70. Dudek, G. y Stadtler, H. "Negotiation-based collaborative planning between supply chains partners" *European Journal of Operational Research*, 2005, 163: 668–687. ISSN:
71. Erengüc, S. S., Simpson, N. C., *et al.* "Integrated production/distribution planning in supply chains: An invited review" *European Journal of Operational Research*, 1999, 115: 219–236. ISSN: 0377-2217
72. Ertogral, K. y Wu, S. D. "Auction-theoretic coordination of production planning in the supply chain" *IE Transactions*, 2000, 32(10): 931-940. ISSN:
73. Escudero, L. F., Galindo, E., *et al.* "Schumann, a modeling framework for Supply Chain Management under uncertainty" *European Journal of Operational Research*, 1999, 119: 14-34. ISSN:

74. Espinosa Mesa, M. y Mesa Olivera, M. "Aplicación del Modelo de Capacidad y del Modelo de Flujo en la Cadena de suministro de aceite comestible en Cuba". *Ingeniero Industrial*. LOGESPRO, instituto Superior Politécnico "José Antonio Echeverría"; La Habana, 2010. Tutor: ACEVEDO URQUIAGA, A. J. y PARDILLO BAEZ, Y.
75. Fabbe-Costes, N. y Jahre, M. "Supply chain integration and performance: a review of the evidence" *The International Journal of Logistics Management*, 2008, 19(2): 24. ISSN: 0957-4093
76. Farahani, R. Z., Asgari, N., *et al.* "Supply Chain and Logistics in National, International and Governmental Environment. Concepts and Models". Berlin, Alemania: Springer-Verlag, (2009). p. ISBN:978-3-7908-2155-0
77. Fleischmann, B., Meyr, H., *et al.* "Advanced Planning". en: *Supply Chain Management and Advanced Planning: Concepts, Models, Software, and Case Studies*. 4ta. STADTLER, H. y KILGER, C. Berlin, Alemania, Springer, (2008).p. ISBN: 978-3-540-74511-2
78. Flotzinger, C. W., Hofmann-Prokopczyk, H., *et al.* "Logistik 2030 – Zukunftsszenarien für eine nachhaltige Standortentwicklung in Österreich" *Logistics Spectrum*, 2008, 42(4): 4. ISSN:
79. Flynn, B. B., Huo, B., *et al.* "The impact of supply chain integration on performance: a contingency and configurational approach" *Journal of Operations Management*, 2010, 28(1): 58-71. ISSN:
80. Fox, M. S., Barbuceanu, M., *et al.* "Agent oriented supply chain management" *International Journal of Flexible Manufacturing Systems*, 2000, 12: 165–188. ISSN:
81. Frohlich, M. T. y Westbrook, R. "Arcs of integration: an international study of supply chain strategies" *Journal of Operations Management*, 2001, 19(2): 185-200. ISSN:
82. Fu, Y. y Piplani, R. *MULTI-AGENT ENABLED MODELING AND SIMULATION TOWARDS COLLABORATIVE INVENTORY MANAGEMENT IN SUPPLY CHAINS Proceedings of the 2000 Winter Simulation Conference*. JOINES, J. A., BARTON, R. R. *et al.*, 2000.

83. Fundora Miranda, A., Taboada Rodríguez, C., et al. "Organización y Planificación de la producción II". Ciudad Habana, Cuba: Editorial ISPJAE, (1987). 531 p.
84. Gaither, N. y Frazier, G. "Administración de producción y operaciones". 8va., (2000). 379 p. ISBN:970-686-031-2
85. García Gómez, J., Acevedo Suárez, J. A., et al. "Manual de Economía Industrial". Editorial Pueblo y Educación, (1987). 307 p.
86. Gareffi, G. "Las cadenas productivas como marco analítico para la globalización" *Problemas del desarrollo*, 2001, 32(125). ISSN:
87. Garrido Azevedo, S., Ferreira, J., et al. *The Role of Logistics' Information and Communication Technologies in Promoting Competitive Advantages of the Firm*, University of Beira Interior, 2007. <http://mpra.ub.uni-muenchen.de/1359/>
88. Gattorna, J. "Cadenas de abastecimiento dinámicas. Cómo movilizar la empresa alrededor de lo que los clientes quieren". Bogotá (Colombia): Ecoe Ediciones, (2009). 320 p. ISBN:978-958-648-639-2
89. Ghiani, G., Laporte, G., et al. "Introduction to Logistics Systems Planning and Control". Inglaterra: John Wiley & Sons, (2004). p. *Wiley-Interscience series in systems and optimization*. ISBN:0-470-84917-7
90. Giménez, C., van der Vaart, T., et al. "Supply chain integration and performance: the moderating effect of supply complexity" *International Journal of Operations & Production Management*, 2012, 32(5): 583-610. ISSN: 0144-3577
91. Giménez, C. y Ventura, E. "Logistics-production, logistics-marketing and external integration: their impact on performance" *International Journal of Operations & Production Management*, 2005, 25(1): 20-38. ISSN: 0144-3577
92. Gómez Acosta, M. I. "La planificación y control del flujo logístico en empresas de producción contra pedidos de la industria mecánica.". *Doctorado en Ciencias Técnicas*. Ingeniería Industrial, CUJAE; Ciudad Habana, Cuba, 1997. Tutor: ACEVEDO, D. J. A.

93. Gómez Acosta, M. I. y Acevedo Suárez, J. A. "Logística de aprovisionamiento". Colombia: Corporación John F. Kennedy, (2000). p. *Colección Logística*.
94. _____. "Planificación y control del ciclo logístico". Bogotá (Colombia): Cooperación John f. Kennedy, (2001). p. *Colección Logística Cooperación John f. Kennedy*.
95. Gómez Acosta, M. I., Acevedo Suárez, J. A., *et al.* "La Logística Moderna en la Empresa I". La Habana: LOGICUBA, (2007). 225 p. *Colección Azul de LOGICUBA*. ISBN:978-959-7191-17-9
96. Gómez Acosta, M. I., Acevedo Urquiaga, A. J., *et al.* "Procedimiento para el análisis y rediseño de cadenas de suministro alimentarias. Aplicación al caso de Cuba". en: *Las redes de cadenas de valor alimentarias en el siglo XXI: Retos y oportunidades internacionales*. BRIZ, J. y FELIPE, I. D. Madrid, España, Editorial Agrícola Española S.A, (2012). 195-224.p. ISBN: 978-84-92928-16-3
97. Gomm, M. L. "Supply chain finance: applying finance theory to supply chain management to enhance finance in supply chains" *International Journal of Logistics: Research and Applications*, 2010, 13(2): 133–142. ISSN:
98. Grolik, S., Stockheim, T., *et al.* "Dispositive Supply-Web-Koordination durch Multiagentensysteme" *Wirtschaftsinformatik*, 2001, 43: 143-155. ISSN:
99. Guerola Pérez, S. *Siemens e-integration. BestLog Good Practice Cases*. PROJECT, B. Berlín (Alemania), TENE Packaging, Transport and Logistics Research Center, 2009.
http://www.bestlog.org_index.php_eID=tx_nawsecuredl&u=1100&file=uploads_tx_bestlogorg_bestLog_best_practice_Siemens_e-integration.pdf
100. Hafez, S. M. "Practical limitations of line-of-balance in scheduling repetitive construction units" *Alexandria Engineering Journal*, 2004, 43(5): 653-661. ISSN:
101. Hale, B. J. "Logistics perspectives for the new millennium" *Juournal of Business Logistics*, 1999, 20(1): 5-8. ISSN:

102. Harrison, A. y van-Hoek, R. "Logistics Management and Strategy: Competing through the supply chain". 3ra.: Prentices Hall, (2008). p. ISBN:9780273712763
103. Hernández Rodríguez, N. R., Roldán Ruenes, A., *et al.* "La Logística y su papel en el desarrollo de las organizaciones" *Santiago*, 2003, (100). ISSN:
104. Hernández Roldán, E. "Análisis y evaluación de las capacidades de almacenamiento de la fábrica de Regla, en la cadena de suministro de aceite". *Ingeniero Industrial*. LOGESPRO, Instituto Superior Politécnico "José Antonio Echeverría"; La Habana, 2012. Tutor: ACEVEDO URQUIAGA, A. J.
105. Huo, B. "The impact of supply chain integration on company performance: An organizational capability perspective" *Supply Chain Management: An International Journal*, 2012, 17(6). ISSN: 1359-8546
106. Ivanov, D. y Sokolov, B. "Challenges in Research on Modern and Future Supply Chains". en: *Adaptive Supply Chain Management*. Heidelberg, New York, Springer-Verlag, (2010).p. ISBN: 978-1-84882-951-0
107. Jacobs, F. R., Chase, R. B., *et al.* "Operation & Supply Management". 12 da.: McGraw Hill-Irwin, (2009). 738 p. *McGraw Hill / Irwin*. ISBN:978-0-07-128804-0
108. Jacobson, I., Booch, G., *et al.* "El Proceso Unificado de Desarrollo de Software". la Habana (Cuba): Editorial Félix Varela, (2004). p.
109. Jiménez Sánchez, J. E. "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". *Doctor en Ciencias Técnicas*. Departamento de Organización de Empresas, Economía Financiera y Contabilidad, Universidad Politécnica de Valencia; Valencia (España), 2006. Tutor: INIESTRA, D. J. G. y SABATER, D. J. P. G.
110. Johnsson, M. "Packaging Logistics - a value added approach". Lund, Suecia: Lund Institute of Technology, (1998). 176 p. ISBN:9162833413

111. Kahn, K. B. y Mentzer, J. T. "Logistics and interdepartmental integration" *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 1996, 26(8): 6-14. ISSN: 0960-0035
112. Kaipia, R. "Supply chain coordination – studies on planning and information sharing mechanisms". *Doctor*. Department of Industrial Engineering and Management, Helsinki University of Technology; Yliopistopaino (Finlandia), 2007. Tutor:
113. Kannan, V. R. y Tan, K. C. "Supply chain integration: cluster analysis of the impact of span of integration" *Supply Chain Management: An International Journal*, 2010, 15(3): 207–215. ISSN:
114. Karabuk, S. y Wu, S. D. "Decentralizing semiconductor capacity planning via internal market coordination" *IIE Transactions*, 2002, 34: 743-759
115. ISSN:
116. Kauremaa, J., Småros, J., et al. "Patterns of vendor-managed inventory: findings from a multiple-case study" *International Journal of Operations & Production Management*, 2009, 29(11): 1109 -1139. ISSN: 0144-3577
117. Kempf, K. G., Keskinocak, P., et al. "Planning Production and Inventories in the Extended Enterprise. A State-of-the-Art Handbook I". New York, EUA: Springer Science+Business Media, (2011). 480 p. *International Series in Operations Research & Management Science*. ISBN:978-1-4419-6484-7
118. Kemppainen, K. y Vepsäläinen, A. P. J. "Trends in industrial supply chains and networks" *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 2003, 33(8): 701-719. ISSN: 0960-0035
119. Kilger, C., Reuter, B., et al. "Collaborative Planning". en: *Supply Chain Management and Advanced Planning: Concepts, Models, Software, and Case Studies*. 4ta. STADTLER, H. y KILGER, C. Berlin, Alemania, Springer, (2008). 1-36.p. ISBN: 978-3-540-74511-2
120. Koether, R. "Taschenbuch der Logistik". 3ra. Munich, Alemania: HANSER, (2008). p. ISBN:3-446-40670-0
121. Kovács, A., Egri, P., et al. *Inventory Control in Supply Chains: A Comparative Analysis of Fundamental Approaches*. Hungary, Fraunhofer Project Center for

- Production Management and Informatics, Computer and Automation Research Institute, Hungarian Academy of Sciences, 2010.
122. Krajewski, L. J. y Ritzman, L. P. "Administración de operaciones: estrategia y análisis". Mexico, (2000). 892 p. ISBN:0-201-33118-7
 123. Lambert, D. M. "Supply Chain Management: Processes, Partnerships, Performance ". 3ra. EUA: Supply Chain Management Institute, (2008). p. ISBN:978-0-9759949-3-1
 124. Lay, D. C. "Linear Algebra and Its Applications". 3ra. Estados Unidos de América: Pearson Education, (2006). 576 p. ISBN:0-321-28713-4
 125. Lee, H. L., So, S. C., *et al.* "The value of information sharing in a two-level supply chain" *Management Science*, 2000, 46(5): 626-643. ISSN:
 126. Lee, H. L. y Whang, S. "Information sharing in a supply chain" *International journal of Technology Management*, 2000, 20(3/4): 373-387. ISSN:
 127. Leontief, W. "La estructura de la economía americana". Madrid (España): Editorial Barcelona, (1958). p.
 128. Lödding, H. "Fortschrittszahlensteuerung". en: *Verfahren der Fertigungssteuerung*. Berlin Heidelberg, Springer-Verlag, (2008). 249-271.p. ISBN: 978-3-540-76859-3
 129. Lohr, D. "Das Prinzip Fortschrittszahlen". en: *Produktionshandbuch*. GIENKE y LUCHA. Munich, Viena, Carl Hanser Verlag, (1996).p. ISBN: 978-3-446-41025-1
 130. Long, D. "International Logistics: Global Supply Chain Management". EUA: Kluwer Academic Publishers, (2003). 431 p. ISBN:1-4020-7453-0
 131. Lopes Martínez, I., Acevedo Urquiaga, A. J., *et al.* "Mathematical model for the integrated calculation of production, logistical and service capacities in the value chain" *TH Wildau [FH], Wissenschaftliche Beiträge*, 2013, (1): 91-96. ISSN: 0949-8214
 132. Lyncha, J. y Whickerb, L. "Do logistics and marketing understand each other? An empirical investigation of the interface activities between logistics and marketing" *International Journal of Logistics: Research and Applications*, 2008, 11(3): 167–178. ISSN:

133. Mau, M. "LOGISTIK. Mit Übungsaufgaben und Lösungen". 2da. Schindelleger, Alemania: WRW-Verlag, (2010). p. ISBN:978-3-0342-0066-0
134. Mederos, M. y Sandoval, R. "Elementos de estadística económica". La Habana (Cuba): Editorial de Ciencias Sociales, (1988). p.
135. Mentzer, J. T., DeWitt, W., *et al.* "Defining Supply Chain Management" *Journal of Business Logistics*, 2001, 22(2): 1-25. ISSN:
136. Mockler, R. J. "Situation Theory of Management" *Harvard Business Review*, 1971, mayo-junio. ISSN:
137. Moreira Delgado, M. d. I. C. La gestión por procesos en las instituciones de información. *Acimed*, 2006, Vol. 14No.(5).http://bvs.sld.cu/revistas/aci/vol14_5_06/aci11506.htm.*accedido:*
138. New, S. "Supply chains: construction and legitimation". en: *Understanding Supply Chains: Concepts, Critiques and Futures*. NEW, S. y WESTBROOK, R. Oxford, Oxford University Press, (2004). 69-108.p. ISBN:
139. Nidyalis. "Capacidad fábrica "La Pasiega"". *Práctica Profesional II*. LOGESPRO, CUJAE; LA Habana (Cuba), 2011. Tutor: ACEVEDO URQUIAGA, A. J. y SABLÓN COSSÍO, N.
140. Nogueira Rivera, D., Hernández Torres, M., *et al.* "Control de gestión: Dimensiones y diagnóstico permanente" *Revista Ingeniería Industrial*, 2002, XXIV(1): 28-33. ISSN:
141. Nogueira Rivera, D., Medina León, A., *et al.* "Fundamentos para el control de la gestión empresarial.". La Habana (Cuba), (2004). 141 p.
142. Norwegian Center of Expertise. *Material Flow management*, NCE Raufoss, 15-08-2009]. Disponible en: http://www.nce-raufoss.com/ind_management/materials_flow_management
143. Nyaga, G. N., Whipple, J. M., *et al.* "Examining supply chain relationships: Do buyer and supplier perspectives on collaborative relationships differ?" *Journal of Operations Management*, 2010, 28: 101–114. ISSN:
144. Ocicka, B. y Rutkowski, K. *IKEA, Reconfiguration of the Supply Chain Structure. BestLog Good Practice Cases*. PROJECT, B. Berlin (Alemania), Department of Logistics, Warsaw School of Economics, 2009.

