



Universidad Austral de Chile

Facultad de Ciencias de la Ingeniería
Escuela de Ingeniería Civil en Informática

“DESARROLLO DE UN PROTOTIPO DE
SOFTWARE DE UN SISTEMA DE DISTRIBUCION
COMERCIAL EN CADENAS DE SUMINISTRO
EMPLEANDO UML”

Tesis para optar al Título de:
Ingeniero Civil en Informática

Profesor Patrocinante:
Sr. Martín Solar Monsalves.
Ingeniero Civil Industrial
Magíster en Administración de Empresas (MBA)

ANDREA PAZ HERNANDEZ REISER
VALDIVIA- CHILE

2006

Valdivia, 04 de Abril de 2006

De : Martín Gonzalo Solar Monsalves

A : Director Escuela Ingeniería Civil en Informática

Ref. : Informe Calificación Trabajo de Titulación

Nombre Trabajo de Titulación:

"DESARROLLO DE UN PROTOTIPO DE SOFTWARE DE UN SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN COMERCIAL EN CADENAS DE SUMINISTROS EMPLEANDO UML"

Nombre Alumno:

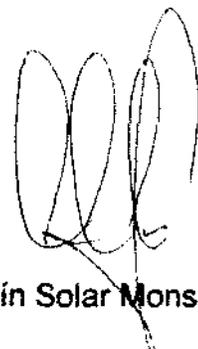
Andrea Paz Hernández Reiser.

Evaluación:

Cumplimiento del objetivo propuesto	7.0
Satisfacción de alguna necesidad	7.0
Aplicación del método científico	6.0
Interpretación de los datos y obtención de conclusiones	7.0
Originalidad	7.0
Aplicación de criterios de análisis y diseño	7.0
Perspectivas del trabajo	6.5
Coherencia y rigurosidad lógica	7.0
Precisión del lenguaje técnico en la exposición, composición, redacción e ilustración	6.5

Nota Final **6.8**

Sin otro particular, atte.:



Martín Solar Monsalves

COMUNICACIÓN INTERNA N° 41/06

REF. CALIFICACIÓN
PROYECTO DE
TÍTULO.

VALDIVIA, 12 de Abril de 2006

DE: ERICK ARAYA A.

A : DIRECTOR ESCUELA INGENIERÍA CIVIL EN INFORMÁTICA

MOTIVO:

INFORME TRABAJO DE TITULACIÓN

Nombre Trabajo de Titulación: DESARROLLO DE UN PROTOTIPO DE SOFTWARE DE UN SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN COMERCIAL EN CADENAS DE SUMINISTRO EMPLEANDO UML

Nombre del Alumno: ANDREA PAZ HERNÁNDEZ REISER

Nota : 6,5
(en números)

SEIS COMA CINCO
(en letras)

FUNDAMENTO DE LA NOTA:

La estructura de la tesis debió ser un poco diferente a la propuesta, esto es, primero una breve introducción, luego los objetivos, información previa sobre cadenas de suministros, distribución comercial, UML, estado del arte, etc.

Faltó abordar con mayor profundidad la selección del método de optimización.

Existen algunos errores de redacción, principalmente en los capítulos de diseño y desarrollo del prototipo.

El trabajo es muy interesante: el estudio previo se observa extenso y, en algunos casos complejo. La solución propuesta avala y contrapesa las dificultades indicadas en los párrafos anteriores.

Considerar : Cumplimiento del objetivo propuesto
Satisfacción de alguna necesidad
Aplicación del método científico
Interpretación de los datos y obtención de conclusiones
Originalidad
Aplicación de criterios de análisis y diseño
Perspectivas del trabajo
Coherencia y rigurosidad lógica
Precisión del lenguaje técnico en la exposición, composición, redacción e ilustración.

Atentamente,





Universidad Austral de Chile
Instituto de Informática

Valdivia 5 de abril de 2006
Comunicación interna N° 036/06

De: Dr. Raimundo Vega V.
A : Sr. Juan Pablo Salazar
Director, Escuela de Ingeniería Civil en Informática

Motivo:

Estimado Director,

Informo a usted que he revisado la Tesis de la Srta. Andrea Paz Hernández Reiser, titulada "DESARROLLO DE UN PROTOTIPO DE SOFTWARE DE UN SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN COMERCIAL EN CADENAS DE SUMINISTROS EMPLEANDO UML".

Por lo anterior, pude constatar que la tesis de la Srta. Hernández alcanza los objetivos planteados comprendiendo cabalmente un Sistema de distribución Comercial y aplicando correctamente la metodología de análisis y diseño empleando notación UML. Asimismo, debido a la adecuada redacción y estructura de la tesis se comprueba la rigurosidad aplicada en cada etapa del desarrollo del prototipo software las etapas de construcción del prototipo software de un Sistema de Distribución Comercial.

Por tal motivo, he resuelto calificar la Tesis de la Srta. Andrea Hernández R. con nota 6.8 (seis coma ocho).

Sin otro particular, reciba un cordial saludo,

Dr. Raimundo Vega V.

Instituto de Informática

INDICE DE CONTENIDOS

AGRADECIMIENTOS	8
RESUMEN.....	9
SUMMARY	10
ESTRUCTURA DE LA TESIS.....	11
CAPITULO 1. INTRODUCCION.....	12
1.1 SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN COMERCIAL.	12
1.1.1 DEFINICIÓN, OBJETIVOS, TENDENCIAS Y UTILIDADES.....	12
1.1.2 CANALES DE DISTRIBUCIÓN	14
1.1.3 UTILIDAD DE INTERMEDIARIOS	15
1.1.4 FUNCIONES DE LA DISTRIBUCIÓN COMERCIAL.....	17
1.1.5 IMPORTANCIA Y BENEFICIOS DE UN SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN COMERCIAL EN UNA EMPRESA	18
1.1.5.1 Beneficios para el consumidor final:	19
1.1.5.2 Beneficios para la Empresa:	19
1.2 CADENAS DE SUMINISTRO	21
1.2.1 ¿QUE ES UNA CADENA DE SUMINISTRO?.....	21
1.2.2 DEFINICIÓN Y DIFERENCIACIÓN CONCEPTUAL DE LA CADENA DE SUMINISTRO Y LA LOGÍSTICA.	22
1.2.3 DEFINICIÓN Y DIFERENCIACIÓN CONCEPTUAL DE LA CADENA DE SUMINISTRO Y LA CADENA DE VALOR.....	23
1.3 MODELOS DE OPTIMIZACION PARA LA CADENA DE SUMINISTRO.	25
1.3.1 MODELOS DE OPTIMIZACIÓN.....	26
1.3.1.1 Primer Modelo:	26
1.3.1.2 Segundo Modelo:	31
1.4 LENGUAJE DE MODELAMIENTO UNIFICADO	37
1.4.1 DEFINICIÓN	37
1.4.2 OBJETIVOS UML	39
1.4.3 DIAGRAMAS UML	40
1.4.3.1 Diagramas de Caso de Uso.....	40
1.4.3.2 Diagramas Conceptuales.....	40
1.4.3.3 Diagramas de Actividad	41
1.4.3.4 Diagramas de Estados	42
1.4.3.5 Diagramas de Secuencias	42
1.4.3.6 Diagramas de Colaboración.....	42
1.4.3.7 Diagramas de Clases.....	43
1.4.3.8 Diagramas de Componentes	43
1.4.3.9 Diagramas de Despliegue	44
CAPITULO 2: ANTECEDENTES GENERALES Y OBJETIVOS.....	45
2.1 ANTECEDENTES GENERALES.....	45
2.2 OBJETIVOS.....	47
2.2.1 OBJETIVOS GENERALES	47
2.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	47
CAPITULO 3: ESTADO DEL ARTE.....	48
3.1 ENFOQUES DE LA CADENA DE SUMINISTRO Y LA DISTRIBUCIÓN COMERCIAL.....	48
3.1.1 UN MARCO DE TRABAJO PARA INTEGRAR UN SISTEMA COMPUTARIZADO UTILIZANDO TÉCNICAS DE VEHICLE ROUTING PARA LA DISTRIBUCIÓN COMERCIAL.....	48
3.1.1.1 CVRS	49
3.1.1.2 Optimización de la distribución con un Sistema computarizado de rutas.....	50

3.1.2	TERCERIZACIÓN DEL TRANSPORTE EN EL CONTEXTO DE LA CADENA DE SUMINISTRO.....	52
3.1.2.1	Introducción.....	52
3.1.2.2	Tercerización (Outsourcing)	52
3.1.3	LA EMPRESA VIRTUAL PARA LA GESTIÓN DE LA CADENA DE SUMINISTRO.....	54
3.1.3.1	Empresas Virtuales autónomas. La Cadena de suministro como un sistema multiagente	55
3.1.4	SISTEMA OPCHAIN: OPTIMIZACIÓN DE LA CADENA DE SUMINISTRO.....	56
3.1.4.1	Objetivos y resultados	56
3.1.5	ANÁLISIS DEL MODELO SCOR PARA LA GESTIÓN DE LA CADENA DE SUMINISTRO.....	58
3.1.6	INTEGRACIÓN DE LA CADENA DE SUMINISTRO EN EL SECTOR RETAIL.....	60
3.1.6.1	Introducción.....	60
3.1.6.2	SCM	61
3.1.6.3	Empresas retail y tecnologías de información.....	63
3.1.7	mySAP SCM.....	64
3.1.7.1	Funcionalidades	65
3.1.7.2	Ventajas	65
3.1.8	EL GEOMARKETING Y LA DISTRIBUCIÓN COMERCIAL	66
3.1.8.1	Introducción.....	66
3.1.8.2	Geomarketing.....	66
3.1.8.3	Elementos de un sistema de Geomarketing	67
CAPITULO 4: ANALISIS Y DISEÑO UTILIZANDO UML.....		69
4.1	CASO DE ESTUDIO	69
4.2	REQUERIMIENTOS PARA LA MODELACION.....	70
4.3	FUNCIONES DEL SISTEMA	71
4.3.1	FUNCIONES BÁSICAS DEL MÓDULO GENERAL.....	71
4.3.2	FUNCIONES BÁSICAS DEL MÓDULO CENTROS DE DISTRIBUCIÓN DE PRODUCTOS TERMINADOS.....	71
4.3.3	FUNCIONES BÁSICAS DEL MÓDULO CENTROS PRODUCTIVOS DE MATERIAS PRIMAS.....	71
4.3.4	FUNCIONES BÁSICAS DEL MÓDULO FÁBRICA.....	72
4.3.5	FUNCIONES BÁSICAS DEL MÓDULO EMPRESA.....	72
4.4	DIAGRAMA DE CASOS DE USO	73
4.5	CASOS DE USO.....	74
4.5.1	IDENTIFICACIÓN DE ACTORES Y CASOS DE USO.....	74
4.6	CASOS DE USO DE ALTO NIVEL	74
4.6.1	CASO DE USO: INGRESO DE ADMINISTRADORES	74
4.6.2	CASO DE USO: INGRESAR DEMANDA DE LOS CENTROS DE DISTRIBUCIÓN DE PRODUCTOS TERMINADOS.....	75
4.6.3	CASO DE USO: INGRESAR COSTOS DE ALMACENAMIENTO Y TRANSPORTE PARA LOS CENTROS DE DISTRIBUCIÓN DE PRODUCTOS TERMINADOS.....	75
4.6.4	CASO DE USO: INGRESAR CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO PARA LOS CENTROS DE DISTRIBUCIÓN DE PRODUCTOS TERMINADOS.....	76
4.6.5	CASO DE USO: INGRESAR EXISTENCIAS DE PRODUCTOS PARA LOS CENTROS DE DISTRIBUCIÓN DE PRODUCTOS TERMINADOS.....	76
4.6.6	CASO DE USO: PRODUCCIÓN DE MATERIAS PRIMAS PARA LOS CENTROS PRODUCTIVOS.....	77
4.6.7	CASO DE USO: PLANIFICACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE MATERIAS PRIMAS.....	77
4.6.8	CASO DE USO: INGRESAR COSTOS DE ALMACENAMIENTO Y TRANSPORTE PARA LOS CENTROS DE PRODUCCIÓN DE MATERIAS PRIMAS.....	78
4.6.9	CASO DE USO: COEFICIENTE DE CONVERSIÓN DE MATERIAS PRIMAS EN PRODUCTOS TERMINADOS.....	78
4.6.10	CASO DE USO: INGRESAR EXISTENCIAS DE PRODUCTOS TERMINADOS PARA LA FÁBRICA.....	79
4.6.11	CASO DE USO: INGRESAR CAPACIDAD PRODUCTIVA PARA LA FÁBRICA.....	79
4.6.12	CASO DE USO: INGRESAR COSTOS DE ALMACENAMIENTO PARA LA FÁBRICA.....	79
4.6.13	CASO DE USO: MOSTRAR DATOS INGRESADOS EN LA EMPRESA.....	80
4.6.14	CASO DE USO: DISTRIBUCIÓN ÓPTIMA PARA LA EMPRESA.....	80
4.7	CASOS DE USO EXPANDIDO (CURSO NORMAL DE EVENTOS).....	81
4.7.1	CASO DE USO: INGRESO DE ADMINISTRADORES.....	81
4.7.1.1	Sección 1: Administrador Centros de Distribución.....	81