8.[http://www.bestlog.org_index.php_eID=tx_nawsecuredl&u=1100&file=uploads_tx_bestlogorg_bestLog_best_practice Ikea Com40_reconfiguration Supply Chain_01.pdf](http://www.bestlog.org_index.php_eID=tx_nawsecuredl&u=1100&file=uploads_tx_bestlogorg_bestLog_best_practice Ikea Com40_reconfiguration_Supply_Chain_01.pdf)

145. Olhager, J. y Selldin, E. "Supply chain management survey of Swedish manufacturing firms" *International Journal of Production Economics*, 2004, 89(3): 353-361. ISSN:
146. Ostertag, R. "Supply-Chain-Koordination im Auslauf in der Automobilindustrie. Koordinationsmodell auf Basis
147. von Fortschrittszahlen zur dezentralen Planung bei zentraler Informationsbereitstellung". Wiesbaden (Alemania): GABLER EDITION WISSENSCHAFT, (2008). p. ISBN:978-3-8349-1290-9
148. Özdamar, L. y Yazgac, T. "A hierarchical planning approach for a production–distribution system" *International Journal of Production Research*, 1999, 27: 3759–3772. ISSN: 0020-7543
149. Pagell, M. "Understanding the factors that enable and inhibit the integration of operations, purchasing and logistics" *Journal of Operations Management*, 2004, 22(5): 459-487. ISSN: 0272-6963
150. Pardillo Baez, Y., Acevedo Urquiaga, A. J., et al. "Cadena de suministro de aceite comestible en Cuba.". en: *La cadena de valor agroalimentaria. Análisis internacional de casos reales*. BRIZ, J. y FELIPE, I. D. Madrid, España, Editorial Agrícola Española S.A, (2011). 647-660.p. ISBN: 978-84-92928-07-1
151. _____ "Estudio de disponibilidad de aceite comestible en cuba para el año 2010" *Ingeniería Industrial*, 2012, XXXIII(1): 87-98. ISSN: 1815-5936
152. Pérez Gari, K., Sandrino Soto, O., et al. "Rediseño del Proceso de la Librería con apoyo del Sistema de Gestión Intercompras-Inventario". *Ingeniero Industrial*. LOGESPRO, CUJAE; La Habana (Cuba), 2008. Tutor: ACEVEDO URQUIAGA, A. J. y GÓMEZ ACOSTA, M. I.
153. Peterson, H., Stevens, G., et al. "Logística y transporte: claves competitivas ". Instituto Vasco de logística, p. ISBN:84-922576-3-6
154. Pfeifer, C., Hensolt, J., et al. *INVESTIGATION OF OPPORTUNITIES THAT EXIST WITHIN THE AUTOMOTIVE SUPPLY CHAIN FOR*

COLLABORATIVE PLANNING FORECASTING AND REPLENISHMENT
(VICS CPF[®]). Bolton, University of Bolton, 2008.

155. Pico, R. C. *Las TIC, clave en la supervivencia frente a la crisis*, 2008. Accedido:[26/11/2008]. Disponible en: http://www.siliconnews.es/es/news/2008/11/17/las_tic_claves_en_la_supervivencia_frente_a_la_crisis
156. Pires, S. R. I. y Carretero Díaz, L. E. "Gestión de la Cadena de Suministros". Madrid, España: McGraw-Hill, (2007). 258 p. ISBN:978-84-481-6034-0
157. Pozo Navarro, F. "La dirección por sistemas". México - España - Venezuela - Colombia: EDITORIAL LIMUSA (1996). p. ISBN:968-18-0579-8
158. Ribas Vila, I. y Companys Pascual, R. "Estado del arte de la planificación colaborativa en la cadena de suministro: Contexto determinista e incierto" *Intangible Capital*, 2007, 3(3): 91-121. ISSN: 1697-9818
159. Rushton, A., Croucher, P., *et al.* "The handbook of LOGISTICS and DISTRIBUTION MANAGEMENT.". 3ra. Londres, Gran Bretaña y Philadelphia, EUA: Kogan Page Limited, (2006). p. ISBN:0 7494 4669 2
160. Rushton, A. y Walker, S. "INTERNATIONAL LOGISTICS AND SUPPLY CHAIN OUTSOURCING. From Local to Global.". Londres, Gran Bretaña y Philadelphia, EUA: Kogan Page Limited, (2007). p. ISBN:978 0 7494 4814 1
161. Sablón Cossío, N., Acevedo Urquiaga, A. J., *et al.* "ANÁLISIS DE LA PLANIFICACIÓN DE PRODUCTOS ALIMENTICIOS EN UNA CADENA DE SUMINISTRO COMERCIAL" *Ingeniería Industrial*, 2013. ISSN: 1815-5936
162. Sahin, F. y Robinson, E. P. "Information sharing and coordination in make-to-order supply chains" *Journal of Operations Management*, 2005, 23(6): 579-598. ISSN:
163. Sandberg, E. "Logistics Collaboration in Supply Chain. A Survey of Swedish Manufacturing Companies.". *Licenciatura*. Department of Management and Economics, Linköping Universitet; Linköping (Suecia), 2005. Tutor:
164. Schawel, C. y Billing, F. "Top 100 Management Tools. Das wichtigste Buch eines Managers". 3ra. Wiesbaden (Alemania): Gabler Verlag/Springer Fachmedien, (2011). p. ISBN:978-3-8349-2811-5

165. Schultz, V. "Basiswissen Betriebswirtschaft. Management, Finanzen, Produktion, Marketing.". 3ra. Alemania: Deutscher Taschenbuch Verlag, (2008). p. *Beck-Wirtschaftsberater*. ISBN:978-3-423-50863-6
166. Sehgal, V. "Enterprise Supply Chain Management: Integrating Best-in-Class Processes". Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, (2009). 206 p. ISBN:978-0-470-46545-5
167. Seshadri, S. y Mishra, R. "Relationship marketing and contract theory" *Industrial Marketing Management*, 2004, 33(6): 513-526. ISSN:
168. Simchi-Levi, D., Kamisky, P., *et al.* "Designing and Managing the Supply Chain: Concepts, Strategies and Case Studies.". 3. New York, USA: McGraw-Hill, (2008a). 497 p. *The McGraw-Hill/Irwin Series Operations and Decision Sciences*. ISBN:978-0-07-110750-1
169. _____. "Designing and Managing the Supply Chain: Concepts, Strategies and Case Studies.". 3. New York, USA: McGraw-Hill, (2008b). 498 p. *The McGraw-Hill/Irwin Series Operations and Decision Sciences*. ISBN:978-0-07-110750-1
170. Simpson, N. C. y Erengüç, S. S. "Modeling the order picking function in supply chain systems: Formulation, experimentation, and insights" *IIE Transactions*, 2001, 33: 119–130. ISSN:
171. Soret Los Santos, I. "Logística y operaciones en la empresa". Madrid, España: ESIC EDITORIAL, (2010). 428 p. ISBN:978-84-7356-650-6
172. Speh, T. W. "Assessing the State of Supply Chain Management". en: *Das Beste der Logistik*. BAUMGARTEN, H. Berlin, Springer, (2008). 247-253.p. ISBN: 978-3-540-78404-3
173. Spekman, R. E. y Sweeney II, P. J. "RFID: from concept to implementation" *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 2006, 36(10): 736-754. ISSN: 0960-0035
174. "Spezielle Steuerungsmethoden in der Produktionslogistik". en.p. ISBN:
175. Stadtler, H. "Supply chain management and advanced planning—basics, overview and challenges" *European Journal of Operational Research*, 2005, 163: 575–588. ISSN: 0377-2217

176. _____. "Supply Chain Management – An Overview". en: *Supply Chain Management and Advanced Planning: Concepts, Models, Software, and Case Studies*. 4ta. STADTLER, H. y KILGER, C. Berlin, Alemania, Springer, (2008).p. ISBN: 978-3-540-74511-2
177. _____. "A framework for collaborative planning and state-of-the-art" *OR Spectrum*, 2009, 31(1): 5-30. ISSN: 1436-6304
178. Stank, T. P., Keller, S. B., *et al.* "Supply chain collaboration and logistical service performance" *Journal of Business Logistics*, 2001, 22(1): 29-48. ISSN:
179. Staudt, E., Auffermann, S., *et al.* "Zur Umsetzbarkeit einzel-und überbetrieblichen Stoffstrommanagements". en: *Praxishandbuch Stoffstrommanagement 2002/ 2003. Strategien — Umsetzung — Anwendung*. P, P. H. y BEMMANN, U. Cologne (Alemania), Unternehmen/ Kommunen/ Behörden (2002).p. ISBN:
180. Stoner, J. A. F., Freeman, R. E., *et al.* "Administración". 6ta. MxXICO - NUEVAYDRK - BOGOTA - LDNDRES - MADRID
181. MUNICH - NUEVA DELHI - PARiS - RIO DE JANEIRO -SIDNEY
182. SINGAPUR -TOKIo -TORONTO - ZURICH: Prentice Hall (1996). p. ISBN:0-13-108747-S
183. Straube, F. y Pfohl, H.-C. "Trends und Strategien in der Logistik". Bremen, Alemania, (2008). 42-45 p. *Globale Netzwerke im Wandel*. ISBN:978-3-87154-388-3
184. Suárez, Y. "Análisis de la capacidad de la cadena de puré de tomate en Matanzas". *Ingeniero Industrial*. Ingeniería Industrial, UMCC; 2013. Tutor: ACEVEDO URQUIAGA, A. J. y SABLÓN COSSÍO, N.
185. Sutherland, J. L. "Logistics from a Historical Perspective". en: *Introduction to Logistics Engineering*. TAYLOR, G. D. Florida, USA, CRC Press, (2008). 1-14.p. ISBN: 978-1-4200-8851-9
186. Swaminathan, J. M., Smith, S. F., *et al.* " Modelling supply chain dynamics: A multi-agent approach" *Decision Sciences*, 1998, 29(3): 607-632. ISSN:

187. Swaminathan, J. M. y Tayur, S. R. "Tactical Planning Models for Supply Chain Management". en: *Handbook of OR/MS on Supply Chain Management*. GRAVES y DE KOK, (2003).p. ISBN:
188. Taboada Rodríguez, C., Acevedo Suárez, J. A., et al. "Organización y Planificación de la producción I". Ciudad Habana, Cuba: Editorial Pueblo y Educación, (1987). 230 p.
189. Taylor, G. D. "Introduction to Logistics Engineering". CRC Press, (2008). 320 p. ISBN:1420088513
190. Thomas, D. J. y Griffin, P. M. "Coordinated supply chain management" *European Journal of Operational Research*, 1996, 94: 1-15. ISSN:
191. Thorn, J. "Taktisches Supply Chain Planning - Planungsunterstützung durch deterministische und stochastische Optimierungsmodelle". Frankfurt, (2002). p.
192. Torres Cabrera, L. y Urquiaga Rodríguez, A. J. "Fundamentos Teóricos sobre la Gestión de Producción". La Habana (Cuba): Félix Varela, (2007). 222 p. ISBN:978-959-07-0419-2
193. Torres Gemeil, M., Daduna, J. R., et al. *Logística. Temas seleccionados. Tomo I*. Ciudad Habana (Cuba), Editorial Imágenes, 2004. 1: 154
194. Ulaga, W. y Eggert, A. "Relationship value and relationship quality: Broadening the normological network of business-to-business relationships" *European Journal of Marketing*, 2006, 40(3/4): 311-327. ISSN:
195. Urquiaga Rodríguez, A. J. "Desarrollo del Modelo General de la Organización para el análisis y diseño de los Sistemas Logísticos.". *Doctor en Ciencias Técnicas*. Ingeniería Industrial, CUJAE; Ciudad Habana, 1999. Tutor: ACEVEDO SUÁREZ, J. A.
196. _____ "Desarrollo del MGO para el análisis y diseño de los sistemas logísticos" *Ingeniería Industrial*, 2000, XXI(3): 55-68. ISSN: 0258-5960
197. Urquiaga Rodríguez, A. J. y Acevedo Suárez, J. A. *Modelo y estrategia de desarrollo de las Redes de Valor en Latinoamérica para competir exitosamente en entornos globales. 1ras. jornadas de la logística boliviana*. La Paz (Bolivia), 2010.

198. VI Congreso del PCC. *Lineamientos de la Política Económica y Social del Partido y la Revolución*. CUBA, P. C. D. La Habana (Cuba), 2011. 38
199. VICS "Collaborative Planning, Forecasting and Replenishment (CPFR®)" *White paper*, 2004, Voluntary Interindustry Commerce Standards (VICS). ISSN:
200. Vigtil, A. "Information exchange in vendor managed inventory" *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 2007, 37(2): 131-147
201. ISSN: 0960-0035
202. Villardefrancos Alvarez, M. d. C. *La identificación de flujos de información. Una herramienta obligada para la gestión de información. INFO'2002*. Ciudad Habana (Cuba), 2002. 2-3
203. Viswanadham, N., Jarvis, J. J., et al. *Ten mega trends in logistics. White Paper. The Logistics Institute Asia Pacific*. Singapore, 2003.
204. Voigt, G. "Supply Chain Coordination in Case of Asymmetric Information.". Berlin Heidelberg: Springer-Verlag, (2010). p. *Lecture notes in Economic and Mathematical Systems*
205. Wagner, B. y Enzler, S. "Material flow management: improving cost efficiency and environmental performance". ilustrada. Alemania: Physica-Verlag, (2006). 206 p. *Sustainability and innovation*. ISBN:3-7908-1591-8
206. Waters, D. "Logistics. An Introduction to Supply Chain Management". Gosport(Gran Bretaña): PALGRAVE MACMILLAN, (2003). 254 p. ISBN:0-333-96369-5
207. Wiendahl, H.-P. "Fertigungsregelung. Logistische Beherrschung von Fertigungsabläufen auf Basis des Trichtermodells". Carl Hanser Verlag München Wien, p.
208. Wietschel, M. y Lang. "Stoffstrommanagement". Frankfurt (Alemania), (2002). p.
209. Williams, B. D. y Tokar, T. "A review of inventory management research in major logistics journals. Themes and future directions" *The International Journal of Logistics Management*, 2008, 19(2): 212-232. ISSN: 0957-4093

210. Winkler, H. "SCM- Implementierung auf Basis einer Virtuellen Supply Chain Organisation" *Supply Chain Management*, 2005, (11). ISSN:
211. Xu, K. y Dong, Y. "Information gaming in demand collaboration and supply performance" *Journal of Business Logistics*, 2004, 25(1). ISSN:
212. Xu, S. "The concept and theory of material flow" *Information Systems Frontiers*, 2008, 10(5): 601-609. ISSN: 1572-9419
213. Yu, E. "Agent orientation as a modelling paradigm" *Wirtschaftsinformatik*, 2001, 43: 123–132. ISSN:
214. Yu, Z., Yan, H., *et al.* "Benefits of information sharing with supply chain partnerships" *Industrial management & data systems*, 2001, 101(3): 114-119. ISSN:
215. Yzquierdo Rodríguez, A. *Resolución 114. Indicaciones Metodológicas para la elaboración del Plan 2014*. La Habana (Cuba), Gaceta Oficial, 2013. 114
216. Zäpfel, G. y Wasner, M. "Modellierung von Logistikketten und Möglichkeiten der Optimierung, gezeigt an einem Praxisfall der Stahllogistik" *Zeitschrift für Betriebswirtschaft*, 2000, 70: 267–288. ISSN:

ANEXOS

Anexo 1.1 Dimensiones de la integración en la cadena de suministro

Autores	Dimensiones
[New, 2004]	1. Operacional (coordinación de inventarios, cronogramas, transporte y desarrollo de productos)
[Das,Narasimhan <i>et al.</i> , 2006]	2. Funcional (gestionando diferentes funciones como compras y gestión de inventarios) 3. Relacional (mejora de las fronteras de las relaciones)
[Fabbe-Costes y Jahre, 2008]	<i>CAPAS</i> <ol style="list-style-type: none"><li data-bbox="621 589 1283 618">1. de los flujos (físico, información y financiero)<li data-bbox="621 643 978 672">2. procesos y actividades<li data-bbox="621 696 963 725">3. tecnología y sistemas<li data-bbox="621 750 1226 779">4. de actores (estructura y organizaciones) <i>DIMENSIONES</i> <ol style="list-style-type: none"><li data-bbox="621 865 758 894">1. interna<li data-bbox="621 919 835 948">2. proveedores<li data-bbox="621 972 768 1002">3. clientes <i>PARTICIPANTES</i> <ul style="list-style-type: none"><li data-bbox="621 1088 1476 1117">• Limitada dyadic aguas abajo, empresa focal con clientes<li data-bbox="621 1141 1514 1170">• Limitada dyadic aguas arriba, empresa focal y proveedores<li data-bbox="621 1195 1890 1286">• Limitada dyadic, empresa focal con clientes y proveedores, pero por separado (aguas arriba y abajo)<li data-bbox="621 1310 1940 1339">• Limitada triadic, proveedores – empresa focal - clientes (sin diferenciación de relaciones).<li data-bbox="621 1364 1629 1393">• Extendida, más de tres partes a lo largo de la cadena de suministro

[Stank,Keller <i>et al.</i> , 2001]	<ul style="list-style-type: none"> • interna
[Giménez y Ventura, 2005]	<ul style="list-style-type: none"> • externa
[Albrecht, 2010]	

[Voigt, 2010]	<p><i>GRADOS DE INTEGRACIÓN</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Interna • Interna y con proveedores de primer nivel • Interna y con clientes de primer nivel • Completa, con clientes y proveedores
---------------	--

[Frohlich y Westbrook, 2001]	<ul style="list-style-type: none"> • hacia el proveedor • hacia el cliente
------------------------------	--

[Lee,So <i>et al.</i> , 2000]	<p><i>DIMENSIONES</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Integración de información • Coordinación y compartir recursos • Relaciones de vínculos organizacionales
-------------------------------	--

Anexo 1.2. Cálculo del ciclo de operación a partir del desplazamiento de los objetos de trabajo

Desplazamiento	Características	Forma de cálculo
Consecutivo	Todos los objetos de trabajo de un lote de procesamiento son trabajados en cada operación antes de que se traslade a la siguiente	$t_t = q * \sum_{j=1}^m t_j$ <p>q: tamaño de lote</p> <p>t_j: gasto de tiempo en la operación j</p> <p>m: número de operaciones por donde pasa el artículo</p>
Paralelo	Cada artículo pasa a la siguiente operación cuando se termina de procesar en la operación precedente, sin esperar a que sean procesados los artículos restantes, o sea, sin estadía	$t_t = \sum_{j=1}^m t_j + (q - 1)t_{pr}$ <p>t_{pr}: tiempo unitario de la operación más lenta</p>
Combinado	Es una combinación del consecutivo y el paralelo. Los objetos se desplazan por unidades cuando el sentido es de una operación rápida a una lenta; el traslado es por lotes (submúltiplos del lote de procesamiento) cuando el sentido es de una operación lenta a una rápida.	$t_t = q \sum_{j=1}^m t_j - (q - qt) \sum_{j=1}^{m-1} \min(t_j, t_{j+1})$ <p>qt: lote de transportación</p>

(Fuente: elaboración propia a partir de [Fundora Miranda, Taboada Rodríguez et al., 1987])

Anexo 1.3 Comparación de los diferentes enfoques de gestión de inventario en la cadena de suministro

	Descomposición	Bi-nivel	Coordinado	Integrado
requerimientos de información	solo demanda local	toda la información en una dirección	demanda, planes alternativos y costos de compensación	toda la información
cooperación	objetivos individuales	objetivos individuales	algunos objetivos comunes	objetivos completamente alineados
requerimientos contractuales	ninguno especifico	ninguno especifico	específica intercambio información y beneficios	específica intercambio información y beneficios
optimización	ad hoc, individual	costo total del comprador	costo total de la cadena por aproximación	costo total de la cadena
complejidad computacional	baja	muy alta	moderada	alta
extensión multi-nivel	si	teóricamente si, limitaciones prácticas	si, con algunas limitaciones	teóricamente si, limitaciones prácticas

Fuente: adaptado a partir de [Kovács, Egri et al., 2010]

Anexo 1.4 Tabla de técnicas de gestión del flujo logístico

Técnica	Características	Uso	Limitaciones
Grupo 1			
<p>MRP II (Planificación de Recursos de Fabricación) [Dolgui y Proth, 2010]</p>	<p>Es un sistema que comparte parámetros operativos con todos los departamentos, contribuyendo a la sincronización de toda la organización. Traduce el programa maestro en necesidades reales de componentes con fechas y cantidades. Incorpora elementos de simulación, se ordena en base a los requerimientos. Incluye la planificación de la demanda, de materiales, de recursos financieros, de producción y el cronograma de ventas, así como la ejecución de cada plan.</p>	<p>Orientado a productos y componentes de demanda dependiente, discreta y que no presentan ninguna demanda durante el plazo de entrega. Recomendable para gestionar los inventarios de materias primas y producción en proceso en ambientes de manufactura.</p>	<p>Se basa en previsión solo de los artículos finales, por lo que está enfocado hacia el interior más que al exterior del proceso. Mantiene inventario de seguridad sólo para los productos acabados. Los tiempos de operación raramente se definen considerando los tamaños discretos de lote. Se dificulta obtener programas que todos acepten como buenos y viables.</p>
<p>Línea de balance (Control por excepción o Número de progreso) ["Spezielle Steuerungsmethoden in der Produktionslogistik; Fundora Miranda, Taboada Rodríguez <i>et al.</i>, 1987; Hafez, 2004; Koether, 2008; Lödding, 2008; Lohr; Ostertag, 2008; Wiendahl]</p>	<p>Consta de dos fases: plan y progreso, las que se desarrollan a través de tablas y gráficos de redes y barras. Permite ejecutar las funciones de la planificación a corto plazo, el control de avance, el control de disponibilidades de recursos y la asignación de órdenes de producción a una red de operaciones. Se basa en la relación de los bloques de control a través de sus magnitudes de entrada y salida, obteniéndose a</p>	<p>Se emplea para la planificación de artículos integrados por gran número de piezas. Es recomendable para los productos de flujo sistemático y que siguen una filosofía de empuje, es decir, de planificación orientada al futuro. Se ha convertido en una práctica común emplear</p>	

partir de las correspondencia entre ella (coeficiente de conversión), el inventario existente en cada uno de los bloques.

esta técnica en la planificación de grandes construcciones

Grupo 2

Kanban	<p>Es un sistema de tarjetas, u otro sistema similar que cumpla el mismo objetivo, para la transmisión de órdenes de producción o recogida al proceso anterior, de una cantidad de piezas que deben ser repuestas por haber sido ya consumidas.</p> <p>La demanda final se traduce en programa de producción que es recibido en la línea de producción de producto terminado; este se convierte en los correspondientes programas de producción de componentes y pedidos de suministro.</p>	<p>En ambientes de producción continuo o repetitivo, con alta estabilidad en el programa maestro de producción.</p> <p>Cuando el plazo de abastecimiento es demasiado grande se excluye la elección del método, pues tendría muy desocupados a los trabajadores.</p>	<p>En caso de fluctuaciones muy grandes e imprevisibles en la demanda, puede anticiparse a ellas, pero no solucionarlas. A menudo su aplicación implica cambios en la distribución física de las instalaciones.</p> <p>Es difícil de imponerles este método a los proveedores pues implica grandes cambios culturales.</p>
ECR (Respuesta Eficiente al Consumidor)	<p>Es un enfoque estratégico a través del cual los productores y distribuidores estrechan sus relaciones asumiendo grupos de trabajo interorganizacionales.</p> <p>ECR comprende cuatro estrategias de colaboración: reaprovisionamiento, promociones, surtidos y lanzamiento de nuevos productos eficientes, basándose siempre en la información</p>	<p>Surgido como necesidad de la industria de abarrote y ampliamente empleado en este sector. Adecuado para la gestión de flujos continuos y bajo una estrategia de alar, en productos de demanda independiente.</p>	<p>Puede ser interpretado solo como una estrategia para la comunicación de los miembros de la cadena, debido a su carencia de directrices claras resulta difícil prever los efectos de su aplicación.</p> <p>Es un esfuerzo por sincronizar actividades pero cada socio</p>

generada por el cliente.
 Un elemento distintivo es la gestión por categorías; es decir, no es sólo suministrar el producto que quiere el cliente, sino el paquete que puede satisfacer sus deseos.

hace sus planes de actividades individualmente, sin conocimiento de cómo lo hace el otro actor.

**VMI
 (Inventario Gestionado por el
 Vendedor)**

[Angulo,Nachtmann *et al.*, 2004; Campuzano Bolarín,Martínez Caro *et al.*, 2010; Kauremaa,Småros *et al.*, 2009; Vigtil, 2007]

Es una forma de planificación delegada donde un actor toma las decisiones en nombre de otro u otros, basándose en la demanda del cliente. El proveedor decide los niveles de inventario apropiados para cada producto y las políticas de inventario a seguir para mantener esos niveles. La propiedad del inventario no es transferida en el momento de la venta, aun cuando el inventario esté en el cliente el proveedor es responsable de él en régimen de consignación.

Los primeros trabajos se realizaron en la industria de la moda. Las aplicaciones más exitosas se encuentran en el sector de los grandes supermercados. Ha sido empleado en muchos tipos de industrias y es, quizás, el más famoso y común concepto colaborativo.

Alguna información que hasta el momento era confidencial ahora se debe compartir, por lo que es esencial desarrollar relaciones de confianza. Los costos generales de inventario aumentan para el proveedor, por lo que es necesario trabajar en relaciones contractuales donde el cliente comparta estos costos con el proveedor.

**CPFR
 (Planificación, Pronósticos y
 Reaprovisionamiento
 Colaborativos)**

[Alarcón Jaramillo, 2010; Albrecht, 2010; Barratt y Oliveira, 2001; Diederichs, 2009; Pfeifer,Hensolt *et al.*, 2008; Schawel y Billing, 2011;

La colaboración comprende planificación de negocios, pronósticos de ventas y todas las operaciones requeridas para el reaprovisionamiento de materiales y productos terminados; sin embargo, se centra fundamentalmente en obtener un único número de pronóstico que fluye a través de todos los procesos de ejecución.

Su surgimiento y mayor desarrollo ha sido en el sector minorista, pero ha sido adoptado por otras industrias como: industrias de alta tecnología, industrias del transporte, servicios médicos, automotriz y otras. La guía de CPFR puede

La planificación de la producción, los suministros y el reaprovisionamiento continúan siendo tareas individuales. Las operaciones de logística y distribución son planificadas individualmente. Algunos socios tienen dificultades para compartir la

VICS, 2004]

Es considerado un estándar industrial global representado por VICS (Voluntary Inter-Industry Commerce Standards) y está guiado por ocho actividades colaborativas, de las cuales el 80% se refieren a pronósticos certeros y acuerdos.

funcionar para todas las industrias.

información pues sus procesos internos no se corresponden, o en ocasiones no producen los datos necesarios para la aplicación de CPFR.

Grupo 3

Gestión de proyectos

Planificación de fechas

Principales (PFP)

[Gómez Acosta, 1997]

En idioma alemán, Haup Termin Planung. Se desarrolla en la RDA durante los años 70 del siglo pasado

En empresas que realizan a pedido productos complejos y de ciclos logísticos extensos

Anexo 1.5 Matriz de relación entre los requisitos de la gestión colaborativa y las

MODELOS / CARACTERÍSTICAS	Balance	Nivel		Método gestión flujo material					Aplicable a n niveles	Estrategia		Flujos			Planificación de procesos			Determina		Considera				Integra			Controla		requisitos cumplidos	
		táctico	operativo	contra existencia	programada	por ritmo	por pedido	automático		empuje	halar	material	informativo	financiero	aprovisionamiento	producción	distribución	retorno	lead time	cantidad	calidad	rendimiento	tecnología	flujos alternativos	ciclo	capacidad	inventario	en tiempo real		simulación
VMI	1	1	1	1				1			1	1	1		1		1						1		1		1		14	
CPFR	1	1		1			1	1			1	1	1			1	1						1		1		1		14	
MRP II	1	1	1	1	1					1		1			1	1							1	1	1				13	
Línea de Balance	1	1	1		1	1			1	1		1			1	1								1		1	1	1	16	
PFP		1	1		1		1		1	1	1	1	1	1	1	1							1			1	1	1	16	
Balance inter-ramal	1	1			1				1	1		1			1	1	1	1							1			1	13	
DRP	1	1	1	1	1					1		1				1							1	1	1				13	
Kanban		1	1	1							1	1			1	1							1	1	1	1			12	
Cantidad de técnicas por requisito	6	7	5	4	5	1	2	2	3	5	3	7	3	1	5	5	4	1	2	7	0	0	0	0	6	3	5	4	3	

Anexo 1.6 Tablas de características y significado de las TIC en la gestión de cadenas de suministro

Tecnología	Características técnicas	Empleo en la SCM
Tecnologías de captación de datos		
código de barra	Es un sistema de auto identificación formado por una serie de líneas verticales que al ser leídas por un escáner	Estos tienen fundamentalmente dos aplicaciones: en los puntos de venta para el seguimiento de cada unidad en existencia, y para el seguimiento y manejo de materiales a lo largo de la cadena.
RFID (Radio Frequency Identification Tags, por sus siglas en inglés)	Son circuitos integrados embebidos en una etiqueta que puede mandar y recibir información. Estos pueden ser pasivos o activos de acuerdo a la fuente de energía que emplean; desde el lector o su propia batería, respectivamente.	Permiten crear un único flujo de información a través de toda la cadena de suministro casi en tiempo real y proveen una información detallada del cliente
Computadoras personales y terminales		Permite registrar de datos y la información desde diferentes puntos de la cadena de suministro con rapidez y sin la existencia de conexiones eléctricas.
Asistentes personales digitales (PDA) y teléfono inteligentes Reconocimiento de voz y procesamiento de imágenes		
Tecnologías de transmisión de datos		
teléfono, el fax y el correo electrónico	Son las más simples tecnologías de transmisión de datos	A pesar de su sencillez, algunas empresas no las emplean como parte de su gestión; mientras que cerca del 70% de las empresas aun las emplean como medio para compartir la información

EDI (<i>Electronic Data Interchange</i>)	consiste en un intercambio de computadora a computadora de documentos de negocio en formatos estándares sobre una red propietaria, lo que hace las transacciones más rápidas y confiables	A pesar de sus numerosas ventajas, es un sistema muy caro y de poca flexibilidad lo que hace que su aplicación se vea limitada a grandes empresas.
Internet o Intranet	Es un sistema de información global de redes de computadoras que facilitan la comunicación y transferencia de datos. Otra variante es la Intranet, una red de comunicación interna de la organización, que pueden ser sitios protegidos por contraseña en Internet.	Es un medio de comunicación entre todos los participantes de la cadena sin grandes costos asociados. Un conjunto de Intranets conectadas a la Internet para compartir acceso a proveedores y clientes seleccionados así como a algunos socios, constituye la Extranet
estándares móviles, banda ancha		Cuando las Intranets y la Internet se soportan en tecnologías de banda ancha se pueden alcanzar altísimas tasas de transferencias y de calidad de los datos. Por otra parte los estándares móviles (<i>wireless</i>) convierten las redes ubicuas y continuas en el tiempo
B2B y B2C (<i>Business to Business y Business to Costumers</i>)	Las conexiones B2B son transacciones electrónicas frecuentes entre empresas, como base de los modelos de negocio de las mismas. Por su parte B2C son formas de intercambios de información electrónica entre las empresas y sus cliente	
XML (<i>Extensible Markup Language</i>)	Es un lenguaje de programación que facilita la comunicación computadora a computadora sobre una red mediante el marcado de los datos con anterioridad a su envío	