4.7.1.2 Sección 2: Administrador Centros Productivos.....	82
4.7.1.3 Sección 3: Administrador Fábrica	82
4.7.1.4 Sección 4: Administrador Jefe.....	83
4.7.2 CASO DE USO: INGRESAR DEMANDAS DE LOS CENTROS DE DISTRIBUCIÓN DE PRODUCTOS TERMINADOS.	83
4.7.3 CASO DE USO: INGRESAR COSTOS DE ALMACENAMIENTO Y TRANSPORTE DE LOS CENTROS DE DISTRIBUCIÓN DE PRODUCTOS TERMINADOS.	84
4.7.4 CASO DE USO: INGRESAR CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO PARA LOS CENTROS DE DISTRIBUCIÓN DE PRODUCTOS TERMINADOS.	85
4.7.5 CASO DE USO: INGRESAR EXISTENCIAS DE PRODUCTOS PARA LOS CENTROS DE DISTRIBUCIÓN DE PRODUCTOS TERMINADOS.	86
4.7.6 CASO DE USO: PRODUCCIÓN DE MATERIAS PRIMAS PARA LOS CENTROS PRODUCTIVOS.....	87
4.7.7 CASO DE USO: PLANIFICARON DE LA PRODUCCIÓN DE MATERIA PRIMA	87
4.7.8 CASO DE USO: INGRESAR COSTOS DE ALMACENAMIENTO Y TRANSPORTE PARA LOS CENTROS DE PRODUCCIÓN DE MATERIA PRIMA	88
4.7.9 CASO DE USO: COEFICIENTE DE CONVERSIÓN DE MATERIAS PRIMAS EN PRODUCTOS TERMINADOS.	89
4.7.10 CASO DE USO: INGRESAR EXISTENCIAS DE PRODUCTOS TERMINADOS PARA LA FÁBRICA. ...	90
4.7.11 CASO DE USO: INGRESAR CAPACIDAD PRODUCTIVA PARA LA FÁBRICA.	90
4.7.12 CASO DE USO: INGRESAR COSTOS DE ALMACENAMIENTO PARA LA FÁBRICA.....	91
4.7.13 CASO DE USO: MOSTRAR DATOS INGRESADOS EN LA EMPRESA.....	92
4.7.13.1 Sección 1: Centros de Distribución	92
4.7.13.2 Sección 2: Centros de Productivos	93
4.7.13.3 Sección 3: Fábrica.....	93
4.7.14 CASO DE USO: DISTRIBUCIÓN ÓPTIMA PARA LA EMPRESA.....	94
4.8 DIAGRAMA DE SECUENCIAS PARA CADA CASO DE USO.....	95
4.8.1 CASO DE USO: INGRESO DE ADMINISTRADORES.....	95
4.8.1.1 SECCIÓN 1 ADMINISTRADOR CENTROS DE DISTRIBUCIÓN.....	95
4.8.1.2 SECCIÓN 2 ADMINISTRADOR CENTROS PRODUCTIVOS.	96
4.8.1.3 SECCIÓN 3 ADMINISTRADOR FÁBRICA.....	96
4.8.1.4 SECCIÓN 4 ADMINISTRADOR JEFE.....	97
4.8.2 CASO DE USO: INGRESAR DEMANDAS DE LOS CENTROS DE DISTRIBUCIÓN DE PRODUCTOS TERMINADOS.	97
4.8.3 CASO DE USO: INGRESAR COSTOS DE ALMACENAMIENTO Y TRANSPORTE PARA LOS CENTROS DE DISTRIBUCIÓN DE PRODUCTOS TERMINADOS.....	98
4.8.4 CASO DE USO: INGRESAR CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO PARA LOS CENTROS DE DISTRIBUCIÓN DE PRODUCTOS TERMINADOS.	98
4.8.5 CASO DE USO: INGRESAR EXISTENCIAS DE PRODUCTOS PARA LOS CENTROS DE DISTRIBUCIÓN DE PRODUCTOS TERMINADOS.	99
4.8.6 CASO DE USO: PRODUCCIÓN DE MATERIAS PRIMAS PARA LOS CENTROS PRODUCTIVOS.....	99
4.8.7 CASO DE USO: PLANIFICACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE MATERIAS PRIMAS.	100
4.8.8 CASO DE USO: INGRESAR COSTOS DE ALMACENAMIENTO Y TRANSPORTE PARA LOS CENTROS PRODUCTIVOS DE MATERIA PRIMA.	100
4.8.9 CASO DE USO: COEFICIENTE DE CONVERSIÓN DE MATERIAS PRIMAS EN PRODUCTOS TERMINADOS PARA LA FÁBRICA.....	101
9.4.10 CASO DE USO: INGRESAR EXISTENCIAS DE PRODUCTOS TERMINADOS PARA LA FÁBRICA. .	101
4.8.11 CASO DE USO: INGRESAR CAPACIDAD PRODUCTIVA PARA LA FÁBRICA.	102
4.8.12 CASO DE USO: INGRESAR COSTOS DE ALMACENAMIENTO PARA LA FÁBRICA.....	102
4.8.13 CASO DE USO: MOSTRAR DATOS INGRESADOS PARA LA EMPRESA.....	103
4.8.13.1 SECCIÓN 1 CENTROS DE DISTRIBUCIÓN	103
4.8.13.2 SECCIÓN 2 CENTROS PRODUCTIVOS.....	103
4.8.13.3 SECCIÓN 3 FÁBRICA.	104
4.8.14 CASO DE USO: DISTRIBUCIÓN ÓPTIMA PARA LA EMPRESA	104
CAPITULO 5: DESARROLLO E IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA PROTOTIPO PARA LA DISTRIBUCIÓN COMERCIAL EN CADENAS DE SUMINSTRO	105
5.1 ELECCIÓN DEL MODELO DE OPTIMIZACIÓN.....	105
5.2 ESQUEMA PROTOTIPO.....	106
5.3 MODELO DE DATOS	107
5.4 HERRAMIENTAS UTILIZADAS.....	108

5.5 APLICACIÓN DE UN SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN COMERCIAL EN CADENAS DE SUMINISTRO.....	109
5.5.1 MÓDULO GENERAL	109
5.5.2 MÓDULO CERTIFICACIÓN	110
5.5.3 MÓDULO CENTROS PRODUCTIVOS.....	110
5.5.4 MÓDULO CENTROS DE DISTRIBUCIÓN.....	114
5.5.5 MÓDULO FÁBRICA.....	117
5.5.6 MÓDULO EMPRESA.....	120
5.5.7 MÓDULO DATOS.	125
CAPITULO 6: CONCLUSIONES.....	127
CAPITULO 7: FUTURAS MEJORAS AL SISTEMA PROTOTIPO.....	130
CAPITULO 8: BIBLIOGRAFIA.....	132
CAPITULO 9: ANEXOS.....	136
9.1 ANEXO 1: TERCER MODELO DE OPTIMIZACIÓN.....	136
9.2 ANEXO 2: CUARTO MODELO DE OPTIMIZACIÓN.	148

INDICE DE FIGURAS

Figura 1.1: Esquema de los Canales de Distribución	15
Figura 1.2a: Situación 1	17
Figura 1.2b: Situación 2	17
Figura 1.3: Configuración de la Cadena de Suministros	22
Figura 1.4: Principales Funciones de la Logística	22
Figura 1.5: Marco del Proceso de Gestión de la Cadena de Suministro.....	25
Figura 1.6: Esquema Primer modelo	28
Figura 1.7: Esquema Segundo Modelo	31
Figura 1.8: Enfoques de UML.....	38
Figura 3.1: Esquema CVRS	49
Figura 3.2: Enfoque del Outsourcing en la empresa	53
Figura 3.3: Desde la empresa extendida a la empresa virtual en la gestión de la cadena de suministro.	55
Figura 3.4: Enfoques OPCHAIN.....	57
Figura 3.5: Enfoque SCOR	59
Figura 3.6: Niveles del Modelo SCOR.....	60
Figura 3.7: Áreas SCM	63
Figura 3.8: Perspectiva espacial en los elementos del Marketing-mix.....	67
Figura 3.9: Elementos de un Sistema de Geomarketing.....	68
Figura 4.1: Esquema de los componentes involucrados en la distribución comercial de una empresa.....	70
Figura 4.2: Diagrama de casos de Uso	73
Figura 4.3: Diagrama de Secuencias, para el caso de uso Ingreso de Administrador.	95
Figura 4.4: Diagrama de Secuencias, para la Sección 1 Administrador Centros de Distribución.	95
Figura 4.5: Diagrama de Secuencias, para la Sección 2 Administrador Centros de Productivos.	96
Figura 4.6: Diagrama de Secuencias, para la Sección 3 Administrador Fábrica. ...	96
Figura 4.7: Diagrama de Secuencias, para la Sección 4 Administrador Jefe.....	97
Figura 4.8: Diagrama de Secuencias, para el caso de uso Ingresar Demandas para los Centros de Distribución de Productos Terminados.	97
Figura 4.9: Diagrama de Secuencias, para el caso de uso Ingresar Costos de Almacenamiento y Transporte para los Centros de Distribución de Productos Terminados.	98
Figura 4.10: Diagrama de Secuencias, para el caso de uso Capacidad de Almacenamiento para los Centros de Distribución de Productos Terminados.	98
Figura 4.11: Diagrama de Secuencias, para el caso de uso Ingresar Existencias de Productos para los Centros de Distribución de Productos Terminados.....	99
Figura 4.12: Diagrama de Secuencias, para el caso de uso Producción de Materias Primas para los Centros Productivos.....	99
Figura 4.13: Diagrama de Secuencias, para el caso de uso Planificación de la Producción de Materias Primas.....	100
Figura 4.14: Diagrama de Secuencias, para el caso de uso Ingresar Costos de Almacenamiento y Transporte para los Centros Productivos de Materias primas.	100
Figura 4.15: Diagrama de Secuencias, para el caso de uso Ingresar Coeficiente de Conversión de Materias Primas en Productos Terminados para la Fábrica.	101

Figura 4.16: Diagrama de Secuencias, para el caso de uso Ingresar Existencias de Productos Terminados para la Fábrica.	101
Figura 4.17: Diagrama de Secuencias, para el caso de uso Ingresar Capacidad Productiva para la Fábrica.	102
Figura 4.18: Diagrama de Secuencias, para el caso de uso Ingresar Costos de Almacenamiento para la Fábrica.	102
Figura 4.19: Diagrama de Secuencias, para el caso de uso Mostrar Datos ingresados para la Empresa.	103
Figura 4.20: Diagrama de Secuencias, para la Sección 1 Centros de Distribución.	103
Figura 4.21: Diagrama de Secuencias, para la Sección 2 Centros Productivos.	103
Figura 4.22: Diagrama de Secuencias, para la Sección 3 Fábrica	104
. 104	
Figura 4.23: Diagrama de Secuencias, para el caso de uso Distribución Óptima de Materias Primas y Productos Terminados.	104
Figura 5.1: Esquema Base Prototipo	107
Figura 5.2: Modelo de Datos	108
Figura 5.3: Interfaz Grafica del Módulo Principal.....	109
Figura 5.4: Interfaz Grafica del Módulo Certificación	110
Figura 5.5: Interfaz Grafica del Módulo Centros Productivos de Materia Prima	111
Figura 5.6: Interfaz Módulo Centros Productivos de Materia Prima opción Producción	112
Figura 5.7: Interfaz Módulo Centros Productivos de Materia Prima opción Costos	113
Figura 5.8: Interfaz Módulo Centros Productivos de Materia Prima opción Planificación	113
Figura 5.9: Interfaz Grafica del Módulo Centros Distribución de Productos Terminados	114
Figura 5.10: Interfaz Módulo Centros de Distribución de Productos Terminados opción Demandas	115
Figura 5.11: Interfaz Módulo Centros de Distribución de Productos Terminados opción Costos.	116
Figura 5.12: Interfaz Módulo Centros de Distribución de Productos Terminados opción Existencias	116
Figura 5.13: Interfaz Módulo Centros de Distribución de Productos Terminados opción Capacidad	117
Figura 5.14: Interfaz Grafica del Módulo Fábrica	118
Figura 5.15: Interfaz Módulo Fábrica Opción Costos.....	118
Figura 5.16: Interfaz Módulo Fábrica Opción Capacidad Productiva.....	119
Figura 5.17: Interfaz Módulo Fábrica Opción Existencias.....	119
Figura 5.18: Interfaz Módulo Fábrica Opción Coeficiente.....	120
Figura 5.19: Interfaz Grafica Módulo Empresa	121
Figura 5.20: Interfaz Módulo Empresa Opción Formar.....	122
Figura 5.21: Interfaz Módulo Empresa Opción Calcular distribución	123
Figura 5.22: Interfaz Módulo Empresa Opción Interpretación	123
Figura 5.23: Interfaz Módulo Empresa Opción Interpretación	124
Figura 5.24: Interfaz Módulo Empresa Opción Guardar Distribución	124
Figura 5.25: Interfaz grafica Módulo Datos	125
Figura 5.26: Interfaz grafica Módulo Datos Opción Centros Productivos	126
Figura 5.27: Interfaz grafica Módulo Datos Opción Centros de Distribución.....	126
Figura 5.28: Interfaz grafica Módulo Datos Opción Fábrica	126

AGRADECIMIENTOS

Mis sinceros agradecimientos al profesor Martín Solar, por el continuo apoyo en la investigación y elaboración de esta tesis, y la confianza depositada en mí para realizar este trabajo.

A mis padres, Raúl y Angélica, y a mi hermano Jorge, por todo lo que han hecho por mí, por el apoyo emocional y económico, y porque sin ellos no hubiera llegado ha este momento.

También quiero agradecer a todo aquel de una u otra forma ayudo en este trabajo, amigos, compañeros, profesores, y en especial a Rodrigo Zúñiga por su apoyo en la primera etapa de esta tesis.

A Juan Carlos por su continuo apoyo, comprensión y estímulo en el desarrollo de esta tesis.

RESUMEN

La introducción permanente de nuevas tecnologías y la creciente competencia en los mercados locales y globales, exigen identificar nuevas fuentes de ventajas competitivas, es por esto que las Empresas, para responder a estas exigencias, se han centrado en mejorar e intentar elaborar un eficiente Sistemas de Distribución Comercial y una optimización en sus Cadenas de suministro.

En este trabajo se presenta un desarrollo teórico conceptual sobre la Distribución Comercial y la Cadena de suministro, destacando la relevancia que poseen estos conceptos en una Empresa.

El objetivo general de este trabajo, se centra en la construcción de un prototipo de un Sistema de Distribución Comercial en Cadenas de suministro, que sea capaz de elaborar una distribución adecuada de sus productos de forma de minimizar los costos que esto implica. Este prototipo provee a los usuarios la información acerca de cómo deben distribuir sus productos.

Este prototipo fue desarrollado en base a un Modelo de optimización de la Cadena de suministro y al lenguaje de modelamiento unificado (UML) que se presentan en esta tesis, UML proporciona herramientas para diseñar e implementar los requerimientos, clases y funciones del sistema de forma anticipada.

El Sistema prototipo de la Distribución Comercial en Cadenas de suministro que se detallará en la presente tesis, se basa en un aplicación que cuenta con diferentes módulos, que tienen relación con cada uno de los involucrados en la cadena de suministro de una Empresa (Centros de Distribución, Centros productivos, Fabricas, entre otros), y un modulo final que se encarga de calcular a distribución optima de los productos.

SUMMARY

The permanent introduction of new technologies and the increasing competition in the local and global markets, demand to identify new sources of competitive advantages, is it for this reason that the companies, to respond to these exigencies, have been centered in improving and trying to elaborate an efficient Systems of Commercial Distribution and an optimization in their Supply Chain.

In this work a theoretical development on the Commercial Distribution and the Supply Chain is presented, emphasizing the relevance that have these concepts in a Company.

The main objective of this work is centered in the construction of a prototype of a System of Commercial Distribution in Supply Chain that is able to elaborate an adapted distribution of their products of form to diminish the costs that this implies. This prototype provides to the users the information about how they must distribute his products.

This prototype was developed on the basis of the Models of optimization of the Supply Chain and the methodologies UML that appear in this thesis, these methodologies provide tools to design and to implement the requirements, classes and functions of the system of anticipated form.