Procesamiento de datos

ERP (Planificación de Recursos de la Empresa, <i>Enterprise Resource Planning</i>)	Son software para la gestión de los requerimientos básicos de la empresa incluyendo; marketing y ventas, finanzas y contabilidad, gestión de productos y materiales, producción y recursos humanos.
SCM (Gestión de la Cadena de Suministro, <i>Supply Chain Management</i>)	Software para el manejo del flujo de bienes e información a través de la red de proveedores, productores y distribuidores
CRM (Gestión de Relaciones con los Clientes, <i>Customer Relation Management</i>)	se emplea para manejar las interacciones con los clientes y para compilar y analizar la información correspondiente a estos
ES Sistemas Expertos (ES, <i>Experts Systems</i>)	son sistemas de computación que emplean una base experta de conocimientos para diagnosticar o resolver un problema
AI Inteligencia Artificial (AI, <i>Artificial Intelligence</i>)	es un campo de estudios que trata de replicar elementos del pensamiento humano en procesos computarizados; incluyen Sistemas Expertos, Algoritmos Genéticos, Redes Neuronales y Lógica Fuzzy

Elaboración propia a partir de [Ayers, 2001b; Borade y Bansod, 2007; Bowersox y Closs, 2007; CSCMP, 2010a; Chopra y Meindl, 2010; Pires y Carretero Díaz, 2007; Sandberg, 2005; Simchi-Levi, Kamisky et al., 2008a; 2008b; Spekman y Sweeney II, 2006; Viswanadham, Jarvis et al., 2003]

Anexo 2.1 Ecuaciones de balance del flujo logístico

Donde:

- i producto final o intermedio del sistema logístico (i=1, 2, 3,..., n)
- j proceso del sistema logístico (j=1, 2, 3,..., m)
- j' proceso como cliente interno del sistema logístico (j'=1, 2, 3,..., m)
- k recurso o servicio insumido en los procesos del sistema (k=1,2,..., k)
- s impacto ambiental de los procesos del sistema logístico (s= 1, 2, 3,..., s)
- t intervalo de tiempo (t=1, 2, 3,..., t)

$$PA_{jj'} = CL_j + CG_{jj'} \quad \text{Ciclo y Lead time del procesos (2.1)}$$

CL_j ciclo del proceso j (días)

$CG_{jj'}$ ciclo de gestión entre el proceso j y el proceso cliente directo del mismo j' (días)

$PA_{jj'}$ plazo de antelación (lead time) del proceso j con el proceso cliente del mismo j' (días)

$$P_{ijj't} = \sum_{i'=1}^n NC_{ij'i'j'} * P_{i'j't} \quad \text{Interrelación de los procesos (2.2)}$$

$P_{ijj't}$ volumen del producto i del proceso j entregado al proceso cliente directo j' en el intervalo t (unidades)

$P_{i'j't}$ volumen total entregado del producto i' por el proceso j' en el intervalo t

$NC_{ij'i'j'}$ índice de consumo del producto i en el proceso j para obtener una unidad del producto i' en el proceso cliente directo j'

$$t_{1jj'} = t_c * PA_{jj'} \quad \text{Horizonte de planificación de procesos (2.3)}$$

$$P_{ijt} = F_{ijt} + V_{ijt} * (W_{ij} * D_{it} + \sum_{j'=1}^m P_{ijj't_{1jj'}}) \quad \text{Nivel de actividad (2.4)}$$

F_{ijt} pérdidas del producto i en el proceso j en el intervalo t (unidades)

V_{ijt} coeficiente de satisfacción de la demanda del producto i por el proceso j en el momento t

W_{ij} parte de la demanda final del producto i que aporta el proceso j (0-1)

D_{it} demanda del producto i por los clientes del sistema logístico en el intervalo t (unidades)

$$PR_{ij t} \leq CAP_{ij t} \quad \text{Punto de balance de capacidad (2.5)}$$

$PR_{ij t}$ volumen real de producto i procesado por el proceso j en el intervalo t (unidades)

$CAP_{ij t}$ de capacidad del proceso j para en el producto i en el intervalo t (unidades / día)

$$\sum_{t=t_0}^{t_c} PR_{ij t} \leq \sum_{t=t_0}^{t_c} CAP_{ij t} \quad \text{Balance acumulado de capacidad (2.6)}$$

t_c momento de control

t_0 momento inicial del periodo analizado en el sistema logístico

$$E_{ij t_c} = E_{ij t_0} + \sum_{t=t_0}^{t_c} PR_{ij t} - \sum_{t=t_0}^{t_c} P_{ij t} \quad \text{Inventario de productos (2.7)}$$

$E_{ij t}$ inventario del producto i en el proceso j en el intervalo t (unidades)

$$\sum_{t=t_0}^{t_c} PR_{ij t} \geq \sum_{t=t_0}^{t_c} P_{ij t} \quad \text{Balance de demanda (2.8)}$$

$$R_{kj t_c} = IF_{kj t} + IC_{kij} * \sum_{t=t_0}^{t_c} PR_{ij t} + \sum_{t=t_0}^{t_c} RP_{kj t} - \sum_{t=t_0}^{t_c} RR_{kj t} + IN_{kj} - I \quad \text{Balance de recursos (2.9)}$$

$R_{kj t}$ demanda de recursos k en el proceso j en el momento t (unidades)

$IF_{kj t}$ norma de consumo del recurso k en el proceso j en el intervalo t (unidades/día)

IC_{kij} índice de consumo del recurso k por unidad del producto i en el proceso j

$RP_{kj t}$ pérdida de recursos k en el proceso j en el momento t (unidades)

IN_{kj} norma de inventario del recurso k en el proceso j (unidades)

$IR_{kj,t}$ inventario del recurso k en el proceso j en el momento t (unidades)

$$RT_{k,t,c} = \sum_{j=1}^m R_{k,j,t,c} \quad \text{Demanda total de recursos (2.10)}$$

$RT_{k,t}$ demanda total del recurso k en el sistema logístico en el momento t (unidades)

$$IR_{kj,t,c} = IR_{kj,t_0} + \sum_{t=t_0}^{tc} RR_{kj,t} - \sum_{t=t_0}^{tc} R_{kj,t} \quad \text{Inventario de recursos (2.11)}$$

RR_{kjt} volumen real de recursos k recibidos en el proceso j en el momento t (unidades)

$$B_{sjtc} = \sum_{i=1}^n IE_{sij} * PR_{ij,t} \quad \text{Impacto medio ambiental (2.12)}$$

B_{sjtc} magnitud del impacto ambiental en el proceso j en el momento t

IE_{sij} índice de generación del impacto s por unidad de producto i en el proceso j

$$Q_{ij,t} = P_{ij,t} - \sum_{t_0}^{tc-1} PR_{ij,t} \geq QN_{ij} \quad \text{Tamaño de lote (2.13)}$$

$Q_{ij,t}$ tamaño del lote a lanzar del producto i en el proceso j en el momento t (unidades)

QN_{ij} norma del tamaño del lote del producto i en el proceso j (unidades)

$$R_{kjt,c} \geq QR_{kj} \quad \text{Tamaño de lote de recursos (2.14)}$$

QR_{kj} norma de tamaño de lote de adquisición del recurso k en el proceso j (unidades)

$$C_{j',t} = CF_{j',t} + \sum_{k=1}^k pe_k * RR_{kj',t} + \sum_{i=1}^n pc_i * \sum_{j=1}^m P_{ij} \quad \text{Costo del proceso (2.15)}$$

C_{jt} costo del proceso j en el intervalo t (pesos)

CF_{jt} costo fijo del proceso j en el intervalo t (pesos)

pe_k precio del recurso k (pesos /unidad)

pc_j precio del producto i (pesos /unidad)

$$CT_t = \sum_{j=1}^m C_{j,t} \quad \text{Costo total del sistema (2.16)}$$

CT_t costo total del sistema logístico en el intervalo t (pesos)

$$BE_{jt} = \sum_{i=1}^n pc_i * P_{ijt} \quad \text{Balance económico del proceso (2.17)}$$

BE_{jt} balance económico del proceso j en el intervalo t (pesos)

$$BET_t = \sum_{j=1}^m BE_{jt} \quad \text{Balance económico del sistema (2.18)}$$

BET_t balance económico total del sistema logístico en el intervalo t (pesos)

Anexo 2.2 Segunda Generalización del Cálculo de Capacidades (SGCC)

$$b_j = \frac{F_j * N_j * A_j - \sum_{i=1}^n T_{ij} * PM_i * f_{ij}}{\sum_{i=1}^n T_{ij} * (P_i - PM_i) * f_{ij}}$$

Coficiente de cálculo (2.19)

$$f_{ij} = \frac{r_{ij}}{g_{ij}}$$

Índice de flujo del producto (2.20)

$$T_{ij} = \frac{L_{ij}}{Q_{ij}}$$

Tiempo unitario de procesamiento (2.21)

$$P_i = PF_i + \sum_{i=1}^n a_{ij} * P_i'$$

Demanda del producto i (2.22)

$$C_{ij} = b_j * P_i + PM_i \quad \text{si } W_{si} \leq W_{sj} \quad \text{para todo } s$$

Capacidad del producto en el (2.23)

$$C_{ij} = 0 \quad \text{si } W_{si} > W_{sj} \quad \text{para todo } s$$

proceso (2.24)

$$C_i = C_{ij} \quad \text{para } j = \text{punto fundamental}$$

Capacidad del producto (2.25)

$$C'_i = \min(C_{ij}) \quad \text{para todo } j$$

Capacidad en el punto limitante (2.26)

$$K_{per}_i = \frac{C_i - C'_i}{C_i}$$

Coficiente de pérdida de capacidad (2.27)

Donde:

i número del producto ($i=1, 2, 3, \dots, n$)

i' número del producto intermedio ($i=1, 2, 3, \dots, n$)

j número de la operación ($j=1, 2, 3, \dots, m$)

F_j fondo de tiempo de la operación j en el período analizado

N_j índice de rendimiento de la operación o proceso j

A_j índice de aceptación por calidad en la operación o proceso j

T_{ij} tiempo unitario de procesamiento del producto i en la operación j

PM_i producción mínima a asegurar del producto o servicio i

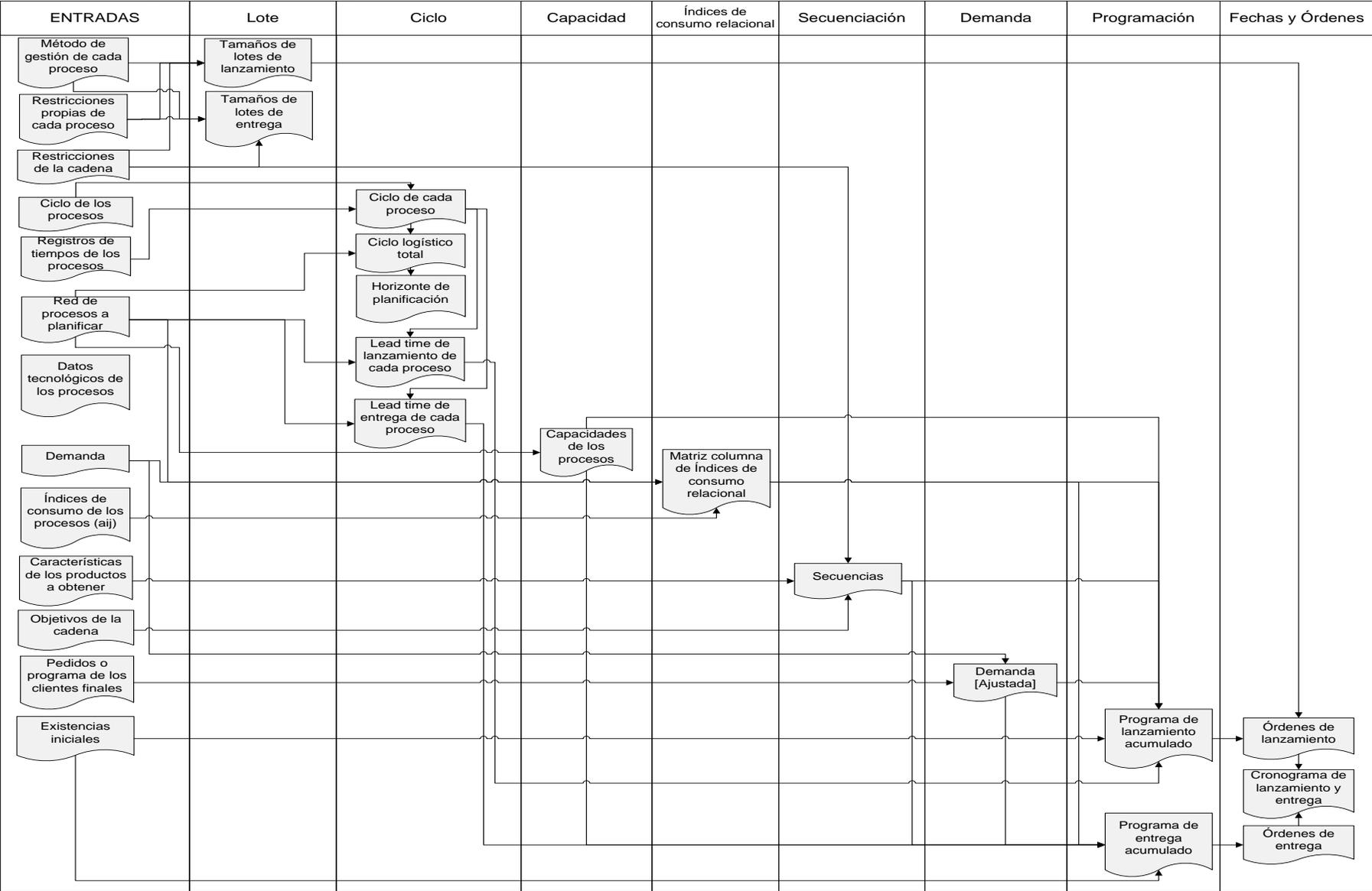
P_i	demanda del producto i en el período analizado
f_{ij}	índice de flujo del producto i por el proceso u operación j
r_{ij}	proporción del producto final i que debe asegurar el proceso j
g_{ij}	índice de consumo del producto intermedio que obtiene el proceso j por cada unidad del producto final i de la red
L_{ij}	ciclo de la operación o proceso j para el tratamiento del producto i con un tamaño de lote Q_{ij}
Q_{ij}	Tamaño de lote del producto i en el proceso j
C_{ij}	capacidad de producción del producto i en la operación j en el período analizado
b_j	coeficiente de cálculo de la capacidad en el proceso j
s	número del parámetro técnico considerado en los procesos ($s= 1 \dots S$)
W_s	Valor del parámetro técnico s en el proceso j o en el producto i
C_i	capacidad de producción del producto i
C'_i	capacidad en el punto limitante para el producto i
K_{per_i}	coeficiente de pérdida de capacidad del producto i por existencia de "cuello de botella"

Anexo 2.3 Cálculo del ciclo tecnológico a partir del desplazamiento de los objetos de trabajo

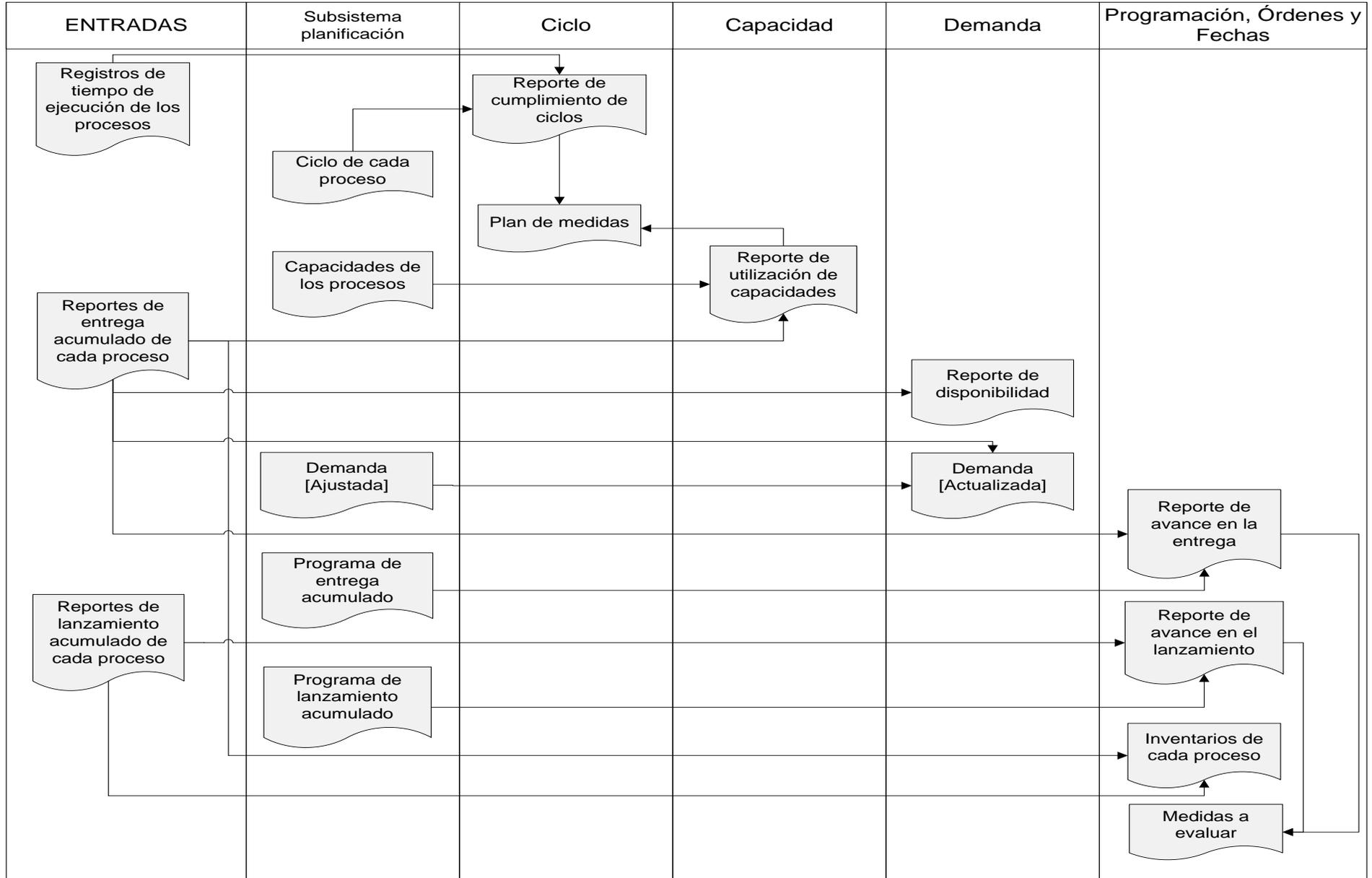
Desplazamiento	Características	Forma de cálculo
Consecutivo	Todos los objetos de trabajo de un lote de procesamiento son trabajados en cada operación antes de que se traslade a la siguiente	$t_t = q * \sum_{j=1}^m t_j$ <p>q: tamaño de lote</p> <p>t_j: gasto de tiempo en la operación j</p> <p>m: número de operaciones por donde pasa el artículo</p>
Paralelo	Cada artículo pasa a la siguiente operación cuando se termina de procesar en la operación precedente, sin esperar a que sean procesados los artículo restantes, o sea, sin estadía	$t_t = \sum_{j=1}^m t_j + (q - 1)t_{pr}$ <p>t_{pr}: tiempo unitario de la operación más lenta</p>
Combinado	Es una combinación del consecutivo y el paralelo. Los objetos se desplazan por unidades cuando el sentido es de una operación rápida a una lenta; el traslado es por lotes (submúltiplos del lote de procesamiento) cuando el sentido es de una operación lenta a una rápida.	$t_t = q \sum_{j=1}^m t_j - (q - qt) \sum_{j=1}^{m-1} \min(t_j, t_{j+1})$ <p>qt: lote de transportación</p>

(Fuente: elaboración propia a partir de [Fundora Miranda, Taboada Rodríguez et al., 1987])

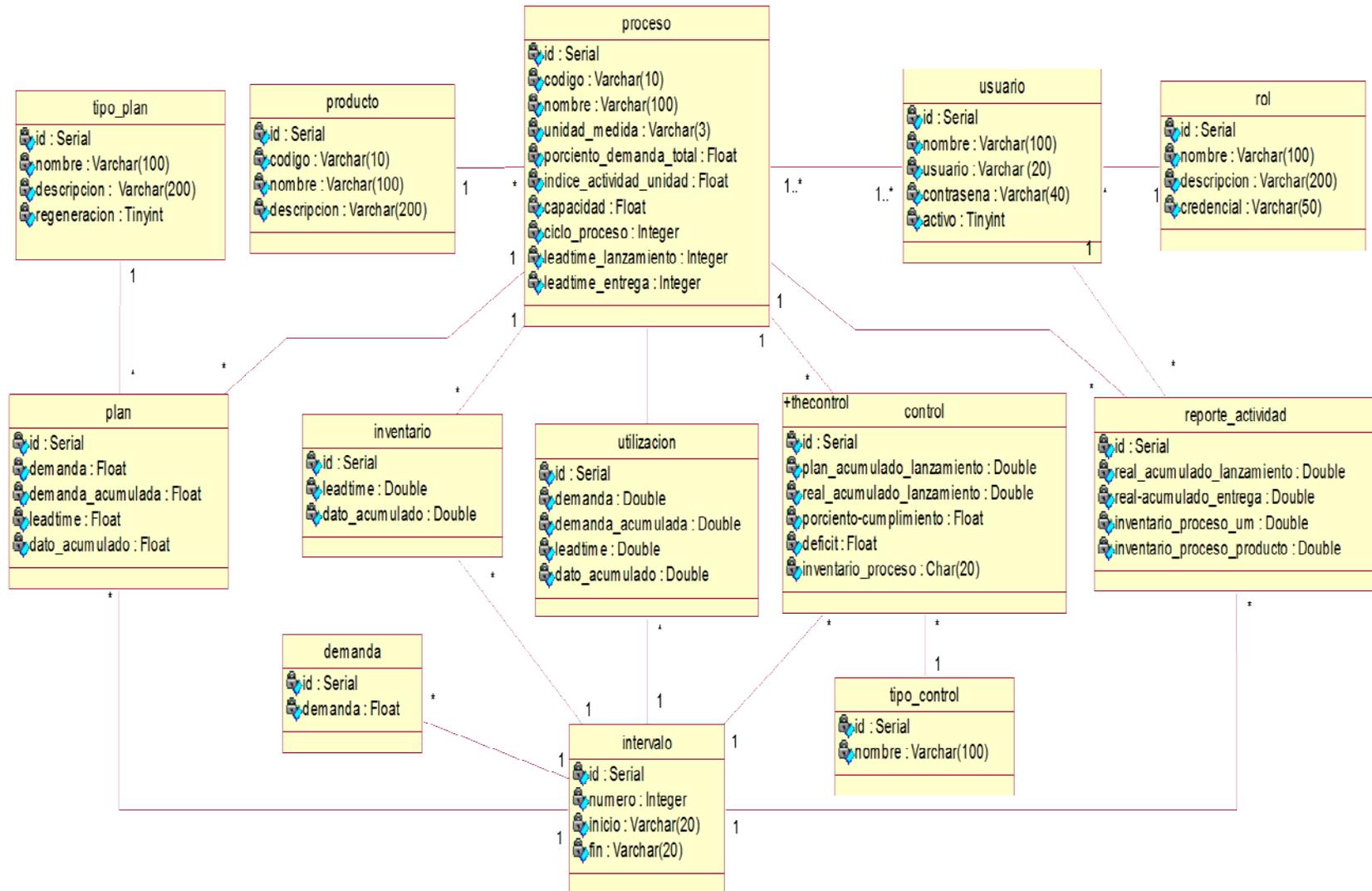
Anexo 2.4 Flujo de información general del subsistema de planificación



Anexo 2.5 Flujo de información general del subsistema de control



Anexo 2.6 Diagrama físico de datos del sistema informático para la gestión del flujo logístico

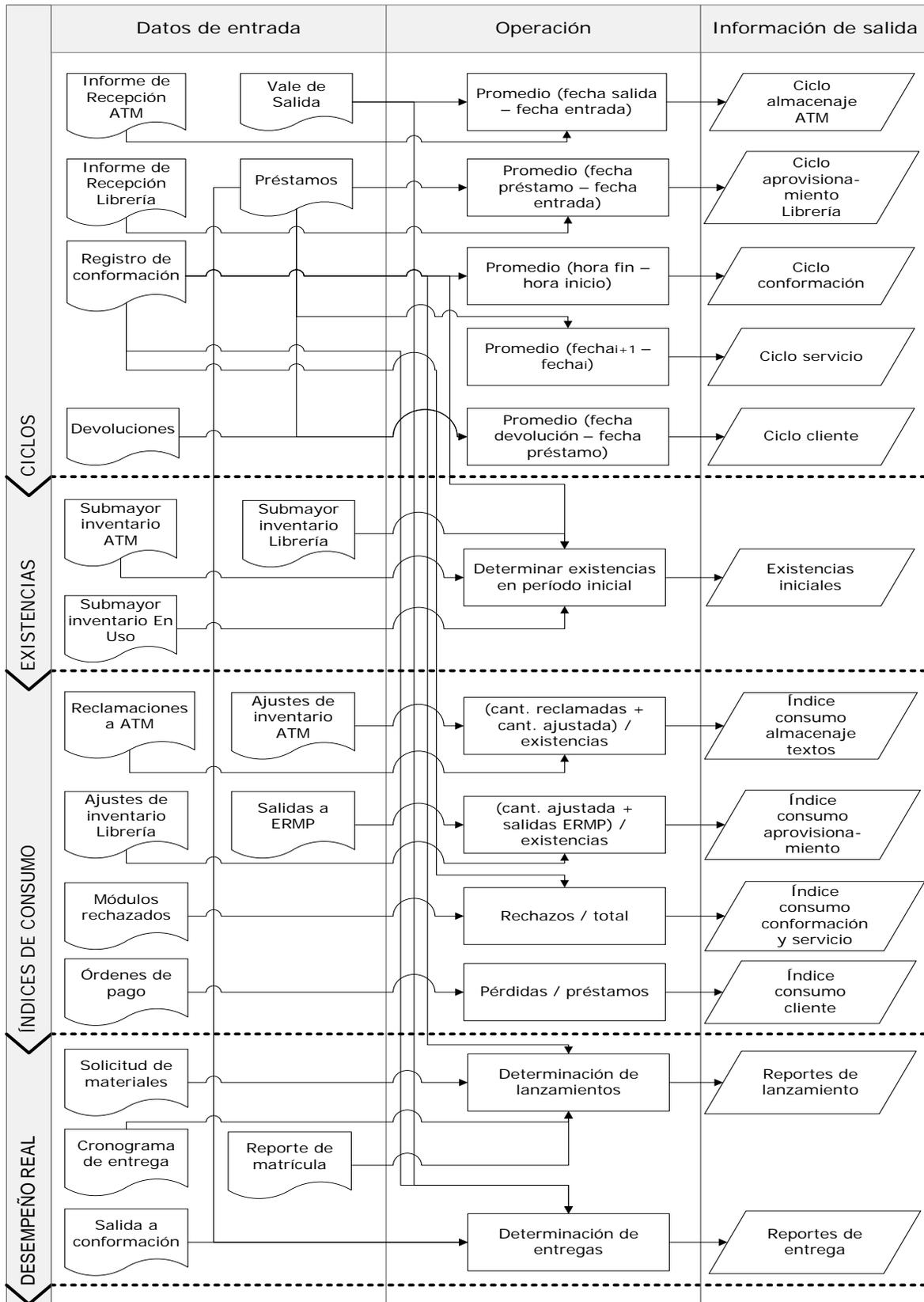


Anexo 3.1 Diseño de la captación y transmisión de datos para la implementación del MGCFL en la Librería CUJAE

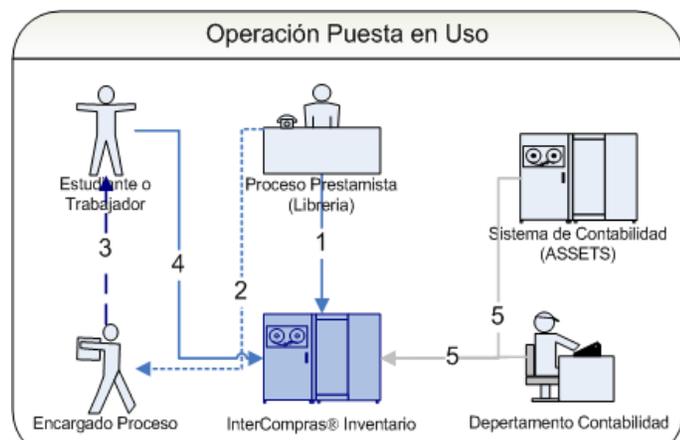
Proceso	Variable	Fuente de información	Punto captación	Responsable registro	Tecnología captación	Frecuencia actualización	Tecnología transmisión
Almacenaje (ATM)	ciclo	Informes de recepción / Vales de salida	Departamento de Compras ATM	Jefe de almacén/ comprador	ASSET NS	semestral	Automático
	existencias	Submayor de inventario					
	índice de consumo	Reclamaciones / Ajustes de inventario					
	Lanzamiento real	Solicitud de materiales				diaria	
	Entrega real	Vales de salida					
Aprovisionamiento (Librería)	ciclo	Informes de Recepción / Préstamos	Almacén Librería	Administrador Librería	InterCompras ® Inventario	semestral	Automático
	existencias	Submayor de inventario					
	índice de consumo	Ajustes de inventario / salidas a materia prima					
	Lanzamiento real	Registro de conformación		Jefe almacén	Excel	diaria	Automático (XML)
	Entrega real	Salida a conformación					
Conformación	ciclo	Registro de conformación	Área conformación	Administrador Librería	Excel	semestral	Automático (XML)
	existencias						

	índice de consumo		Librería				
	Lanzamiento real						
	Entrega real					diaria	
	ciclo	Préstamos	Estaciones de servicio Librería	Dependientes	InterCompras ® Inventario	semestral	Automático
	existencias	–	–	–	–	–	–
	índice de consumo	Módulos rechazados	Estaciones de servicio Librería	Dependientes	Excel	semestral	Manual
	Lanzamiento real	Cronograma de entrega		Administrador Librería		semanal	
Servicio	Entrega real	Préstamos		Dependientes	InterCompras ® Inventario	diaria	Automático
Clientes	ciclo	Préstamos / Devoluciones		Director ATM / Administrador Librería	InterCompras ® Inventario	semestral	Automático
	existencias	Submayor de inventario					Automático (XML)
	índice de consumo	Órdenes de pago					
	Lanzamiento real	Reporte de matrícula					
	Entrega real	Préstamos	Librería	InterCompras ® Inventario	diaria	Automático	