The prototype System of the Commercial Distribution in Supply Chain that was detailed in the present thesis, is based on an application that counts on different modules, that they have relation with each one of the involved ones in the Supply Chain of a Company (Centers of Distribution, Productive Centers, among others), and a final module that orders to calculate the optimal distribution of the products.

ESTRUCTURA DE LA TESIS

El presente trabajo de tesis está organizado en 9 capítulos, cuyos contenidos se describen a continuación:

Capítulo 1, se encuentran los fundamentos teóricos sobre la Distribución comercial, la Cadena de suministro y el Lenguaje de Modelamiento Unificado

Capítulo 2, se exponen los antecedentes generales del problema, y los objetivos generales y específicos que involucran este trabajo de tesis.

Capítulo 3, se presenta el estado del arte en lo que respecta a la gestión y optimización de la Cadena de suministro, y los sistemas de Distribución comercial.

Capítulo 4, se realiza el análisis y diseño del sistema prototipo, utilizando UML.

Capítulo 5 se presenta el desarrollo e implementación del proyecto de tesis.

Capítulo 6 se recogen las conclusiones del trabajo realizado.

Capítulo 7 se describen las futuras mejoras del sistema prototipo elaborado.

Capítulo 8 se desarrolla un detalle de la bibliografía utilizada y consultada como apoyo para el análisis, construcción e implementación del sistema aplicado.

Capítulo 9 se presentan los anexos correspondientes, que complementan el desarrollo de la presente Tesis.

Se adjunta a esta tesis, anexos en formato digital, que contemplan casi todos los diagramas de la modelación UML.

CAPITULO 1. INTRODUCCION.

En este capítulo describirán los principales conceptos que involucran a este trabajo de tesis. Se comenzará explicando en qué consiste un Sistema de Distribución Comercial, sus principales características y funciones.

Además se definirá qué es una Cadena de suministro, explicando las diferencias conceptuales que existen entre ésta y los conceptos como la Logística y la Cadena de valor.

También se explicarán algunos Modelos de optimización para la Cadena de suministro, ya que estos modelos son una herramienta para poder mejorar la optimización en tareas como por ejemplo la planificación del suministro y la demanda, como también la planificación de la producción entre otras actividades. Y así, tomando uno de estos modelos elaborar un Sistema de Distribución Comercial para la Cadena de suministro de manera eficiente.

Por ultimo, se analizaran en qué consiste el lenguaje de modelamiento unificado UML¹, ya que esta es la base para elaborar el prototipo presentado en esta tesis, contemplando sus principales características y objetivos, así como también sus diagramas asociados.

1.1 SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN COMERCIAL.

1.1.1 Definición, Objetivos, Tendencias y Utilidades

La Distribución Comercial es una de las actividades económicas que se incluyen en el marco del sector de los servicios, junto con otras como el turismo, transporte, comunicaciones, las tecnologías de la información, la intermediación financiera, las actividades inmobiliarias, los servicios a empresas o los servicios personales.

¹ UML: Unified Modeling Language

La Distribución Comercial se asocia a la gestión de un amplio conjunto de actividades para llevar el producto desde la Fábrica al consumidor.

La distribución es la variable que relaciona la producción con el consumo dada la separación geográfica que existe entre compradores y vendedores. La distribución puede definirse como “El conjunto de actividades que permiten el traslado de los productos desde su estado final de producción al de adquisición y consumo”. [SAN01]

El objetivo que persigue la distribución es “poner el producto a disposición del consumidor final en la cantidad demandada, en el momento en el que lo necesite y en el lugar donde desee adquirirlo, todo ello en una forma que estimule su adquisición en el punto de venta y a un coste razonable”. [SAN01]

En lo que respecta a las utilidades que posee la Distribución comercial se puede mencionar que crea utilidad de tiempo porque pone el producto a disposición del consumidor en el momento que lo precisa, crea utilidad de lugar mediante la existencia de puntos venta, y crea utilidad de posesión porque permite la entrega física del producto.

La Distribución Comercial está experimentando, en un transcurso de tiempo relativamente breve, una verdadera revolución a consecuencia de fenómenos como las nuevas tecnologías, la concentración de las empresas (es decir, cada vez un número menor de empresas realiza una mayor parte de las ventas), la especialización (incremento del tamaño de la población en lo que respecta a la renta disponible, lo que trae como resultado que la demanda sea una amplia variedad de productos), la diversificación (varias cadenas de distribución que poseen su propia imagen, diferenciación y un grupo poblacional concreto), la internacionalización (economías a escalas), el incremento de tamaño de los locales, el empleo de nuevas fórmulas comerciales y el crecimiento de la fórmula de autoservicio.

1.1.2 Canales de Distribución

Un Canal de distribución es “el camino que ha de seguir un producto desde su punto de origen/producción hasta su consumo, es decir, el conjunto de personas u organizaciones que realizan las funciones de distribución a lo largo de dicho camino”. [SAN01]

Los Canales de distribución se refieren a la manera en como acercar los productos a los consumidores, de manera de facilitarles la compra de los mismos.

Las economías modernas se caracterizan por poner a disposición del consumidor una diversidad elevada de productos. A medida que aumenta el número de productos distintos que una economía intercambia, aumenta de forma sustancial la complejidad de la distribución; por esto es fundamental contar con una excelente red de canales de distribución, ya que de otra manera los productos no podrán ser comprados por los consumidores.

El Canal de distribución representa un sistema interactivo que implica a todos los componentes del mismo: Fabricante, Intermediario y Consumidor. En la figura 1.1 se puede apreciar que según sean las etapas que recorre el producto o servicio hasta el cliente, así será la denominación del canal.

A estas personas u organizaciones que se sitúan entre el productor y el consumidor se les denomina intermediarios. Y al conjunto de personas u organizaciones que actúan como intermediarios en un determinado ámbito geográfico se le denomina Sistema Comercial o Sector Comercial. [SAN01].

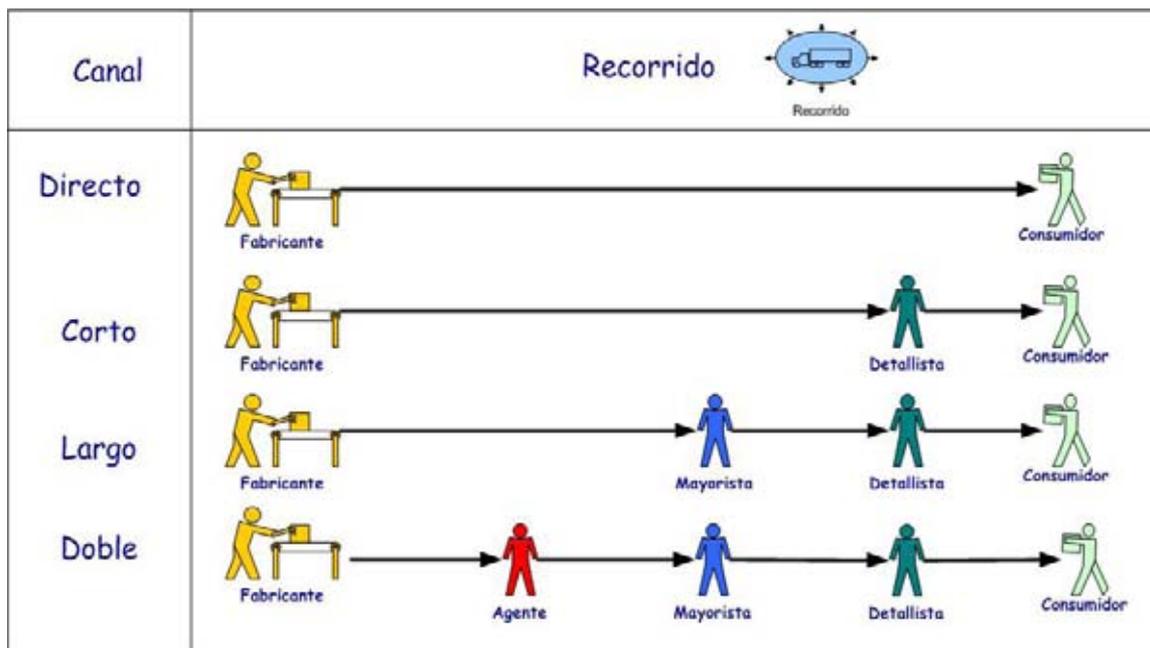


Figura 1.1: Esquema de los Canales de Distribución [SAN01]

Las funciones de los Canales de distribución son principalmente: [URL ,1]

- Centralizar decisiones básicas de la comercialización.
- Participar en la financiación de los productos.
- Contribuir a la reducción de costes.
- Intervenir en la fijación de precios.
- Posicionar el producto.
- Colaborar con la imagen de la empresa y vender productos en lugares de difícil acceso y no rentables al fabricante.

1.1.3 Utilidad de Intermediarios

La existencia de intermediarios en un Canal de distribución conlleva a una serie de inconvenientes tanto para el fabricante como para el consumidor. Estos inconvenientes se resumen en dos [SAN01]:

- Su importante repercusión sobre el precio de venta final del producto. Esto es, debido a que actúan con fines lucrativos, añaden un margen de beneficio al

precio del producto. Este margen puede estar calculado sobre el precio de costo o sobre el precio de venta.

- El fabricante puede perder el control sobre sus productos.

Sin embargo, estos inconvenientes se ven compensados por las distintas funciones que desarrollan los intermediarios, que se describen a continuación: [SAN01]

- Reducen el número de transacciones que deben realizar las partes, simplificando los intercambios comerciales. En la primera situación (Figura 1.2a), el número de transacciones es Fabricante x Consumidor = $3 \times 4 = 12$ mientras que en la segunda (Figura 1.2b), en la que incluimos a un intermediario, el número se ve reducido a Fabricante + Consumidor = $3 + 4 = 7$.
- Se ajusta la oferta a la demanda, puesto que compran en grandes cantidades al fabricante y venden en cantidades más pequeñas al consumidor final o a otro intermediario que no quiere o no puede almacenar grandes existencias de producto.
- Mientras que el fabricante se especializa en un número reducido de líneas de productos, el intermediario al comprar a varios fabricantes permiten al consumidor elegir entre variadas marcas de la misma clase de producto.
- Asumen parte del transporte y del almacenamiento del producto.
- Realizan determinadas actividades de marketing, de forma independiente o conjunta con el fabricante.
- Prestan servicios adicionales tales como la instalación y reparación del producto, asesoramiento, formación, etc.
- Asumen riesgos pues si adquieren la propiedad del producto, corren el riesgo de no poderlos vender o, en el peor de los casos, venderlos a un precio inferior al cual fueron adquiridos.

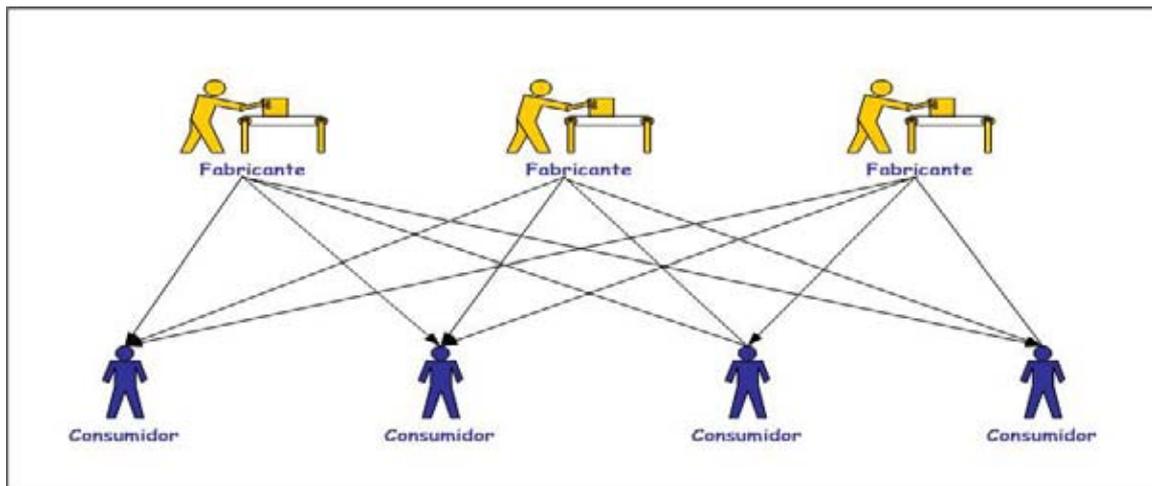


Figura 1.2a: Situación 1 [SAN01]

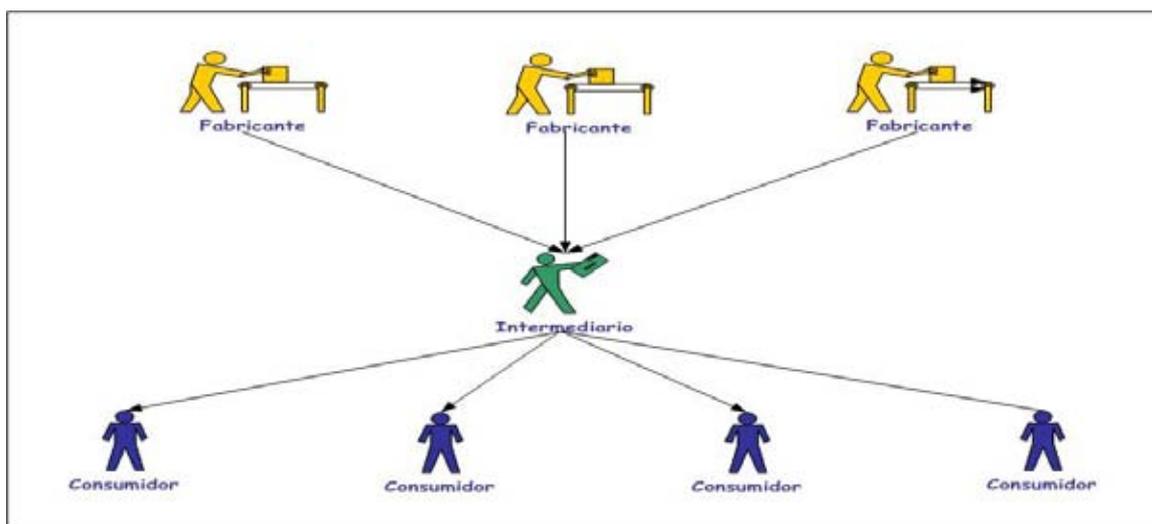


Figura 1.2b: Situación 2 [SAN01]

1.1.4 Funciones de la Distribución Comercial

La producción de los servicios comerciales se concreta en la realización de una serie de tareas de distribución. Estas tareas se realizan por uno o más miembros del canal, realizando funciones desde que el producto llega al consumidor, produciendo de esta forma un flujo en los canales de distribución.