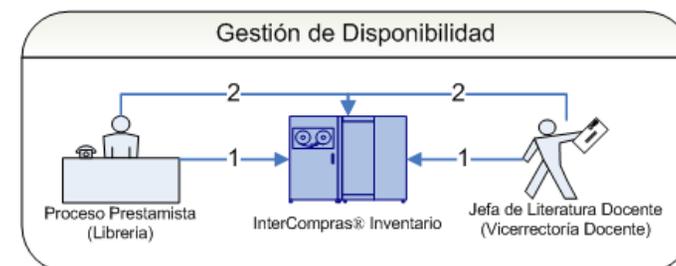
Anexo 3.2 Flujo de información para la planificación y control de la Librería



Anexo 3.3 Funcionamiento de InterCompras® Inventario en la Librería CUJAE



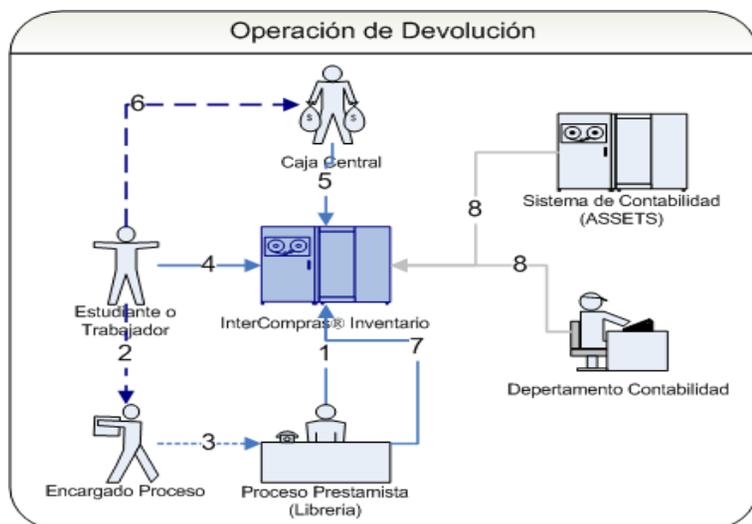
1. Identificar al estudiante o trabajador y verificar los préstamos que tiene y los módulos a que tiene derecho
2. Informar al despachador los módulos o libros que debe entregar
3. Entregar libros al solicitante
4. Confirmar Préstamo
5. Las transacciones quedan registradas en la contabilidad; puede ser a través de un servicio web



1. Verificar existencias del Proceso Librería
2. Si es necesario solicitar Transferencia desde el Proceso Almacén de libros.

Figura 2 Gestión de disponibilidad en Librería

Figura 3 Devolución (Ejecución de entrega Aprovisionamiento)



1. Identificar al estudiante o trabajador y verificar los préstamos que tiene
2. Entregar libros al despachador
3. Informar de entrega
4. Confirmar Devolución
5. Verificar Orden de paga pendientes de ese trabajador o estudiante
6. Efectuar pago
7. Verificar pago y devolución de todos los elementos del préstamo y Terminar Préstamo
8. Las transacciones quedan registradas en la contabilidad; puede ser a través de un servicio web

Nuevo Módulo

Clasificación : * CPT 1 Mecanica_1 sem
 Coeficiente : * 0.02
 Fecha máxima de devolución : * 2010-01-29
 Descripción :
 estudiantes de mecanica 1 semestre curso 2009-2010

Detalles Módulo

* Producto	Código	Cantidad	Tipo	Fecha	Fecha	Acciones
<input type="checkbox"/> ALGEBRA LINEAL / VARELA M.V	7016	1	Medio en Uso		0000-00-00	
<input type="checkbox"/> ANALISIS ESTRUCTURAL II /	27	1	Medio en Uso		0000-00-00	
<input type="checkbox"/> Lapiz/ - 0007		1	Insumo	0000-00-00	0000-00-00	

Aceptar Cancelar

Si es Medio en Uso es "Préstamo"; si es Insumo no se devuelve

Si estudiante no desea algún título, lo desmarca

Nuevo Préstamo

Proceso prestamista : 001 - Libreria
 Identificación del Prestatario (IC) : Campo obligatorio 89121121304

Nombre: 89121121304 - Daniel Ivan La e-mail:

[Ver Préstamos activos](#)

Fecha de Préstamo: 2008-08-20	Prestado por: generico de libreria
Producto	
Est. Cuso Introdutorio Informática	
1	CÁLCULO TRASCENDENTES TEMPRANAS T-I - STEWART 1.00
2	CÁLCULO TRASCENDENTES TEMPRANAS T-II - STEWART 1.00
3	CÁLCULO TRASCENDENTES TEMPRANAS T-III - STEWART 1.00

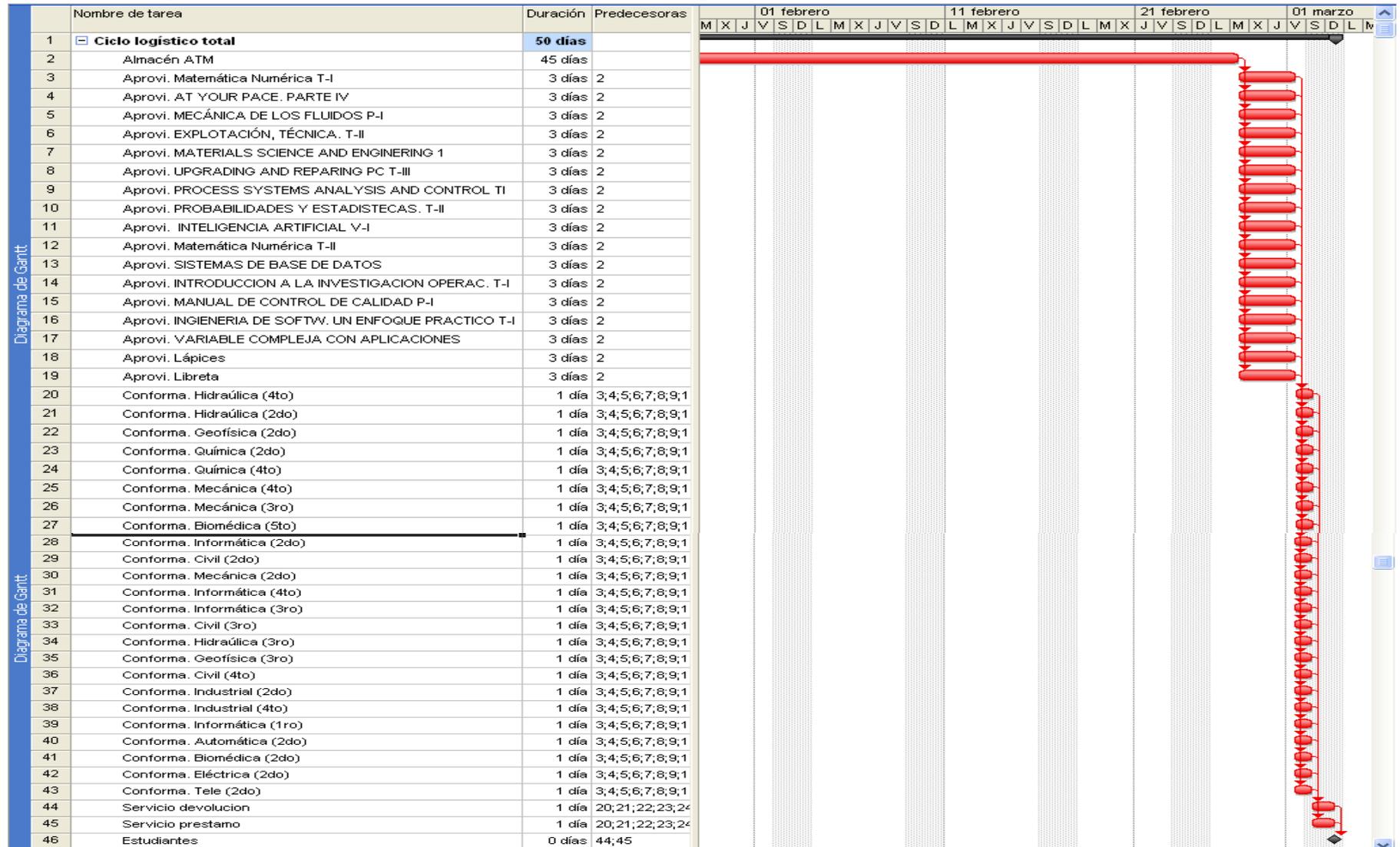
<input checked="" type="checkbox"/> Producto	Cantidad	Disponibilidad
Diurno 1 Informatica_2 sem		
1 <input checked="" type="checkbox"/> INTRODUCCION A LA PROGRAMACION ORIENTADA A OBJETOS -BUDD T.	1.00	2980
2 <input checked="" type="checkbox"/> MATEMÁTICA DISCRETA T-I-JOHNSONBAUGE	1.00	2977
3 <input checked="" type="checkbox"/> MATEMÁTICA DISCRETA T-II-JOHNSONBAUGE	1.00	2977
4 <input checked="" type="checkbox"/> INGENIERIA DE SOFTWARE. UN ENFOQUE PRACTICO T-I-PRESSMAN	1.00	2898
5 <input checked="" type="checkbox"/> INGENIERIA DE SOFTWARE. UN ENFOQUE PRACTICO T-II-PRESSMAN	1.00	2861
6 <input checked="" type="checkbox"/> CÁLCULO TRASCENDENTES TEMPRANAS T-III-STEWART	1.00	1129
7 <input checked="" type="checkbox"/> CÁLCULO TRASCENDENTES TEMPRANAS T-IV-STEWART	1.00	2939
8 <input checked="" type="checkbox"/> LECCIONES DE ECONOMIA POLITIA DEL CAPITALISMO T-I-CAMPOS	1.00	0

Figura 4 Ejemplo de pantallas del sistema InterCompras® Inventario y su relación con el MGCFL

Anexo 3.4 Actividades del cronograma de formación en la Librería CUJAE

Actividad	Objetivo	Participantes	Duración
Computación básica	Formar habilidades básicas de trabajo con computadoras	Trabajadores Librería	2 meses
Adiestramiento en InterCompras® Inventario	Realizar Préstamos y Devoluciones	Dependientes / Administrador Librería / coordinador	3 mes
	Ejecutar las acciones de control de inventario	Administrador Librería / coordinador / Jefe almacén Librería	3 meses
	Determinar las cantidades de libros a solicitar a ATM	Administrador Librería / coordinador	1 mes
Entrenamiento en conformación de módulos	Planificar los módulos a conformar	Administrador Librería / coordinador / Jefe almacén Librería	1 mes
Instrucción del MGCFL	Comprender el procedimiento de planificación	Trabajadores Librería / Trabajadores ATM / Vicerrectoría Docente	1 mes
	Aplicar Procedimiento de planificación	Administrador Librería / coordinador	

Anexo 3.5 Diagrama de Gantt para la determinación del ciclo logístico de la Librería CUJAE



Anexo 3.6 Cronograma de entrega segundo semestre 2012-2013

Mes	Enero								Febrero							
	5~9	X	12~16	X	19~23	X	26~30	X	2~6	X	9~13	X	16~20	X	23~27	X
	Ind 3ro	65	Ind 3ro	65	Tel 4to	72	Quim 2do	29	Ind 2do	70	Tel 2do	68	Hid 2do	11	Civ 2do	60
	Ind 4ro	90	Ind 4ro	90	Bio 4to	10	Quim 4to	26	Inf 2do	65	Aut 3ro	42	Civ 3ro	22	Civ 3ro	23
	Inf 3ro	65	Inf 3ro	65	Arq 1ro	54	Mec 3ro	32	Inf 4to	53	Aut 4to	26	Qui 3ro	33	Qui 1ro	40
	Ele 4to	24	Ele 4to	24	Qui 2do	29	Mec 4to	35	Aut 2do	42	Bio 3ro	9	Mec 1ro	146	Qui 3ro	32
	Arq 2do	46	Arq 2do	45	Qui 4to	25	Met 3ro	8	Ele 2do	22	Ele 3ro	18	Met 1ro	26	Mec 1ro	146
			Tel 4to	73	Mec 3ro	32	Met 4to	5	Bio 2do	18	Hid 2do	11	CPT		Met 1ro	25
			Bio 4to	9	Mec 4to	34	Ind 2do	70	Tel 3ro	47	Civ 3ro	22	Ind 2do	20	CPT	
			Arq 1ro	54	Met 3ro	7	Inf 2do	65	Mec 2do	48	Civ 4to	43	Ind 3ro	20	Ind 2do	20
					Met 4to	4	Inf 4to	53	Met 2do	5	Arq 3ro	55	Ind 4to	15	Ind 3ro	30
					Ind 2do	70	Aut 2do	42	Tel 2do	69	Arq 4to	39	Ind 5to	15	Ind 4to	10
					Inf 2do	65	Ele 2do	22	Aut 3ro	42			Mec 1ro	40	Ind 5to	15
					Inf 4to	53	Bio 2do	18	Aut 4to	26			Mec 2do	19	Mec 1ro	40
					Aut 2do	42	Tel 3ro	47	Bio 3ro	9			Mec 3ro	20	Mec 2do	10
					Ele 2do	22	Mec 2do	48	Ele 3ro	18			Mec 4to	10	Mec 3ro	14
					Bio 2do	18	Met 2do	5	Hid 2do	10			Mec 5to	7	Mec 4to	11
					Tel 3ro	47	Tel 2do	69	Civ 3ro	22					Mec 5to	6
					Arq 5to	34	Aut 3ro	42	Civ 4to	44					Tel 1ro	60
							Aut 4to	26	Arq 3ro	54					Tel 2do	20
							Bio 3ro	9	Arq 4to	38					Tel 3ro	30
							Arq 5to	33							Tel 4to	25
							Ele 3ro	18							Tel 5to	18
Total		290		425		618		702		702		333		404		635

Nota: El cronograma se publica en la intranet del Instituto y se distribuye por correo electrónico a todos los profesores y estudiantes con antelación a su entrada en vigor. Adicionalmente se coloca en la entrada de la Librería.

Anexo 3.7 Definición de la red de procesos de la cadena de suministro de literatura docente en la CUJAE

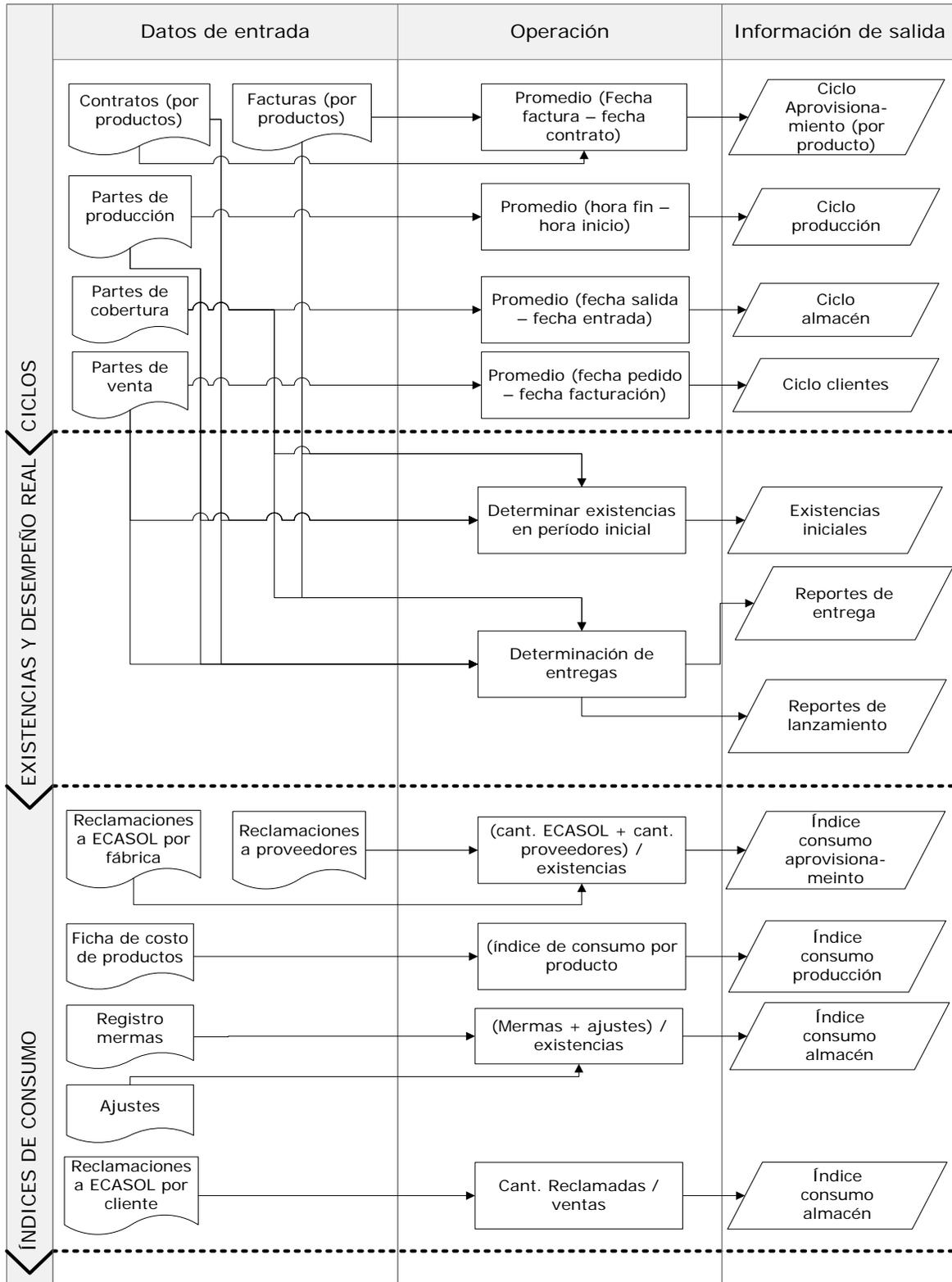
No.	Denominación del proceso	UM	Procesos sucesores	% de la demanda total que procesa	Índice de actividad por UM de entrega al cliente final	Capacidad (UM/intervalo)	Ciclo del proceso	Lead time de lanzamiento o recepción	Lead time de entrega
1	Almacén ATM	UNO	2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18	100,00	1,80	254000	45	50	5
2	Aprovi. Matemática Numérica T-I	UNO		27,90	1,00	841	3	5	2
3	Aprovi. AT YOUR PACE. PARTE IV	UNO		32,54	1,00	1000	3	5	2
4	Aprovi. MECÁNICA DE LOS FLUIDOS P-I	UNO		6,29	1,00	126,30	3	5	2
5	Aprovi. EXPLOTACIÓN, TÉCNICA. T-II	UNO		3,67	1,00	203,60	3	5	2
6	Aprovi. MATERIALS SCIENCE AND ENGINEERING 1	UNO		4,53	1,00	273,89	3	5	2
7	Aprovi. UPGRADING AND REPAIRING PC T-III	UNO		1,55	1,00	18,34	3	5	2
8	Aprovi. PROCESS SYSTEMS ANALYSIS AND CONTROL TI	UNO		1,91	1,00	70,83	3	5	2
9	Aprovi. PROBABILIDADES Y ESTADÍSTICAS. T-II	UNO		12,87	1,00	25,97	3	5	2
10	Aprovi. INTELIGENCIA ARTIFICIAL V-I	UNO		5,03	1,00	23,75	3	5	2
11	Aprovi. Matemática Numérica T-II	UNO		27,90	1,00	914,06	3	5	2
12	Aprovi. SISTEMAS DE BASE DE DATOS	UNO		14,67	1,00	7,70	3	5	2
13	Aprovi. INTRODUCCION A LA INVESTIGACION OPERAC. T-I	UNO		5,90	1,00	81,99	3	5	2
14	Aprovi. MANUAL DE CONTROL DE CALIDAD P-I	UNO		5,90	1,00	43	3	5	2
15	Aprovi. INGENIERIA DE SOFT'W. UN ENFOQUE PRACTICO T-I	UNO		11,87	1,00	600	3	5	2
16	Aprovi. VARIABLE COMPLEJA CON APLICACIONES	UNO		19,67	1,00	100	3	5	2
17	Aprovi. Lápices	UNO	19,20,21,22,23,24,25,26,27,28,29,30,31	100,00	12,00	150000	3	5	2
18	Aprovi. Libreta	UNO	19,20,21,22,23,24,25,26,27,28,29,30,31	100,00	12,00	10000	3	5	2
19	Conforma. Hidráulica (4to)	mod	44	1,69	1,00	25	1	2	1
20	Conforma. Hidráulica (2do)	mod	44	3,02	1,00	25	1	2	1
21	Conforma. Geofísica (2do)	mod	44	0,90	1,00	25	1	2	1
22	Conforma. Química (2do)	mod	44	3,52	1,00	25	1	2	1
23	Conforma. Química (4to)	mod	44	1,91	1,00	30	1	2	1
24	Conforma. Mecánica (4to)	mod	44	3,67	1,00	25	1	2	1
25	Conforma. Mecánica (3ro)	mod	44	4,53	1,00	30	1	2	1
26	Conforma. Biomédica (5to)	mod	44	1,55	1,00	45	1	2	1
27	Conforma. Informática (2do)	mod	44	5,32	1,00	80	1	2	1
28	Conforma. Civil (2do)	mod	44	5,32	1,00	90	1	2	1
29	Conforma. Mecánica (2do)	mod	44	3,88	1,00	74	1	2	1
30	Conforma. Informática (4to)	mod	44	5,03	1,00	58	1	2	1
31	Conforma. Informática (3ro)	mod	44	4,75	1,00	58	1	2	1
32	Conforma. Civil (3ro)	mod	44	5,00	1,00	45	1	2	1
33	Conforma. Hidráulica (3ro)	mod	44	2,41	1,00	45	1	2	1
34	Conforma. Geofísica (3ro)	mod	44	0,93	1,00	100	1	2	1
35	Conforma. Civil (4to)	mod	44	4,53	1,00	78	1	2	1
36	Conforma. Industrial (2do)	mod	44	3,35	1,00	95	1	2	1
37	Conforma. Industrial (4to)	mod	44	5,90	1,00	57	1	2	1
38	Conforma. Informática (1ro)	mod	44	7,12	1,00	100	1	2	1
39	Conforma. Automática (2do)	mod	44	4,89	1,00	45	1	2	1
40	Conforma. Biomédica (2do)	mod	44	1,29	1,00	100	1	2	1
41	Conforma. Eléctrica (2do)	mod	44	6,83	1,00	98	1	2	1
42	Conforma. Tele (2do)	mod	44	6,65	1,00	87	1	2	1
43	Servicio devolución	servicio	45	100,00	1,00	598	1	1	0
44	Servicio préstamo	servicio	45	100,00	1,02	654	1	1	0
45	Estudiantes	mod	0	100,00	1,10	1000	0	0	0
Horizonte de planificación mínimo								50	

Anexo 3.8 Diseño de la captación y transmisión de datos para la implementación del MGCFL en ECASOL

Proceso	Variable	Fuente de información	Punto captación	Responsable registro	Tecnología captación	Frecuencia actualización	Tecnología transmisión	
Aprovisionamiento externo y nacional	ciclo	Contratos Facturas	Compras ECASOL	Jefe de compras	ETES	diaria	Manual/ Automático	
	desempeño real							
	existencias	partes cobertura	Almacenes Fábricas/Oficina de representación	comprador	Excel	diaria/semanal	Automático/ correo electrónico	
	índice de consumo	Reclamaciones a ECASOL por fábrica y a proveedores						
	demanda y pedidos	Pedidos de fábricas	Compras ECASOL	Jefe de compras	Excel/ETES	Trimestral/según necesidades		
Producción	ciclo	Partes de producción	Producción Fábricas	Jefe de producción/representante ante ECASOL	Excel	diaria		correo electrónico
	existencias							
	desempeño real	Ficha de costo de producción	Almacén Fábricas	Excel/Word	trimestral			
	índice de consumo	Solicitud de materias primas						
	demanda y pedidos				diaria			

Almacén	ciclo	Parte de cobertura	Almacén Fábricas	Jefe de almacén	Excel	diaria	correo electrónico	
	existencias					trimestral		
	desempeño real	Registro de mermas / Ajustes						
	índice de consumo							
	demanda y pedidos							
Clientes	ciclo	Registro de ventas	Ventas ECASOL	Jefe de ventas	ETES	diaria	Manual/ Automático	
	desempeño real							
	existencias							
	índice de consumo	Reclamaciones a ECASOL por Clientes	Ventas ECASOL /Cliente	Jefe de ventas /Cliente	ETES / Excel	trimestral	correo electrónico	
	demanda y pedidos	Demanda anual conciliada		Ventas ECASOL	Jefe de ventas	ETES	anual	manual
		Confirmación de Pedidos					semanal	teléfono/ correo electrónico

Anexo 3.9 Flujo de información para la gestión de la cadena de suministro de ECASOL



Anexo 3.10 Ejemplo de pantallas del sistema informático “MFL” para la empresa ECASOL

COMERCIALIZADORA
DE ACEITES COMESTIBLES



MODELO DE GESTIÓN COLABORATIVA DEL FLUJO LOGÍSTICO

[USUARIO: Patricia Valle] [[SALIR](#)]

Procesos Intervalos Demandas Programas Inventario Gráfico de inventario Utilización Gráfico de utilización Control

DEFINICIÓN DE PROCESOS

Nombre	Unidad	% demanda	Indice actividad	Capacidad	Leadtime lanzamiento	Leadtime entrega
Importación Aceite crudo	t	31.14	1.0025	99.01	22	10
Importación Aceite refino	t	31.41	1.2561	9.4	21	9
Importación de Etiquetas de 4L	mu	31.41	0.2732	9.4	21	9
Compra en Plaza de Bidón de 4 litros	mu	31.41	2.001	9.02	21	9
Refinación Regla	t	31.413	1.0121	66.67	10	9
Envasado Regla	t	31.412	1.0024	14.26	10	9
Almacén Wajay	t	23.86	1.0017	79	8	2
Almacén Santiago	t	23.85	1	43.24	7	2
Cientes Turismo	t	32.25	1.004	9	2	1
Cientes Cadena de Tiendas	t	5.32	1.01	99	2	1

10 resultados

+ Nuevo

Figura 1 Ejemplo de definición de procesos en el sistema “MFL” de ECASOL (usuario coordinador)

Reporte de la actividad Control

REPORTE DE LA ACTIVIDAD REAL DE CADA PROCESO DE LA CADENA DE SUMINISTRO

Intervalo

Intervalo No. en que se realiza el control			28	9 Julio al 15 Julio			
No.	Proceso	UM	Real acumulado hasta la fecha en:		Inventario del proceso (en UM del proceso)	Inventario del proceso (en producto final)	
			Lanzamiento	Entrega			
1	Importación Aceite crudo	t	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	
2	Importación Aceite refino	t	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	
3	Importación de Etiquetas de 4L	mu	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	
4	Compra en Plaza de Bidón de 4 litros	mu	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	

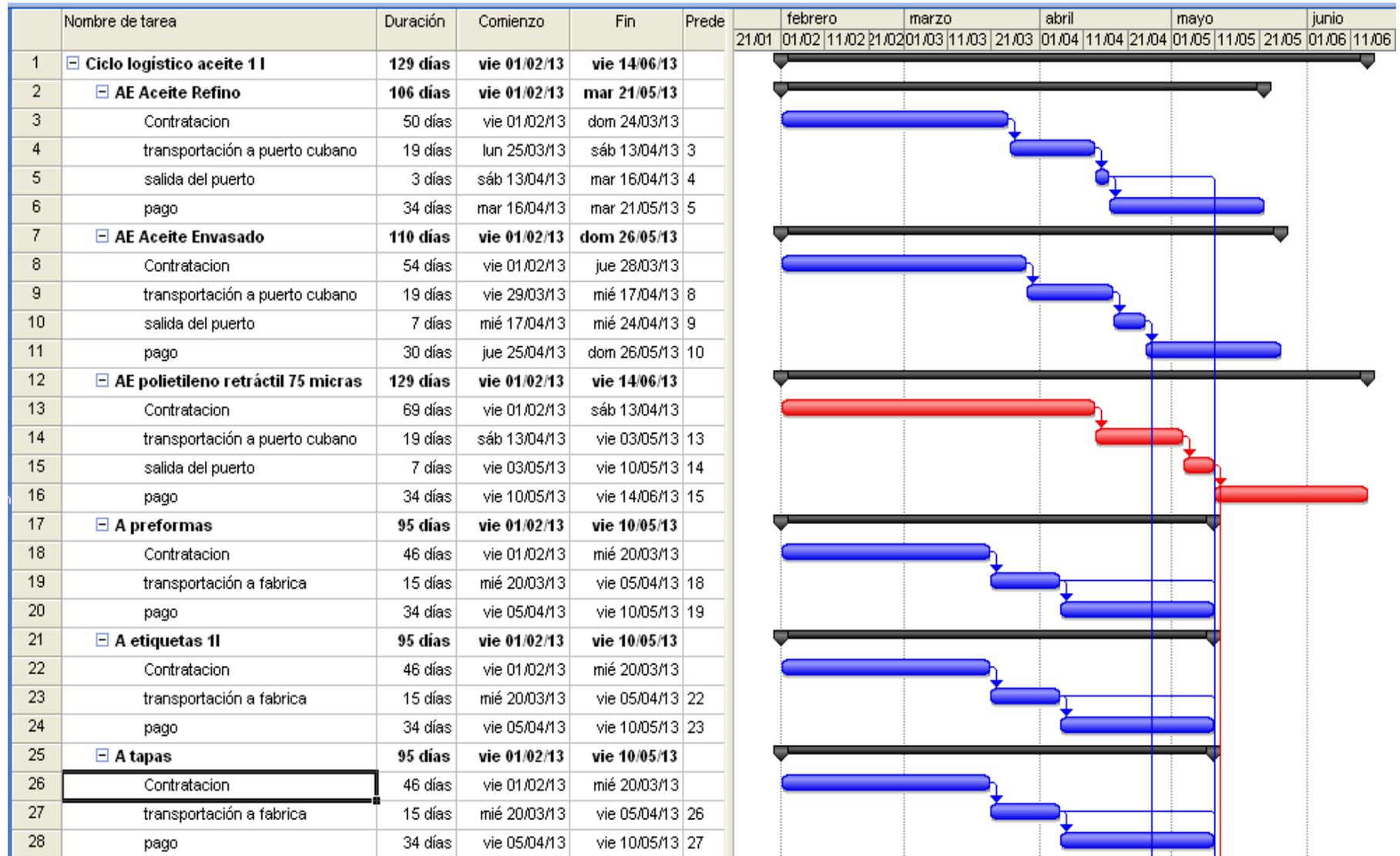
Figura 2 Ejemplo del reporte de actividad de de los proceso de compra para el intervalo 28 (usuario ejecutor)