A continuación se mencionan los flujos asociados a los canales de distribución [CAS00]:

- **Flujo de pedido:** Es producido cuando los miembros del canal anticipan la demanda, manteniendo almacenamientos de productos y realizando pedidos de varias o muchas unidades de productos.
- **Flujo de transporte:** Consiste en el desplazamiento de los productos entre localizaciones distantes entre sí.
- **Almacenamiento:** Se refiere a la constitución de depósitos de productos cuya finalidad es doble: convertir en continuo el flujo de abastecimiento de la demanda y articular surtidos progresivamente complejos, adaptados a las necesidades específicas de grupos particulares de consumidores y próximos a los compradores.
- **Flujos de información:** Se refiere a los precios, calidades y cantidades.
- **Flujos de persuasión:** mediante la publicidad, la promoción y en general las tareas de comunicación, informan a los comerciantes y consumidores de la oferta disponible y tienden a incrementar la demanda.
- **Flujos de titularidad de los productos:** por los cuales éstos cambian de propietario varias veces hasta llegar a los clientes o consumidores finales.
- **Asunción del riesgo de las operaciones comerciales:** producida por la posible depreciación de los productos, bien sea por daños sufridos, o por la obsolescencia y consiguiente pérdida de valor de mercado.
- **Pagos:** este flujo está formado por la sucesión hacia atrás de los pagos realizados como contraprestación de las transacciones sobre los productos.

1.1.5 Importancia y beneficios de un Sistema de Distribución Comercial en una Empresa

Un Sistema de Distribución Comercial es fundamental para una empresa ya que posee beneficios tanto para los consumidores como para las empresas, además de ayudar al aumento de las ventajas competitivas y a la reducción de costos. A

continuación se mencionarán los beneficios tanto para los consumidores finales como para las Empresas.

1.1.5.1 Beneficios para el consumidor final: [URL, 2]

- **Beneficio geográfico (Acercamiento de la Oferta):** La Distribución permite a los consumidores finales adquirir los productos o servicios en el lugar en el que éstos los necesitan o desean. La empresa debe averiguar primero dónde se encuentran los consumidores, dónde viven, dónde trabajan, por dónde transitan, dónde se divierten, qué áreas geográficas frecuentan y dónde quisieran que los bienes estuvieran localizados, y a continuación situar los suyos en esos lugares.
- **Beneficio de tiempo (Oportunidad de compra):** Muchos bienes se deben comprar y utilizar en momentos, períodos u ocasiones determinadas que no admiten cambios, aplazamientos o retardos de ninguna clase, tal sería el caso de algunas medicinas o alimentos por ejemplo. La Distribución acerca estos tipos de bienes y los vuelve accesibles en momentos críticos.
- **Beneficio de unidad de compra (Fragmentación de la Oferta):** Es mediante la distribución, que las personas e instituciones pueden obtener en un momento dado los productos, en las cantidades que necesiten o puedan pagar.

1.1.5.2 Beneficios para la Empresa: [URL, 2]

- **Colocación de inventario en el Mercado de Demanda:** Permite situar o colocar los bienes en lugares que estén al acceso de los posibles consumidores, posibilitando una compra más rápida y oportuna.
- **Posibilidad de mejorar la rotación de los bienes:** Al facilitar la compra de los bienes, se incrementan las posibilidades de que éstos logren una mayor rotación en los lugares destinados para su consumo final.

- **Posibilidad de incrementar los volúmenes de ventas:** Este beneficio viene dado por la rotación que se alcanza al mejorar la cobertura de mercado.
- **Acceso más inmediato a los clientes:** La distribución logra que los bienes y servicios se ubiquen de manera permanente en lugares más cercanos a quienes los van a utilizar.
- **Penetración en áreas difíciles:** Se puede mejorar el acceso a sitios en los que una venta directa a los últimos consumidores es muy complicada.
- **Contribución a las políticas de segmentación:** Mediante una distribución convenientemente analizada e implementada, es posible llegar a segmentos de personas o instituciones que sean de interés para la empresa.
- **Aprovechamiento de la imagen positiva de los intermediarios:** Muchas veces los productos o marcas pueden penetrar en el mercado más rápidamente a través de la imagen y prestigio de uno o varios comerciantes intermediarios ya establecidos.
- **Fomento de la Lealtad de Marca:** En la medida en que un producto o servicio se encuentre más cerca y más accesible para los posibles compradores, tendrá más oportunidades de ser adquirido por éstos y el valor emocional que deriva su uso o consumo continuo permitirá afianzar los lazos con el mercado.
- **Posibilidad de utilizar materiales promocionales variados:** La distribución da paso a un esfuerzo conjunto de actividades relacionadas con la promoción de los bienes, las cuales se realizan mayormente en los puntos de venta al detalle.

1.2 CADENAS DE SUMINISTRO

En esta sección se explicará en que consiste una Cadena de suministro. Debido a que en la mayoría de los casos el concepto Cadena de suministro se confunde con los conceptos Logística y Cadena de valor, se explicarán las diferencias entre estos conceptos.

1.2.1 ¿Que es una Cadena de suministro?

A continuación se presentan algunas definiciones sobre la cadena de suministro encontradas en la literatura, y en la figura 1.3 se presenta la configuración de está.

Definiciones:

- La Cadena de suministro es la coordinación e integración de todas las actividades asociadas al movimiento de bienes, desde la materia prima hasta el usuario final. Esto incluye la administración de sistemas, fuentes, programación de la producción, procesamiento de pedidos, dirección del inventario, transporte, almacenaje y servicio al consumidor. [JIM02]
- La Cadena de suministro le entrega al cliente un valor económico por medio de la administración sincronizada del flujo físico de bienes con información asociada de las fuentes de consumo. [LAL94]
- La Cadena de suministro es una red de organizaciones que involucra, por medio de enlaces “aguas arriba” y “aguas abajo”, a los procesos y actividades que producen valor en la producción de bienes y servicios en las manos del último consumidor. [CHR92]
- La Cadena de suministro es un proceso que busca alcanzar una visión clara del suministro basado en el trabajo conjunto de clientes, consumidores y vendedores para anular los costos que no agregan valor, mejorando la calidad, el cumplimiento de los pedidos, mayor velocidad y para introducir nuevos productos y tecnologías. [POR97]

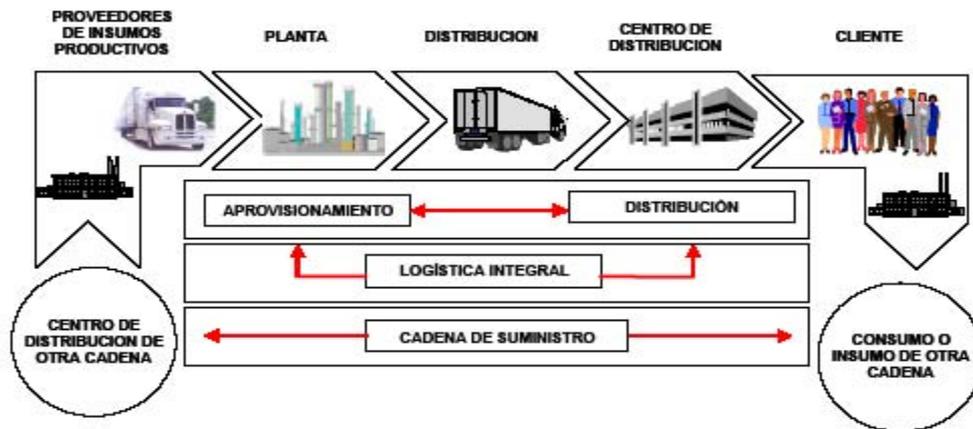


Figura 1.3: Configuración de la Cadena de Suministros [JIM02]

1.2.2 Definición y diferenciación conceptual de la Cadena de suministro y la Logística.

La logística es el conjunto de actividades que realiza un empresario desde que inicia la compra de insumos y materia prima hasta la entrega del producto terminado al cliente, incluyendo el transporte de cualquier tipo, la producción, embalaje, almacenamiento y distribución de sus productos (Figura 1.4). En algunos casos también debe incluir preocuparse de la atención del cliente después de haber efectuado la venta.

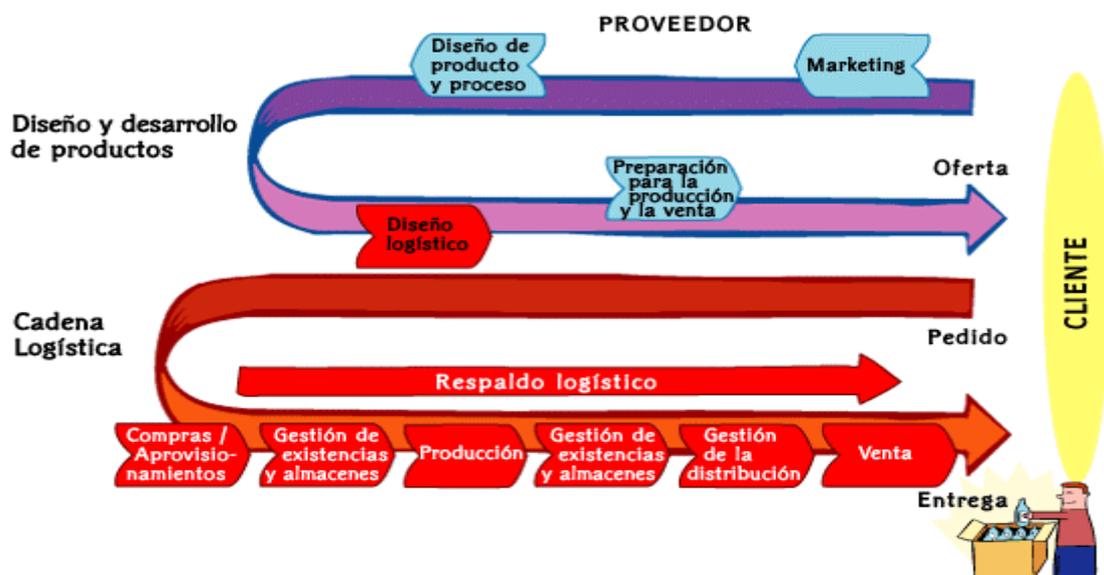


Figura 1.4: Principales Funciones de la Logística [URL, 3]

La actividad logística se hace tangible a medida que se desarrollan cinco procesos básicos (procesamiento de órdenes, administración de inventarios y compras, transporte, distribución y almacenamiento) que fomentan la creación de valor, mediante la generación de ingresos, el control de los gastos operacionales y de los costos de capital. [URL, 3]

Algunos investigadores, sugieren la utilización indistinta de los términos “Logística” y “Cadena de suministro”. Sin embargo, el concepto de Cadena de suministro fue reconceptualizado por el Consejo de Administración de Logística integrando a la “logística” como parte de la cadena de suministro. De esta manera, algunos otros autores han asumido que la cadena de suministro “es la logística, pero extendida más allá de las fronteras de la empresa”. Desde esta perspectiva entonces, se puede decir que la logística queda comprendida dentro de la cadena de suministro formando parte de la misma. [JIM02]

Según esto, se puede asumir que la cadena de suministro es algo más que logística. Es un término que plantea la integración de procesos de negocios de varias organizaciones para lograr un mayor impacto en la reducción de costos, velocidad de llegada al mercado, servicio al cliente y rentabilidad de cada uno de los participantes.

Por todo lo anterior, en 1998 el Consejo de Administración de Logística modificó la definición de logística estableciendo que “es la parte del proceso de la cadena de suministro que planifica, implementa y controla el eficiente y eficaz flujo y almacenaje de bienes, servicios e información relacionada, desde el origen hasta el consumidor para poder cumplir con los requerimientos de los clientes”. [JIM02]

1.2.3 Definición y diferenciación conceptual de la Cadena de suministro y la Cadena de Valor.

La Cadena de Valor es una forma de análisis de la actividad empresarial mediante la cual se descompone una empresa en sus partes constitutivas, buscando

identificar fuentes de ventajas competitivas en aquellas actividades generadoras de valor.

[POR00]

En términos generales, se trata de un esquema conceptual desarrollado para diagnosticar y mejorar la capacidad competitiva de las empresas e identificar oportunidades. La Cadena de valor se representa gráficamente por una serie de eslabones, encajados entre sí, horizontal y verticalmente, representando cada uno de ellos un conjunto de actividades. Una empresa obtiene ventajas competitivas, desempeñando sus actividades estratégicas al menor costo o mejor que sus competidores. [JIM02]

El sistema valor significa que los proveedores no sólo entregan producto sino que también puede influir en el desempeño de la empresa de muy diversas maneras. De esta manera, la técnica de cadena de valor, tiene por objetivo, identificar las actividades que se realizan en una organización, las cuales se encuentran inmersas en el sistema de valor, que está conformado por: Cadena de valor de los proveedores, Cadena de valor de otras unidades del negocio, Cadena de valor de los canales de distribución y Cadena de valor de los clientes.

La cadena de valor de ninguna manera debe ser confundida con la cadena de suministro pues ambos conceptos son muy diferentes entre si, aunque muy complementarios, es más, se puede decir que una cadena de valor preexiste en una cadena de suministro. En la figura 1.5 podemos distinguir los procesos que están involucrados en una Cadena de valor.

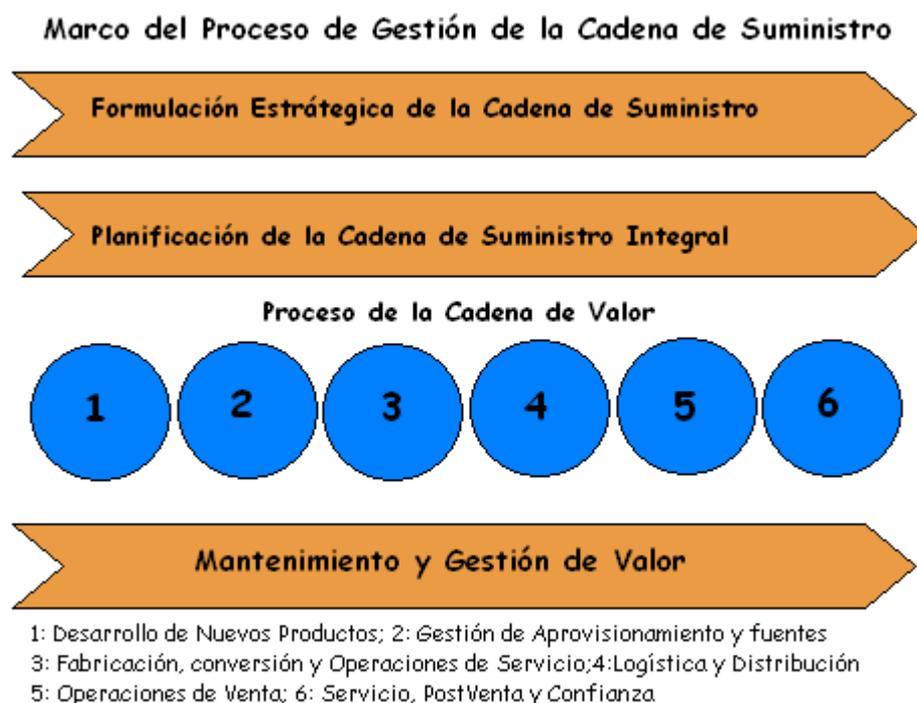


Figura 1.5: Marco del Proceso de Gestión de la Cadena de Suministro.

1.3 MODELOS DE OPTIMIZACION PARA LA CADENA DE SUMINISTRO.

La Gestión y optimización de la Cadena de Suministro es un tema esencial en las organizaciones de hoy en día. Un mercado globalizado y competitivo que cambia rápidamente junto con el aumento y sofisticación de las expectativas de los clientes, obligan a las empresas a revisar el rendimiento de su cadena de suministro.

El objetivo primordial de las empresas que introducen un sistema de distribución en su cadena de suministro es la optimización de costes, espacios y recorridos. Para ello se emplean técnicas derivadas de la ingeniería y de la investigación de operaciones. El gran avance de la investigación de operaciones, ha permitido que hoy en día se resuelvan problemas con cientos de miles de variables y restricciones que hace tan solo unos años eran impensables de resolver.

Un modelo de optimización es una técnica analítica, en la cual a través de un modelo matemático se formula una función objetivo a minimizar ó maximizar sujeta a un conjunto de restricciones que describen claramente la situación a analizar. Esta técnica ha tenido resultados exitosos en diferentes áreas de estudio, que incluyen: producción, logística, finanzas, entre otras.

Debido a que la Cadena de suministro es de gran validez para las empresas, es importante emplear un modelo de optimización para poder crear una cadena de suministro eficiente que enlace a todos los clientes, distribuidores, fábricas, almacenes, y transportistas que participan en el negocio.

1.3.1 Modelos de Optimización

Para a este trabajo se analizaran cuatro modelos de optimización para la cadena de suministro, que servirán de base para el desarrollo de esta tesis. A continuación se describirán dos de los modelos estudiados, los otros son descritos en el anexo de esta tesis:

1.3.1.1 Primer Modelo: [ROM93]

Suponga una organización compuesta de tres productores materia prima cualquiera. Estos deben llevarse a la Fábrica a fin de transformarla en un producto acabado. Una vez completado, el producto debe transportarse a los Centros de distribución. Según lo anterior la empresa debe planificar para períodos cortos de tiempo lo siguiente:

- Los envíos de materia prima desde cada uno de los Centros Productores a la Fábrica.
- La cantidad de materia prima a transformar en la Fábrica.
- Los envíos de producto acabado desde la Fábrica a cada uno de los centros.

El objetivo es minimizar la suma de los costos de producción, transporte y almacenamiento que se generen en la serie de operaciones técnico-comerciales, siempre que los centros distribuidores puedan satisfacer los pedidos de los consumidores.

En esta situación la información necesaria para la optimización se presenta a continuación:

- Producción semanal de materia prima en cada uno de los Centros de origen, con disponibilidad de P_1 unidades para el primer Centro productivo, P_2 unidades para el segundo y P_3 unidades para el tercero.
- Demanda semanal de producto acabado en cada uno de los Centros Distribuidores, con D_1 unidades para el primer centro, D_2 para el segundo.
- Existencias de productos terminados en la Fábrica (stock que ha quedado de las semanas anteriores), denotado por E_F . Por otra parte, se estima que el aforo de producto acabado es los dos Centros distribuidores a comienzo de cada semana es de E_{D_1} y E_{D_2} unidades.
- Costos unitarios de Transporte para la materia prima desde los Centros productivos a la Fábrica (T_{ij} costo desde el centro i al centro j). Para el ejemplo, corresponde a T_{11} , T_{21} y T_{31} , medidos en unidades monetarias.
- Costos unitarios de transporte para el producto acabado desde la Fábrica a cada uno de los Centros de distribución (T'_{ij}). Para este caso: T'_{11} y T'_{12} en unidades monetarias.
- Coste unitario de almacenamiento para la materia prima. Para este caso se estima que el costo de almacenamiento para los Centros productivos es de C_{ACP} unidades monetarias por semana, para la Fábrica se tiene C_{AF1} y C_{AF2} unidades monetarias por semana, y para los Centros distribuidores C_{ACD} unidades monetarias por semana.
- No poseen existencias pasadas ni en la Fábrica ni en los Centros productivos.

- La Fábrica posee una capacidad de producción de CAP_F unidades por semana.
- La capacidad de almacenamiento, tanto en los Centros productivos como en la Fábrica, es lo suficientemente amplia como para asignarle un valor infinito. En cambio, para los Centros distribuidores la capacidad de almacenamiento está dada por: I_1 y I_2 unidades.
- El coeficiente de conversión de materia prima en producto acabado es igual a 1. Es decir, con una unidad de materia prima se consigue una unidad de producto acabado.

Este conjunto de datos es la base para poder elaborar una optimización de la distribución. En la figura 1.6 se representan estos datos.

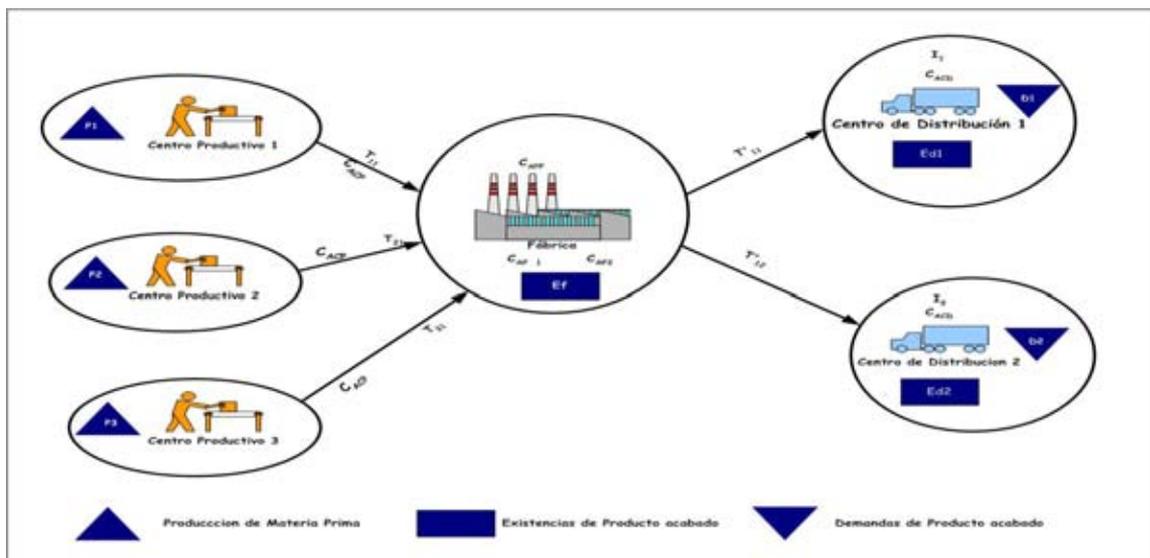


Figura 1.6: Esquema Primer modelo [ROM93]

Luego de tener los datos necesarios, se puede efectuar un modelo de optimización utilizando programación lineal, usando las restricciones del ejemplo y con base en lo anterior se puede decir que:

1. La cantidad de materia prima que se vaya a enviar desde un Centro de origen a la Fábrica no puede ser mayor que la producción semanal en dicho Centro de origen.

$$X_{11} \leq P_1 \quad (\text{Ecuación 1.1})$$

$$X_{21} \leq P_2 \quad (\text{Ecuación 1.2})$$

$$X_{31} \leq P_3 \quad (\text{Ecuación 1.3})$$

2. La cantidad de materia prima a transformar en Fábrica no puede ser mayor que el stock de materia prima que salga de los Centros productivos, ya que en Fábrica tampoco hay existencias.

$$U \leq X_{11} + X_{21} + X_{31} \quad (\text{Ecuación 1.4})$$

3. Las remesas de producto acabado desde la Fábrica a los Centros de distribución, tiene como límite la cantidad de materia prima, más las existencias de producto acabado que se almacenan en la misma Fábrica.

$$Y_{11} + Y_{12} \leq U + E_F \quad (\text{Ecuación 1.5})$$

4. Las remesas de producto acabado desde la Fábrica a cada Centro de distribución, sumadas a los stocks que haya en los respectivos centros, deben cubrir la demanda prevista.

$$Y_{11} + E_{D1} \geq D_1 \quad (\text{Ecuación 1.6})$$

$$Y_{12} + E_{D2} \geq D_2 \quad (\text{Ecuación 1.7})$$

5. La cantidad de materia prima que se transforme en Fábrica no puede superar la capacidad de producción de dicha Fábrica.

$$U \leq CAP_F \quad (\text{Ecuación 1.8})$$

6. El stock de producto acabado que en cualquier momento haya en cada uno de los Centros finales no puede superar la capacidad de almacenamiento de ese centro. Dicho stock se compone de productos no vendidos de semanas anteriores, así como el producto que se ha recibido esa semana de Fábrica, pero deduciendo la cantidad demandada al centro durante la semana, que ha dado lugar a una salida de mercancía.

$$Y_{11} + E_{D1} - D_1 \leq I_1 \quad (\text{Ecuación 1.9})$$

$$Y_{12} + E_{D2} - D_2 \leq I_2 \quad (\text{Ecuación 1.10})$$

Una vez establecidas estas restricciones, se calculan los costos del proceso que se clasifican como sigue:

1. Costo de transporte para la materia prima desde los Centros productivos a la Fábrica:

$$T_{11} X_{11} + T_{21} X_{21} + T_{31} X_{31} \quad (\text{Ecuación 1.11})$$

2. Costo de transporte para el producto acabado desde la Fábrica a los Centros distribuidores:

$$T'_{11} Y_{11} + T'_{12} Y_{12} \quad (\text{Ecuación 1.12})$$

3. Costo de almacenamiento para la materia prima en el conjunto de Centros productivos:

$$C_{ACP} (P_1 - X_{11}) + C_{ACP} (P_2 - X_{21}) + C_{ACP} (P_3 - X_{31}) \quad (\text{Ecuación 1.13})$$

4. Costo de almacenamiento en Fábrica para la materia prima:

$$C_{AF1} (X_{11} + X_{21} + X_{31} - U) \quad (\text{Ecuación 1.14})$$

5. Costo de almacenamiento en Fábrica para el producto acabado:

$$C_{AF2} (E_F + U - Y_{11} - Y_{12}) \quad (\text{Ecuación 1.15})$$

6. Costo de almacenamiento para el producto acabado en el conjunto de los Centros distribuidores:

$$C_{ACD} (E_{D1} + Y_{11} - D_1) + C_{ACD} (E_{D2} + Y_{12} - D_2) \quad (\text{Ecuación 1.16})$$

Como el objetivo de la empresa es lograr una Distribución comercial de costo mínimo llegamos a:

$$\text{MIN } Z = AX_{11} + B X_{21} + C X_{31} + DY_{11} + EY_{12} + FU - G \quad (\text{Ecuación 1.17})$$

Las constantes A, B, C, D, E, F y G son constantes que representan las suma de los costos que se representan en las ecuaciones 1.11 hasta la 1.16. A continuación se presentan las restricciones elaboradas a partir de las ecuaciones 1.1 hasta la 1.10:

$$\mathbf{X}_{11} \leq \mathbf{P}_1 \quad (\text{Ecuación 1.18})$$

$$\mathbf{X}_{21} \leq \mathbf{P}_2 \quad (\text{Ecuación 1.19})$$

$$\mathbf{X}_{31} \leq \mathbf{P}_3 \quad (\text{Ecuación 1.20})$$

$$\mathbf{U} - \mathbf{X}_{11} - \mathbf{X}_{21} - \mathbf{X}_{31} \leq \mathbf{0} \quad (\text{Ecuación 1.21})$$

$$\mathbf{Y}_{11} + \mathbf{Y}_{12} - \mathbf{U} \leq \mathbf{E}_F \quad (\text{Ecuación 1.22})$$

$$\mathbf{Y}_{11} \geq \mathbf{D}_1 - \mathbf{E}_{D1} \quad (\text{Ecuación 1.23})$$

$$\mathbf{Y}_{12} \geq \mathbf{D}_2 - \mathbf{E}_{D2} \quad (\text{Ecuación 1.24})$$

$$\mathbf{U} \leq \mathbf{CAP}_F \quad (\text{Ecuación 1.25})$$

$$\mathbf{Y}_{11} \leq \mathbf{I}_1 + \mathbf{D}_1 - \mathbf{E}_{D1} \quad (\text{Ecuación 1.26})$$

$$\mathbf{Y}_{12} \leq \mathbf{I}_2 + \mathbf{D}_2 - \mathbf{E}_{D2} \quad (\text{Ecuación 1.27})$$

$$\mathbf{X}_{i1} \geq \mathbf{0}, \mathbf{U} \geq \mathbf{0}, \mathbf{Y}_{i1} \geq \mathbf{0} \quad (\text{Ecuación 1.28})$$

1.3.1.2 Segundo Modelo: [BRA05]

Este modelo consiste en que se considera una Cadena de suministro compuesta por “j” Centros productivos, “k” Centros de distribución, “i” Bodegas menores y un grupo de clientes o zonas de mercado, esta estructura se demuestra en la figura 1.7.