Anexo 3.11 Contenido de la capacitación

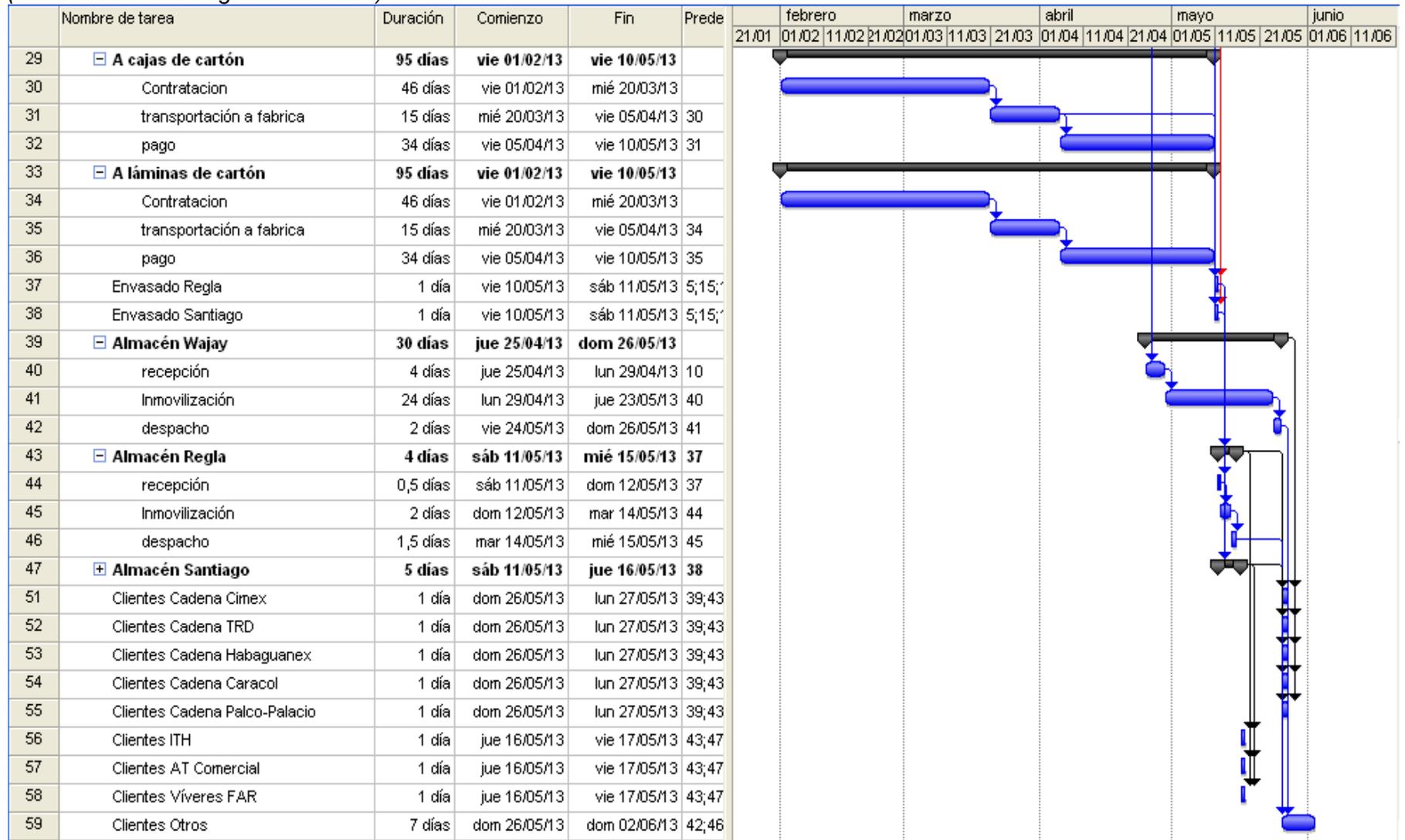
Actividad	Objetivo	Participantes	Duración
Actualización de Computación	Reactivar las habilidades de trabajo en Internet, correo y Excel	Compradores y Vendedores ECASOL	15 días
Adiestramiento en ETES	Ejecutar Compras en el ETES	Compradoras / Director Comercial / Logístico	2 meses
	Ejecutar Ventas en ETES	Vendedores / Director Comercial / Logístico	1 mes
Instrucción del MGCFL	Comprender el procedimiento de planificación	Compradores y Vendedores / Director Comercial / Logístico / Representantes Fábrica	1 mes
	Conocer y emplear la nueva documentación	Representantes Fábrica / Vendedores / Compradores	15 días
	Aplicar Procedimiento de planificación	Director Comercial / Logístico	3 meses

Nota: Además, se capacita al logístico de la empresa en el empleo del MGCFL y otras herramientas como: la SGCC, el MAP, el MGO y otros necesarios para su trabajo como coordinador.

Anexo 3.12 Diagrama de Gantt y ruta crítica del sistema logístico de aceite 1 litro



(Continuación del diagrama de Gantt)



Anexo 3.13 Demanda mensual de cada grupo de cliente para el aceite de 1 l

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	TOTAL
CIMEX	752	681	707	707	707	726	795	840	707	671	707	839	8839
TRD	500	500	500	500	500	500	533	500	500	500	533	533	6099
Habaguanex	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	660
Caracol	40	40	39	39	38	45	49	38	38	40	47	40	493
Palacio	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	144
ITH	31	31	31	29	28	28	29	29	27	27	30	31	351
AT-comercial	36	32	34	33	27	22	25	26	23	23	29	30	340
Víveres	0	12	12	12	12	12	12	13	13	0	0	0	98
Otros	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	504
TOTAL MENSUAL	1468	1405	1432	1429	1421	1442	1552	1555	1417	1370	1455	1582	17528

(Fuente: elaboración propia a partir de fichero "Demanda Cadenas y Turismo")

Anexo 3.14 Definición de la red de procesos de la cadena de suministro para aceite de 1 litro

No.	Denominación del proceso	UM	Procesos sucesores	% de la demanda total que procesa	Indice de consumo relacional	Capacidad (UM/intervalo)	Ciclo del proceso	Lead time de lanzamiento o recepción	Lead time de entrega
1	Importación Aceite Refino	t	9,10	82,95	1,02600	10000	106	120	14
2	Importación Aceite Envasado	t	11	17,05	1,00059	10000	110	142	32
3	Importación polietileno retráctil 75 micras	kg	9,10	82,95	5,13000	10000	129	143	14
4	Compra preformas	mu	9,10	82,95	1,00292	126,30	95	109	14
5	Compra etiquetas 1l	mu	9,10	82,95	1,00294	203,60	95	109	14
6	Compra tapas	mu	9,10	82,95	1,00286	273,89	95	109	14
7	Compra cajas de cartón	mu	9,10	82,95	1,00244	18,34	95	109	14
8	Compra tinta principal	l	9,10	82,95	1,00013	70,83	95	109	14
9	Envasado Regla	t	12	40,91	1,01600	25,97	1	7	6
10	Envasado Santiago	t	13	42,05	1,01000	23,75	1	14	13
11	Almacén Wajay	mu	14,15,16,17,18	17,05	1,00500	914,06	30	32	2
12	Almacén Regla	mu	14,15,16,17,18,19,20,21	40,91	1,01600	7,70	4	6	2
13	Almacén Santiago	mu	14,15,19,20,21,22	42,05	1,01000	81,99	5	13	8
14	Clientes Cadena Cimex	t	0	50,43	1,00000	10000	1	2	1
15	Clientes Cadena TRD	t	0	34,80	1,00000	10000	1	2	1
16	Clientes Cadena Habaguanex	t	0	3,77	1,00000	10000	1	2	1
17	Clientes Cadena Caracol	t	0	2,81	1,00000	10000	1	2	1
18	Clientes Cadena Palco-Palacio	t	0	0,82	1,00000	10000	1	2	1
19	Clientes ITH	t	0	2,00	1,00000	10000	1	2	1
20	Clientes AT-Comercial	t	0	1,94	1,00000	10000	1	2	1
21	Clientes Viveres FAR	t	0	0,56	1,00000	10000	1	2	1
22	Clientes Otros	t	0	2,88	1,00000	10000	7	8	1
Horizonte de planificación mínimo								143	

Norma de inventario total en la cadena **4887,39**

Anexo 3.15 Programa de lanzamiento para el aceite de 1 litro para los intervalos del 42 al 61

Intervalo No.	Demanda de los clientes		Lanzamiento o recepción acumulado a tener en cada proceso en cada intervalo																						
	En el intervalo	Acumulado	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	
	UM	t	t	kg	mu	mu	mu	mu	l	t	t	mu	mu	mu	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	
	Lead time de lanzamiento		120	142	143	109	109	109	109	109	7	14	32	6	13	2	2	2	2	2	2	2	2	2	8
	42	61	2219	7722	1752	43967	7119	7119	7118	7115	7099	1088	1279	699	1065	1255	1178	813	88	66	19	47	45	13	77
	43	61	2280	7762	1763	44230	7158	7158	7157	7154	7138	1111	1303	710	1088	1279	1206	832	90	67	20	48	46	13	78
	44	56	2336	7802	1773	44493	7197	7197	7196	7193	7177	1135	1327	720	1111	1303	1235	852	92	69	20	49	47	14	80
	45	56	2392	7842	1784	44757	7236	7236	7235	7232	7216	1158	1350	731	1135	1327	1263	872	94	70	21	50	49	14	82
	46	56	2449	7882	1794	45020	7275	7275	7275	7272	7255	1181	1374	742	1158	1350	1292	891	96	72	21	51	50	14	83
	47	56	2505	7922	1805	45283	7314	7314	7314	7311	7294	1205	1398	753	1181	1374	1320	911	99	74	22	52	51	15	85
	48	56	2561	7962	1815	45546	7353	7353	7353	7350	7333	1228	1422	763	1205	1398	1348	930	101	75	22	54	52	15	87
Línea de control	49	56	2617	8002	1826	45809	7392	7392	7392	7389	7372	1251	1446	774	1228	1422	1377	950	103	77	22	55	53	15	88
	50	56	2674	8042	1837	46073	7431	7431	7431	7428	7411	1275	1470	785	1251	1446	1405	969	105	78	23	56	54	16	90
	51	56	2730	8082	1847	46326	7470	7470	7470	7467	7450	1298	1494	795	1275	1470	1433	989	107	80	23	57	55	16	91
	52	56	2786	8122	1857	46580	7509	7509	7509	7506	7488	1322	1520	806	1298	1494	1462	1009	109	82	24	58	56	16	93
	53	56	2842	8162	1867	46834	7548	7548	7548	7545	7527	1345	1547	817	1322	1520	1490	1028	111	83	24	59	57	17	95
	54	56	2898	8214	1878	47088	7588	7588	7587	7584	7566	1368	1573	827	1345	1547	1518	1048	113	85	25	60	58	17	96
	55	56	2955	8267	1888	47341	7627	7627	7626	7623	7605	1392	1600	838	1368	1573	1547	1067	115	86	25	61	59	17	98
	56	56	3011	8320	1898	47595	7666	7666	7665	7662	7644	1415	1626	848	1392	1600	1575	1087	118	88	26	63	61	17	100
	57	56	3067	8372	1908	47849	7705	7705	7704	7701	7683	1438	1653	858	1415	1626	1603	1106	120	89	26	64	62	18	101
	58	56	3123	8425	1918	48103	7744	7744	7743	7740	7722	1462	1679	868	1438	1653	1632	1126	122	91	27	65	63	18	103
	59	56	3180	8478	1928	48356	7783	7783	7782	7779	7761	1488	1706	879	1462	1679	1660	1146	124	93	27	66	64	18	105
	60	56	3236	8530	1939	48610	7822	7822	7821	7818	7800	1514	1732	889	1488	1706	1688	1165	126	94	28	67	65	19	107
	61	56	3292	8583	1949	48864	7861	7861	7860	7857	7839	1540	1759	899	1514	1732	1717	1185	128	96	28	68	66	19	108

Anexo 3.16 Simulación y aplicación de las medias seleccionadas

No.	Proceso	UM	Real acumulado hasta la fecha en:		Inventario del Proceso (en UM del proceso)	Inventario del Proceso (equivalente en producto)	Inventario inicial en el intervalo 0
			Lanzamiento	Entregado			
1	Importación Aceite Refino	t	7600,00	0,00	7600	7407,4	1500
2	Importación Aceite Envasado	t	2630,00	0,00	2630	2628,5	100
3	Importación polietileno retráctil 75 kg	kg	38965,00	1952,00	37013	7215,0	200
4	Compra preformas	mu	2531,23	1705,21	826	823,6	5000
5	Compra etiquetas 1l	mu	3107,00	1471,75	1635	1630,5	521
6	Compra tapas	mu	3675,78	2233,75	1442	1437,9	7
7	Compra cajas de cartón	mu	299,90	270,46	29	29,4	15
8	Compra tinta principal	l	500,00	205,00	295	295,0	4
9	Envasado Regla	t	3863,00	3863,00	0	0,0	31
10	Envasado Santiago	t	1324,00	1324,00	0	0,0	50
11	Almacén Wajay	mu	1000,00	0,00	1000	995,0	4
12	Almacén Regla	mu	1346,67	646,38	700	689,3	4
13	Almacén Santiago	mu	843,82	786,73	57	56,5	8
14	Clientes Cadena Cimex	t	1568,48	765,57	803	802,9	0
15	Clientes Cadena TRD	t	1000,00	528,25	472	471,8	0
16	Clientes Cadena Habaguanex	t	117,12	57,16	60	60,0	0
17	Clientes Cadena Caracol	t	87,48	42,70	45	44,8	0
18	Clientes Cadena Palco-Palacio	t	23,00	12,47	11	10,5	0
19	Clientes ITH	t	175,00	135,60	39	39,4	0
20	Clientes AT-Comercial	t	189,00	122,40	67	66,6	0
21	Clientes Viveres FAR	t	17,20	17,20	0	0,0	0
22	Clientes Otros	t	89,00	42,80	46	46,2	0

Figura 1 Aplicación de los lanzamientos y entregas para suplir déficit detectado por el control

No.	Denominación del proceso	UM	Procesos sucesores	% de la demanda total que procesa	Indice de consumo relacional	Capacidad (UM/intervalo)	Ciclo del proceso	Lead time de lanzamiento o recepción	Lead time de entrega
1	Importación Aceite Refino	t	9,10	82,95	1,02600	10000	106	120	14
2	Importación Aceite Envasado	t	11	17,05	1,00059	10000	110	142	32
3	Importación polietileno retráctil 75 micras	kg	9,10	82,95	5,13000	10000	95	109	14
4	Compra preformas	mu	9,10	82,95	1,00292	126,30	95	109	14
5	Compra etiquetas 1l	mu	9,10	82,95	1,00294	203,60	95	109	14
6	Compra tapas	mu	9,10	82,95	1,00286	273,89	95	109	14
7	Compra cajas de cartón	mu	9,10	82,95	1,00244	18,34	95	109	14
8	Compra tinta principal	l	9,10	82,95	1,00013	70,83	95	109	14
9	Envasado Regla	t	12	40,91	1,01600	25,97	1	7	6
10	Envasado Santiago	t	13	42,05	1,01000	23,75	1	14	13
11	Almacén Wajay	mu	14,15,16,17,18	17,05	1,00500	914,06	30	32	2
12	Almacén Regla	mu	14,15,16,17,18,19,20,21	40,91	1,01600	7,70	4	6	2
13	Almacén Santiago	mu	14,15,19,20,21,22	42,05	1,01000	81,99	5	13	8
14	Clientes Cadena Cimex	t	0	50,43	1,00000	10000	1	2	1
15	Clientes Cadena TRD	t	0	34,80	1,00000	10000	1	2	1
16	Clientes Cadena Habaguanex	t	0	3,77	1,00000	10000	1	2	1
17	Clientes Cadena Caracol	t	0	2,81	1,00000	10000	1	2	1
18	Clientes Cadena Palco-Palacio	t	0	0,82	1,00000	10000	1	2	1
19	Clientes ITH	t	0	2,00	1,00000	10000	1	2	1
20	Clientes AT-Comercial	t	0	1,94	1,00000	10000	1	2	1
21	Clientes Viveres FAR	t	0	0,56	1,00000	10000	1	2	1
22	Clientes Otros	t	0	2,88	1,00000	10000	7	8	1
Horizonte de planificación mínimo								142	

Norma de inventario total en la cadena 4853,21

Figura 2 Cambio del ciclo y lead time de lanzamiento en el proceso de Importación de polietileno retráctil 75 micras