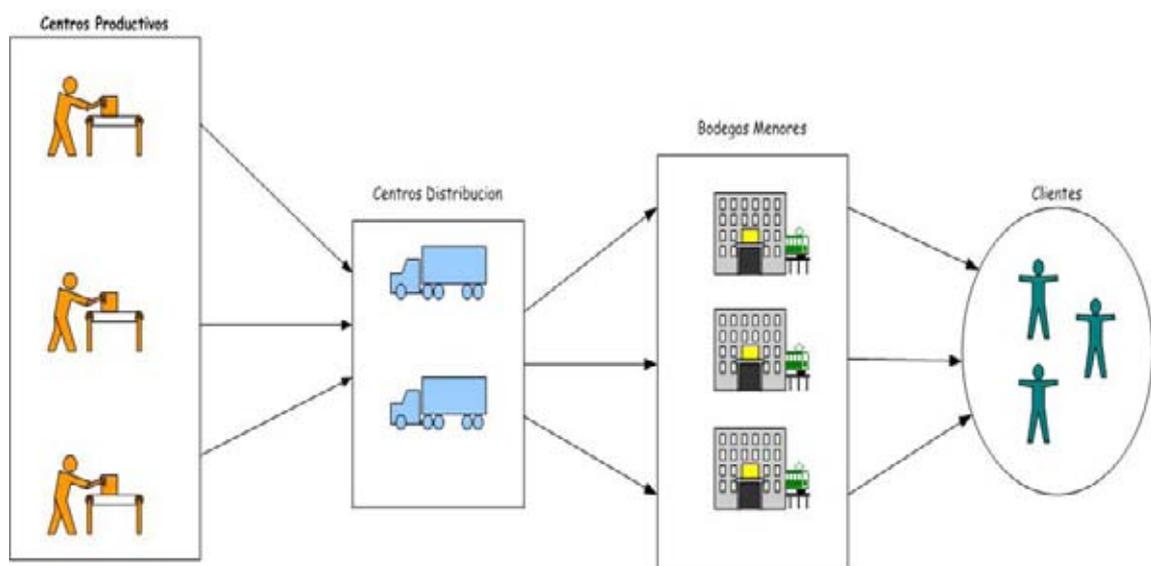


Figura 1.7: Esquema Segundo Modelo [BRA05]

El caso de estudio cuenta con las siguientes características:

- Solo se estudia el efecto que, sobre los inventarios en las Bodegas menores, tienen las decisiones de transporte desde los Centros de distribución a las Bodegas menores.
- Cada Bodega menor maneja un sistema de revisión de inventarios $[R, S]$, es decir, una política de revisión periódica de una semana ($R = 1$) en donde la cantidad a solicitar de cada producto al Centro de distribución será la correspondiente a la resta entre el inventario máximo (S) y el inventario a la mano del producto correspondiente.
- Los productos a transportar desde un Centro de distribución a una Bodega menor tienen una relación peso/volumen, razón por la cual la tarifa de cargas es por viaje realizado y no por peso. Para cada par de nodos existen diferentes alternativas de transporte con sus cargas asociadas, teniendo cada una implicaciones no lineales que hacen encontrar una nueva política óptima “S” dentro de una ventana de tiempo semanal.
- El modelo combina dos tipos de negociaciones de cargas para efectos de prueba, y se considera que, para el transporte desde los Centros productivos a los Centros de distribución, la carga se cobra por peso ($\$/Kg.$) mientras que, para los Centros de distribución a las Bodegas menores, la carga se cobra por viaje ($\$/vehículo-viaje$). Sin embargo, el último tipo de negociación es en el que se desea profundizar. El modelo no considera decisiones de flota vehicular para el transporte hacia los Centros de distribución.
- Se consideran inventarios de seguridad en los centros de distribución asumiendo “Lead Times” variables según una distribución de probabilidad Gamma. Por su parte, los inventarios de seguridad en las Bodegas menores se modelaron asumiendo variabilidades tanto en el Lead Time como en la demanda. Para el resto de las ecuaciones del modelo se considera la demanda como determinística.

- El modelo considera la presencia de distintos tipos de vehículos con distintas capacidades de carga, cada uno con un tiempo de transporte diferente entre cada par de nodos. Los camiones más rápidos que llevan menos carga tienen un costo/viaje mayor. Para la relación de transporte entre un Centro de distribución y una Bodega menor el modelo considera escoger un solo tipo de vehículo entre varias alternativas posibles, determinando la flota vehicular a contratar. Esta decisión afectará los Lead Times a negociar, afectando por tanto las ecuaciones de inventarios de seguridad y el nivel máximo de inventarios S , todo lo cual hace que también se afecte el tamaño del pedido que una Bodega menor debe solicitar cada R unidades de tiempo.
- Se considera capacidad limitada en los Centros de distribución y en las Bodegas menores, y capacidad infinita en las plantas.
- El modelo minimiza los costos de transporte, inventarios de seguridad e inventarios cíclicos tanto en los Centros de distribución como en las Bodegas menores.
- En el modelo existe una novedosa modelación de los inventarios de seguridad en los Centros de distribución, con relaciones no-lineales. Igualmente el modelo resultante cuenta con múltiples relaciones no lineales que surgen al considerar en un solo modelo los métodos de transporte, cada uno con distintas implicaciones en las políticas globales de inventarios.
- Se considero a modo de prueba, la existencia de un Centro productivo, un Centro de distribución, tres Bodegas menores, tres productos, cuatro alternativas de transporte, y doce semanas.

Para realizar la optimización de este modelo se contemplaron los siguientes datos para la función objetivo y para las restricciones:

- **Función Objetivo de Minimización**

1. Costos de Transporte desde el Centro productivo “ j ” hasta el Centro de distribución “ k ”.

2. Costos de Transporte desde el Centro de distribución “k” hasta las Bodegas menores “i”.
3. Costos de Inventarios de Seguridad del producto “p” en el Centro de distribución “k”.
4. Costos de Inventarios de Seguridad del producto “p” en la Bodega menor “i”.
5. Costos de inventarios cíclicos del producto “p” en Centro distribución “k”.
6. Costos de Inventarios de Seguridad del producto “p” en la Bodega menor “i”.

- **Restricciones**

1. Capacidad de los Centros de Distribución “k”
2. Capacidad de las Bodegas menores “i”
3. Capacidad de producción en los Centros productivos “j”
4. Flujos de productos y camiones
5. Balance en Centros de distribución.
6. Balance en Bodegas menores.

- **Parámetros**

1. **H**: Costo de oportunidad.
2. **DEM_{IP}**: Demanda promedio diaria del producto “p” en la bodega “i” en la semana “t” [cajas].
3. **DESDEM_{IP}**: Desviación Estándar de la demanda del producto “p” en la bodega “i” en la semana “t” [cajas].
4. **COSTO_P**: Costo unitario del producto “p” [\$/caja].
5. **CAP_M**: Capacidad del vehículo tipo “m” [cajas].
6. **COST_{KIM}**: Costo del flete en la ruta k→i con el tipo de vehículo “m” [\$/vehículo-ruta].
7. **LT_{KIM}**: Tiempo de envío desde “k” hasta “i” con el tipo de vehículo “m” [días].

8. **COST_{JK}** : Costo del flete en la ruta $j \rightarrow k$ [\$/kg].
9. **LT_{JK}** : Tiempo de envío desde “j” hasta “k” [días].
10. **CAP_K**: Capacidad del Centro de distribución “k” [cajas].
11. **CAP_I**: Capacidad de la bodega “i” [cajas].
12. **CAP_{JP}**: Capacidad máxima de producción del producto “p” en la planta “j” [cajas].
13. **FAC**: Factor de seguridad igual a 1,64.
14. **R**: Periodo de revisión del inventario [1 semana ó 7 días].
15. **FPESO_P**: Factor de peso del producto “p” [Kg/caja].

- **Variables**

1. **X_{JKPT}**: Cantidad de cajas a fabricar del producto “p” a enviar desde el Centro de producción “j” hasta el Centro de distribución “k” en la semana “t”.
2. **Y_{KIPT}**: Cantidad de cajas del producto “p” a enviar desde el Centro de distribución “k” hasta la Bodega menor “i” en la semana “t”.
3. **H_{KPT}**: Nivel de inventario cíclico del producto “p” en el Centro de distribución “k” al final de la semana “t”.
4. **H_{IPT}**: Nivel de inventario cíclico del producto “p” en la Bodega menor “i” al final de la semana “t”.
5. **S_{IPT}**: Nivel máximo de inventario del producto “p” en la Bodega menor “i” en la semana “t”.
6. **IS_{IPT}**: Inventario de seguridad del producto “p” en la Bodega menor “i” en la semana “t”.
7. **IS_{KPT}**: Inventario de seguridad del producto “p” en el Centro de distribución “k” en la semana “t”.
8. **NVEH_{KITM}**: Numero de vehículos tipo “m” a contratar para la ruta $k \rightarrow i$ en la semana “t”.

9. G_{KIM} : Binaria de asignación del vehículo tipo “m” a la ruta $k \rightarrow i$, [1, se asigna; 0, no se asigna].

10. R_{JKPT} : Binaria de configuración.

A continuación se mostraran las ecuaciones para las restricciones para Centros de distribución “k”, divididas en dos grupos:

- **Capacidad**

$$\sum_P [INVINI_{KP} + IS_{KPT} + \sum_J X_{JKPT}] \leq CAPK_K \quad (\text{Ecuación 1.29})$$

$$\sum_P [H_{KP(T-1)} + IS_{KPT} + \sum_J X_{JKPT}] \leq CAPK_K \quad (\text{Ecuación 1.30})$$

$$IS_{KPT} = \sum_J \sum_I (FAC * Y_{KIPT} * \sqrt{(LT_{JK} * R_{JKPT})}) \quad (\text{Ecuación 1.31})$$

$$R_{JKPT} = \text{Mínimo}(X_{JKPT}; 1) \quad (\text{Ecuación 1.32})$$

- **Balance**

$$\sum_J X_{JKPT} + INVINI_{KP} = \sum_I Y_{KIPT} + H_{KPT} + IS_{KP(t+1)} \quad (\text{Ecuación 1.33})$$

$$\sum_J X_{JKPT} + H_{KP(T+1)} + IS_{KPT} = \sum_I Y_{KIPT} + H_{KPT} + IS_{KP(t+1)} \quad (\text{Ecuación 1.34})$$

De manera similar se presentan las ecuaciones de las restricciones para bodegas menores “i”, también divididas en los mismos grupos:

- **Capacidad**

$$\sum_P [INVINI_{IP} + IS_{IPT} + \sum_K Y_{KIPT}] \leq CAP_I \quad (\text{Ecuación 1.35})$$

$$\sum_P [H_{IP(T-1)} + IS_{IPT} + \sum_K Y_{KIPT}] \leq CAP_I \quad (\text{Ecuación 1.36})$$

$$IS_{IPT} = FAC * \sqrt{((R + LT_I^{MAX}) * (DESDEM_{IPT}^2 + DEM_{IPT}^2))} \quad (\text{Ecuación 1.37})$$

$$LT_I^{MAX} = \max(\sum_M [LT_{KIM} * G_{KIM}]) \quad (\text{Ecuación 1.38})$$

$$S_{IPT} = IS_{IPT} + DEM_{IPT} * (R + LT_I^{MAX}) \quad (\text{Ecuación 1.39})$$

$$\sum_P S_{IPT} \leq CAP_I \quad (\text{Ecuación 1.40})$$

- **Balance**

$$\sum_K Y_{KIPT} + INVINI_{IP} = 7 * DEM_{IPT} + H_{IPT} + IS_{IP(T+1)} \quad (\text{Ecuación 1.41})$$

$$\sum_K Y_{KIPT} + H_{IP(T-1)} + IS_{IPT} = 7 * DEM_{IPT} + H_{IPT} + IS_{IP(T+1)} \quad (\text{Ecuación 1.42})$$

En lo que respecta a los Centros de producción “j”, se describe una sola restricción que tiene relación con la capacidad de producción de los centros:

$$\sum_K X_{JKPT} \leq CAP_{JP} \quad (\text{Ecuación 1.43})$$

Las últimas restricciones se refieren a los flujos de productos y camiones:

$$\sum_M G_{KIM} \leq 1 \quad (\text{Ecuación 1.44})$$

$$\sum_P Y_{KIPT} \leq \sum_M (CAP_M * NVEH_{KITM} * G_{KIM}) \quad (\text{Ecuación 1.45})$$

$$\sum_K Y_{KIPT} \leq S_{IPT} - (INVINI_{IP} + IS_{IPT}) \quad (\text{Ecuación 1.46})$$

$$\sum_K \sum_I NVEH_{KITM} \leq \text{Limite} \quad (\text{Ecuación 1.47})$$

$$\sum_K Y_{KIPT} \leq S_{IPT} - (H_{IP(T-1)} + IS_{IPT}) \quad (\text{Ecuación 1.48})$$

Finalmente la Función objetivo queda de la siguiente forma:

$$\begin{aligned} & \sum_J \sum_K \sum_P \sum_T (FPESO_P * COST_{JK} * X_{JKPT}) + \sum_T \sum_K \sum_I \sum_M (COST_{KIM} * G_{KIM} * \\ & NVEH_{KITM}) + \sum_P \sum_T COSTO_P * H * [\sum_K IS_{KPT} + \sum_I IS_{IPT}] + \sum_P COSTO_P * H * \{ \\ & \sum_K [\sum_{T=1} (((H_{KPT} + INVINI_{KP} + \sum_J X_{JKPT}) / 2)) + \sum_{T>1} (((H_{KPT} + H_{KP(T-1)} + \sum_J \\ & X_{JKPT}) / 2))] + \sum_K [\sum_{T=1} (((H_{IPT} + INVINI_{IP} + \sum_K Y_{KIPT}) / 2)) + \sum_{T>1} (((H_{IPT} + \\ & H_{IP(T-1)} + \sum_K Y_{KIPT}) / 2))] \} \end{aligned} \quad (\text{Ecuación 1.49})$$

1.4 LENGUAJE DE MODELAMIENTO UNIFICADO

1.4.1 Definición

El lenguaje de modelamiento unificado o UML es un lenguaje de modelado visual que se usa para especificar, visualizar, construir y documentar artefactos de un sistema de software. Se usa para entender, diseñar, configurar, mantener y controlar la información sobre los sistemas a construir. UML capta la información sobre la estructura estática y el comportamiento dinámico de un sistema. Un sistema se modela como una colección de objetos discretos que interactúan para realizar un trabajo que finalmente beneficia a un usuario externo. [URL, 4].

UML es una notación estándar para el modelado de sistemas software, resultado de una propuesta de estandarización promovida por el consorcio OMG ², del cual forman parte las empresas más importantes que se dedican al desarrollo de software. [BOO99]

UML representa la unificación de las notaciones de los métodos Booch, Objectory (Ivar Jacobson) y OMT (James Rumbaugh) siendo su sucesor directo y compatible. En la figura 1.8 se representa un esquema de las notaciones incluidas en este lenguaje.

Es importante recalcar que, erróneamente a lo que muchos piensan, sólo se trata de una notación, es decir, de una serie de reglas y recomendaciones para representar modelos. UML no es un proceso de desarrollo, es decir, no describe los pasos sistemáticos a seguir para desarrollar software. UML sólo permite documentar y especificar los elementos creados mediante un lenguaje común describiendo modelos.

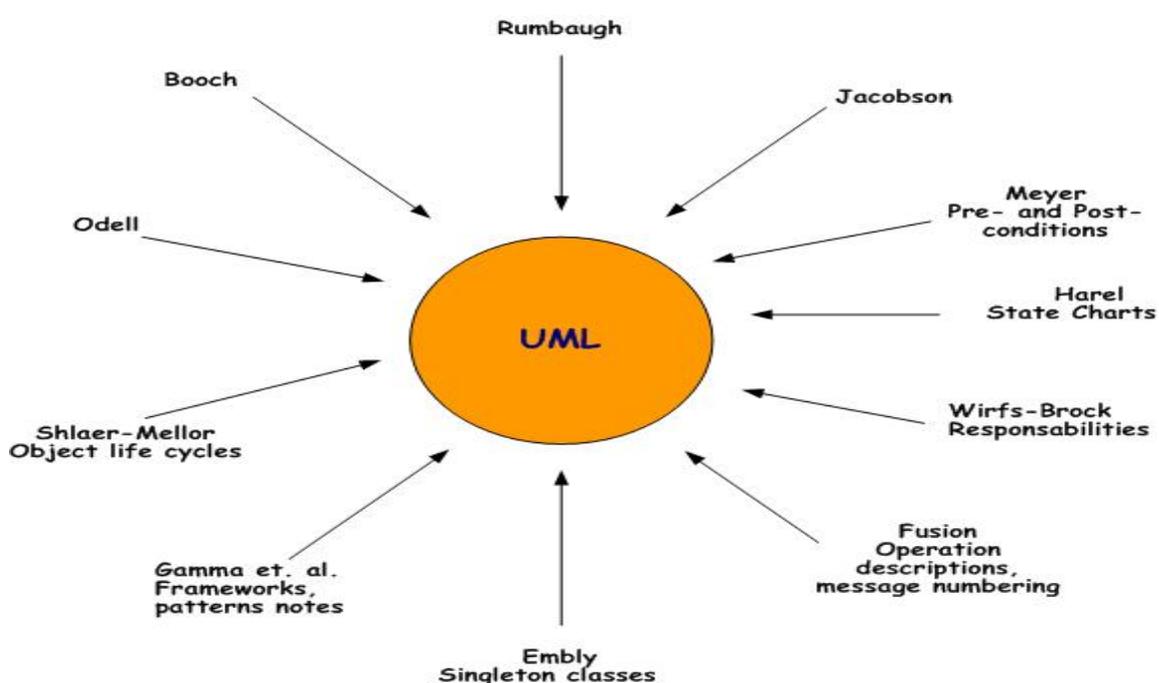


Figura 1.8: Enfoques de UML [GUZ03]

² OMG : Object Management Group

UML también intenta solucionar el problema de propiedad de código que se da con los desarrolladores, esto es, al implementar un lenguaje de modelado común para todos los desarrollos se crea una documentación también común, capaz de comprender cualquier desarrollador con conocimientos de UML, independientemente del lenguaje utilizado para el desarrollo.

UML es ahora un estándar, no existe otra especificación de diseño orientado a objetos, ya que es el resultado de las tres opciones existentes en el mercado. Su utilización es independiente del lenguaje de programación y de las características de los proyectos, ya que UML ha sido diseñado para modelar cualquier tipo de proyectos, tanto informáticos como de arquitectura, o de cualquier otro ramo. [URL, 5]

1.4.2 Objetivos UML

Los objetivos de UML son muchos, pero se pueden sintetizar sus funciones: [HER02]

- **Visualizar:** Permite expresar de una forma gráfica de un sistema de forma que otro lo pueda entender.
- **Especificar:** UML permite especificar cuáles son las características de un sistema antes de su construcción.
- **Construir:** A partir de los elementos especificados se pueden construir los sistemas diseñados.
- **Documentar:** Los propios elementos gráficos sirven como documentación del sistema desarrollado que pueden servir para su revisión futura.

Aunque UML está pensado para modelar sistemas complejos con gran cantidad de software, el lenguaje es suficientemente expresivo como para modelar sistemas que no son informáticos, como flujos de trabajo (workflow) en una empresa, diseño de la estructura de una organización y por supuesto, en el diseño de hardware.

1.4.3 Diagramas UML

UML esta compuesto por tres clases de bloques de construcción: Elementos (que son abstracciones de cosas reales o ficticias), Relaciones (relacionan los elementos entre sí) y Diagramas (colecciones de elementos con sus relaciones).

Un diagrama ofrece una vista del sistema a modelar. Para poder representar correctamente un sistema, UML tiene una amplia variedad de diagramas para visualizar el sistema desde varias perspectivas. A continuación se describirán los diagramas que componen UML.

1.4.3.1 Diagramas de Caso de Uso

Un diagrama de casos de uso representa gráficamente un caso de uso. Un Caso de uso describe un servicio provisto por un sistema, es decir un modo específico de usarlo, estos son apropiados para definir requerimientos funcionales en etapas tempranas del desarrollo del sistema, donde la estructura interna de éste aún no fue definida.

Debido a que los Casos de uso no se manejan con elementos dentro del sistema sino que se centran en cómo el sistema es percibido desde el exterior, son útiles en discusiones con usuarios finales para asegurar que hay concordancia con los requerimientos realizados sobre el sistema, sobre sus limitaciones, etc. [Gia2]

1.4.3.2 Diagramas Conceptuales

El Modelo Conceptual nos muestra los conceptos presentes en el dominio del problema. Un concepto para este caso, en términos de la Programación Orientada a Objetos, es un objeto del mundo real, es decir, es la representación de cosas del mundo real y no de componentes de software. En él no se definen operaciones o métodos, en este modelo se pueden mostrar los conceptos, los atributos de los conceptos y la relación o asociación entre ellos. Informalmente podríamos decir que un concepto es una idea, cosa u objeto. [HER02]

Para crear el Modelo Conceptual se deben seguir los siguientes pasos: Hacer una lista de conceptos candidatos usando una Lista de Categorías de Conceptos establecida por UML, buscar sustantivos relacionados con los requisitos, representarlos en un diagrama, añadir las asociaciones necesarias para ilustrar las relaciones entre conceptos y añadir los atributos necesarios para contener toda la información que se necesite conocer de cada concepto. [GUZ03]

En la tabla 1.1 se pueden apreciar la lista de categorías establecida por UML.

Tabla 1.1: Categorías [GUZ03]

Categorías	
Objetos Físicos o tangibles	Conceptos Abstractos
Especificaciones, diseño o descripciones de cosas.	Eventos
Lugares	Procesos
Transacciones	Reglas y políticas
Línea o región de elemento de transacciones	Catálogos
Rol	Informes y registros
Contenedores de cosas	Instrumentos y servicios
Otros sistemas	Manuales, libros

1.4.3.3 Diagramas de Actividad

Se utilizan para visualizar, especificar, construir y documentar la dinámica de un conjunto de objetos o simplemente para modelar el flujo de control de una operación (método de una clase). Fundamentalmente es un Diagrama de Flujo que muestra el flujo de control entre las actividades.

Un diagrama de actividades es provechoso para entender el comportamiento de alto nivel de la ejecución de un sistema, sin profundizar en los detalles internos de los mensajes. Los parámetros de entrada y salida de una acción se pueden mostrar usando las relaciones de flujo que conectan la acción y un estado de flujo de objeto. [URL, 4]

1.4.3.4 Diagramas de Estados

Muestra el conjunto de estados por los cuales pasa un objeto durante su vida en una aplicación, junto con los cambios que permiten pasar de un estado a otro. Los Diagramas de Estado representan autómatas de estados finitos, son útiles sólo para los objetos con un comportamiento significativo. [URL, 4]

Un diagrama de estado se modela para todas las clases que se consideran con un comportamiento dinámico. En él, se modela la secuencia de estado que un objeto de la clase atraviesa durante su vida en respuesta a los estímulos recibidos, junto con sus propias respuestas y acciones.

1.4.3.5 Diagramas de Secuencias

El Diagrama de Secuencia es uno de los diagramas más efectivos para modelar interacción entre objetos en un sistema. Un diagrama de secuencia se modela para cada caso de uso, éste contiene detalles de implementación del escenario, incluyendo los objetos y clases que se usan para implementar el escenario, y mensajes pasados entre los objetos.

Un Diagrama de Secuencia muestra una interacción ordenada según la secuencia temporal de eventos. En particular, muestra los objetos participantes en la interacción y los mensajes que intercambian ordenados según su secuencia en el tiempo.[URL, 6]

Los Diagramas de Secuencia UML modelan el flujo de la lógica dentro de su sistema de una forma visual, permitiéndole identificar el comportamiento crítico dentro de sus objetos.

1.4.3.6 Diagramas de Colaboración

El Diagrama de Colaboración presenta una alternativa al diagrama de secuencia para modelar interacciones entre objetos en el sistema. Mientras que el diagrama de secuencia se centra en la secuencia cronológica del escenario que estamos modelando, el

diagrama de colaboración se centra en estudiar todos los efectos de un objeto dado durante un escenario.

Los objetos se conectan por medio de enlaces, cada enlace representa una instancia de una asociación entre las clases implicadas. El enlace muestra los mensajes enviados entre los objetos, el tipo de mensaje, y la visibilidad de un objeto con respecto a los otros. La estructura estática viene dada por los enlaces; la dinámica por el envío de mensajes por los enlaces. [URL, 6]

1.4.3.7 Diagramas de Clases

El Diagrama de Clases es el diagrama principal para el análisis y diseño. Un diagrama de clases presenta las clases del sistema con sus relaciones estructurales y de herencia. La definición de clase incluye definiciones para atributos y operaciones. El modelo de casos de uso aporta información para establecer las clases, objetos, atributos y operaciones. [URL, 6]

Una clase captura la estructura y comportamiento común de un conjunto de objetos, es una abstracción de ítems del mundo real.

1.4.3.8 Diagramas de Componentes

Los diagramas de componentes describen los elementos físicos del sistema y sus relaciones. Muestran las opciones de realización incluyendo código fuente, binario y ejecutable. Los componentes representan todos los tipos de elementos software que entran en la fabricación de aplicaciones informáticas.

El diagrama de componente hace parte de la vista física de un sistema, la cual modela la estructura de implementación de la aplicación por sí misma, su organización en componentes y su despliegue en nodos de ejecución. Esta vista proporciona la oportunidad de establecer correspondencias entre las clases y los componentes de

implementación y nodos. La vista de implementación se representa con los diagramas de componentes. [URL, 6]

1.4.3.9 Diagramas de Despliegue

Muestra la configuración de los componentes hardware, los procesos, los elementos de procesamiento en tiempo de ejecución y los objetos que existen en tiempo de ejecución. En este tipo de diagramas intervienen nodos, asociaciones de comunicación, componentes dentro de los nodos y objetos que se encuentran a su vez dentro de los componentes. Un nodo es un objeto físico en tiempo de ejecución, es decir una máquina que se compone habitualmente de, por lo menos, memoria y capacidad de procesamiento, a su vez puede estar formada por otros componentes. [URL, 6]

CAPITULO 2: ANTECEDENTES GENERALES Y OBJETIVOS

En este capítulo se describirán los antecedentes generales del problema que se desea resolver, explicando la cadena suministro hoy en las empresas y la importancia de establecer un sistema de distribución comercial para ésta.

Además se presentan los objetivos principales y específicos para el desarrollo de este trabajo de tesis

2.1 ANTECEDENTES GENERALES

En los últimos años el término Cadena de suministro se ha vuelto muy común en el ámbito empresarial. Sin embargo, aún cuando ha sido utilizado en muchos sectores económicos, existe una confusión muy importante de entendimiento y conocimiento a cualquier nivel.

Las cadenas de suministro se han convertido en un novedoso sistema de redes de gestión de flujos físicos de productos, el cual deriva en un ordenamiento territorial del funcionamiento coordinado de la producción. Analizar a las empresas en función de sus procesos y establecer relaciones internas y externas de cliente-proveedor, permite evaluar sus mecanismos logísticos en términos de la cadena de suministro.

Una cadena de suministro se caracteriza por estar compuesta de una cantidad determinada de elementos “clave” relacionados entre sí y cuyas relaciones hacen posibles determinados procesos. Dicha integración consigue conformar un sistema ordenado (complejo o no) con relaciones muy estrechas entre los elementos del sistema. El arte de distinguir las relaciones funcionales estratégicas en la cadena de suministro, permite mezclar de manera ordenada la dispersión espacial y las diferencias de reacción de los distintos elementos del sistema.

Es por esto que el concepto de un Sistema de distribución comercial para la cadena de suministro, toma una mayor importancia, ya que permite a la empresa pensar en como planificar el envío de productos, cómo realizar una distribución de sus productos, como disminuir sus costos y la más importante satisfacer las necesidades de los consumidores finales de manera de incrementar las ventas y utilidades.

Los empresarios perciben que una empresa, vista como sistema autónomo operando en su realidad no es lo más apropiado. Han descubierto que las empresas se influyen mutuamente, que la competencia entre redes y la integración de los procesos clave con sus socios comerciales les permite formar un sistema mucho más grande, donde sus proveedores y clientes ya no son parte de su entorno, sino de su sistema, conocido como cadena de suministro.

Se reconoce que implantar o establecer sistemas de esta naturaleza es todo un desafío. Incluso, no es sencillo manejar toda la red comercial desde el primer proveedor, hasta llegar al consumidor final, dado que no se tiene plena conciencia de la importancia de la cadena de suministro.

2.2 OBJETIVOS

2.2.1 Objetivos Generales

Diseñar un prototipo de software de optimización de Sistemas de distribución comercial en cadenas de suministro empleando UML.

2.2.2 Objetivos Específicos

- Analizar los procedimientos habituales de la distribución comercial, su importancia en la empresa y los procesos de negocio.
- Analizar los diferentes modelos de optimización de sistemas de distribución comercial, y su vinculación con los sistemas de planificación en cadenas de suministros.
- Examinar Información con respecto a UML, evaluando su aplicabilidad en la planificación de las cadenas de suministro.
- Construir un prototipo para un sistema de distribución comercial optima en cadenas de suministro.

CAPITULO 3: ESTADO DEL ARTE

Como se señaló en los capítulos anteriores, la Cadena de Suministro de una empresa consiste en diferentes etapas, desde la producción de materiales hasta el servicio de atención al cliente. Los clientes buscan mejor calidad, diseño, innovación, elección, conveniencia y servicio. Además quieren gastar menos dinero, hacer menos esfuerzo y tomar menos riesgos.

En la actualidad, específicamente en Chile, solo existen sistemas que gestionan la cadena de suministro, esto es mejorar y desarrollar las relaciones entre los miembros de una cadena de suministro con el fin de integrar todos los flujos de materiales e información, pero no le ayudan a la empresa a tomar una mejor decisión en lo que respecta a la distribución de productos.

En este capítulo, se presentarán enfoques sobre el estado del arte con respecto a los sistemas de distribución comercial, como también algunos aspectos referentes a la gestión de la cadena de suministro.

3.1 ENFOQUES DE LA CADENA DE SUMINISTRO Y LA DISTRIBUCIÓN COMERCIAL

3.1.1 Un marco de trabajo para integrar un Sistema Computarizado utilizando técnicas de Vehicle Routing para la Distribución Comercial.

Un Sistema Computarizado de rutas o CVRS³, son heurísticas y metaheurísticas para resolver la asignación de rutas de un Vehículo. Sin embargo, los CVRS son sistemas de apoyo de decisión más complejos ya que ellos interactúan recíprocamente con los proyectistas humanos y debe incluir otras tareas como selección y empaque de productos (Picking and Packing), normas de organización, planificación de cargas para

³ CVRS: Computerized Vehicle Routing Systems

las rutas (loading), asignación de vehículos (vehicle assignment), y también las ventas. [HER03]

En la figura 3.1 se puede apreciar un esquema que representa este modelo.

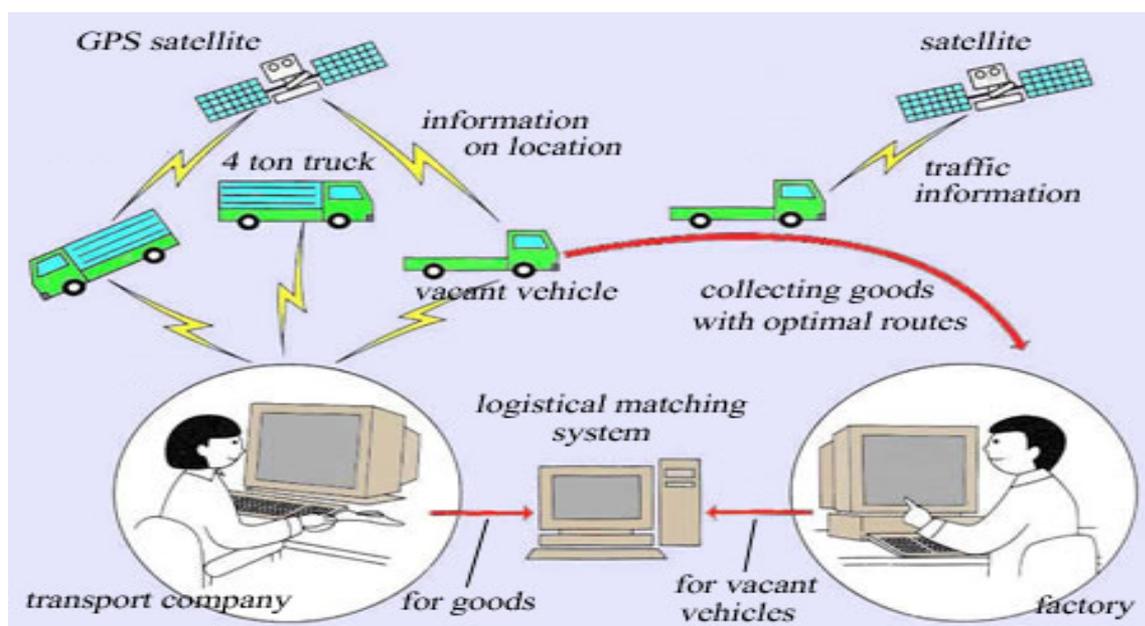


Figura 3.1: Esquema CVRS [URL, 7]

3.1.1.1 CVRS

Este problema consiste en la obtención de un conjunto de rutas a costo mínimo, donde cada una comienza y termina en un punto inicial o depósito, tal que dicho conjunto atiende a todos los clientes. Cada cliente con una demanda determinada, debe ser atendido por exactamente un vehículo. La demanda total de cualquier ruta no debe exceder la capacidad del vehículo. [MAR05]

La meta es encontrar la mínima distancia total de las rutas recorridas por los vehículos tal que: [MAR05]

- Todo cliente/ciudad es visitada exactamente una vez por un vehículo.
- Todas las rutas comienzan y terminan en el depósito.
- Todas las rutas no exceden la capacidad individual del vehículo.

Existen aspectos a tener en cuenta al momento de buscar una alternativa de solución al problema, que son: [MAR05]

- Costos asociados, expresados en unidades de tiempo, distancia, etc.
- Capacidad del vehículo, expresados en volumen, peso, altura, etc.
- Diferentes tipos de demanda que deben entregarse al cliente.
- Tiempo de servicio de entrega.
- Depósito de vehículos y la posibilidad de finalizar el servicio en otro depósito.
- Flota de vehículos con capacidades diferentes.
- Límites de longitudes de rutas.

Las heurísticas más conocidas son Vehicle Routing o VRP⁴, que son aplicables para los CVRS, estas heurísticas tienen como objetivo principal minimizar el costo de transporte y distribución de productos. Sin embargo, los beneficios pueden ser aún mayores cuando estas herramientas se integran con otros procesos y sistemas con vista sistémica. [HER03]

3.1.1.2 Optimización de la distribución con un Sistema computarizado de rutas.

La optimización de la asignación de rutas integrada con la distribución puede ser ventajosa para las compañías en las áreas como: [HER03]

- **Movimientos de productos (docking):** las visitas a clientes y las cargas de productos deben ser coordinadas, por ejemplo usando una regla LIFO en orden para optimizar la descarga de tiempos. En algunos casos puede haber limitaciones con respecto a los tipos de materiales como con las cargas de productos. Sin embargo el objetivo principal es aumentar al máximo la ocupación del vehículo.
- **Selección y empaque de productos (Picking and Packing):** Un sistema computarizado de rutas CVRS puede dar la entrada a un sistema de distribución

⁴ VRP: Vehicle Routing Problem

de manera de coordinar y unir la selección de productos, y la optimización del manejo de materiales. Lo anterior puede ayudar a mejorar la distribución de almacenamiento, la asignación de tareas y minimizar errores de despacho.

- **Planificación de cargas para las rutas (loading):** Las soluciones ideales VRP tienden a aumentar el gran número de despachos según la capacidad y de esta manera asignar vehículos de gran capacidad para una gran cantidad de clientes. Esta solución puede parecer atractiva si se utiliza un número menor de vehículos y cargas. Sin embargo, en la distribución actual la tendencia es separar el problema global en las áreas según las distancias. Así, se usan los vehículos grandes para las distancias largas (usualmente en depósitos de productos que estén en otra ciudad), mientras los vehículos pequeños se usan para embarques que no involucren grandes distancias. Esto es debido principalmente a las limitaciones con respecto tiempo ocupado debido al tráfico de las ciudades. El CVRS debe considerar estas limitaciones.
- **Asignación de vehículos (vehicle assignment):** La base de datos del CVRS debe tener la información apropiada para escoger mejores cargas y vehículos acorde a la planificación de ruta generada computarizadamente. Los métodos de asignación de recursos deben ser parte del CVRS.
- **Ventas:** La integración de un CVRS en esta área puede ser importante por dos razones. En primer lugar, las ventas son responsables del servicio al cliente con respecto a la información acerca de todos los despachos a lo largo del proceso de ventas. Segundo, la asignación de ruta puede guardar la ruta que ha seguido el vendedor en su visita al cliente. En todos estos casos el CVRS necesita la información de las ventas.

3.1.2 Tercerización del transporte en el contexto de la cadena de suministro.

3.1.2.1 Introducción

Dada la creciente importancia de los niveles de servicio y el cumplimiento en las entregas a los clientes, el transporte se ha convertido en un elemento generador de ventajas competitivas, transformándose no sólo en una estrategia basada en los costos, sino en una gestión de servicio con valor agregado.

El servicio al cliente y la reducción de los costos totales, como perspectiva principal de la gestión de cadena de suministro, exigen una correcta toma de decisiones que permita la eficiente integración de los procesos de las actividades logísticas, y más aún si son desarrolladas por terceros, como es el caso del transporte. [ISL03]

En el contexto de la gestión de la cadena de suministro quizá lo relevante resida en la creciente importancia de la tendencia recientemente observada hacia la manifestación de una verdadera “liga”, “alianza” o “integración” con la empresa subcontratada. Es decir, actualmente las empresas no tratan sólo de enfocarse a una contratación, sino ir más allá, por ejemplo, desarrollar una especie de tercera parte de la empresa, la cual aun con sus actividades especializadas, persigue o comparte los mismos objetivos, conocimientos y recursos, colaborando entre sí para formar una extensión de la misma. [ISL03]

Las barreras psicológicas a la tercerización, tienden progresivamente a derribarse y, cada día más, se está convirtiendo en una práctica habitual para ejecutivos.

3.1.2.2 Tercerización (Outsourcing) [URL, 8]

Outsourcing o Tercerización (también llamada subcontratación) es una técnica innovadora de administración, que consiste en la transferencia a terceros de ciertos procesos complementarios que no forman parte del giro principal del negocio,

permitiendo la concentración de los esfuerzos en las actividades esenciales a fin de obtener competitividad y resultados tangibles.

Esta técnica se fundamenta en un proceso de gestión que implica cambios estructurales de la empresa en aspectos fundamentales tales como la cultura, procedimientos, sistemas, controles y tecnología cuyo objetivo es obtener mejores resultados concentrando todos los esfuerzos y energía de la empresa en la actividad principal.

El Outsourcing es la acción de acudir a una agencia exterior para operar una función que anteriormente se realizaba dentro de la compañía, la cual en definitiva contrata un servicio o producto final sin que tenga responsabilidad alguna en la administración o manejo de la prestación del servicio, la cual actúa con plena autonomía e independencia para atender diversos usuarios. En la figura 3.2 se pueden apreciar los diferentes enfoques del Outsourcing.

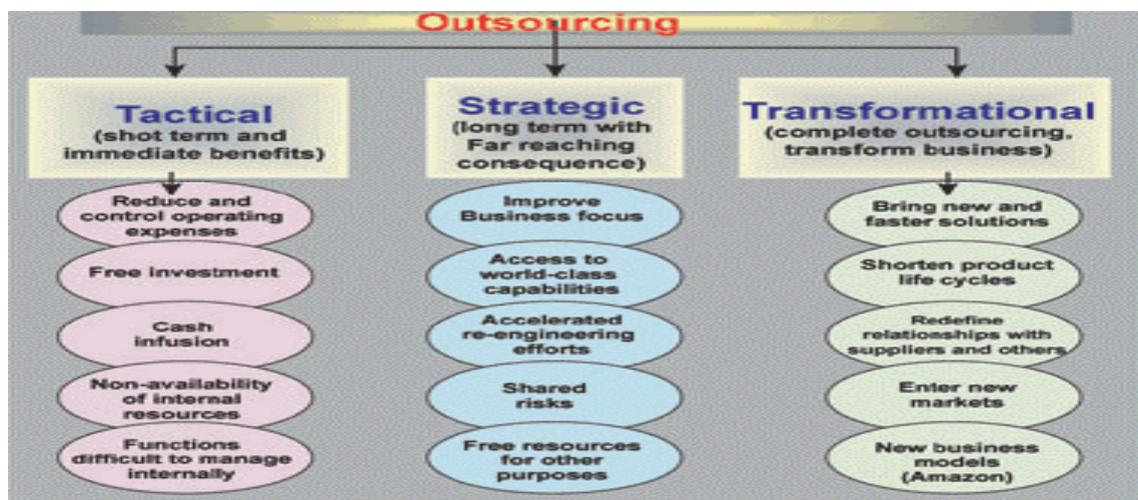


Figura 3.2: Enfoque del Outsourcing en la empresa [URL, 9]

La importancia de la tercerización radica en que esta pretende concentrar los esfuerzos de la compañía en las actividades principales del giro de negocios. De esta manera se pretende otorgar mayor valor agregado para los clientes y productos mediante agilidad y oportunidad en el manejo de los procesos transferidos.

3.1.3 La Empresa Virtual para la gestión de la Cadena de suministro.

En la actualidad es impensable competir en base a la excelencia de las empresas que representan un solo eslabón en la cadena de transformación y distribución de los productos que se entregan al consumidor final, ya que las características del producto final dependen de todas las empresas que forman la Cadena de Suministro.

Un avance en el entorno de Cadena de Suministros lo supone la llamada Empresa Extendida, donde en un ambiente de redes dinámicas hay empresas que colaboran según relaciones con diferentes grados de complejidad para generar un producto/servicio. [URL, 10]

Una empresa extendida es aquella que no se limita a gestionar su propia cadena de valor, sino que también tiene en cuenta el resto de eslabones que configuran una industria, desde el cliente final hasta los proveedores de materias primas. De este modo, los sistemas de la información de una empresa extendida incluyen a sus clientes y proveedores, y tienen en cuenta que los cambios que se producen en un punto de la cadena de suministros afectan a todos los participantes de la misma. [URL, 11]

Un paso adelante, es la generación de Empresas Virtuales para desarrollar procesos de Negocios ligados a la Cadena de suministro. La ventaja fundamental sobre el modelo de empresa extendida, es que en este caso todas las empresas que forman la empresa virtual trabajan según un modelo altamente colaborativo, sobre el mismo proceso, de tal forma que las empresas cooperen de forma complementaria. [URL, 10]

Esta situación, desde la empresa extendida a una empresa virtual la podemos apreciar en la figura 3.3.

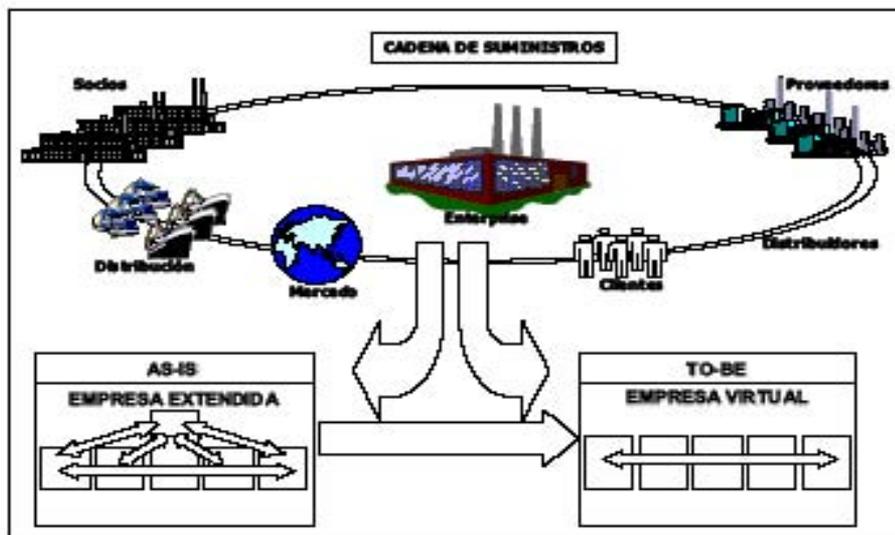


Figura 3.3: Desde la empresa extendida a la empresa virtual en la gestión de la cadena de suministro. [URL, 10]

3.1.3.1 Empresas Virtuales autónomas. La Cadena de suministro como un sistema multiagente [URL, 12]

Una Empresa Virtual es un consorcio temporal de empresas independientes que explotan conjuntamente las oportunidades de fabricación que surgen a nivel global en este mundo tan cambiante.

Una Empresa Virtual Autónoma, si es vista como entidad de un Sistema multiagente o SMA⁵, sería apropiada para representar entidades cuyo comportamiento sea la resultante de la actuación de múltiples entidades autónomas e independientes, con sus propias metas, recursos y capacidades de comunicación.

Estos sistemas SMA son idóneos en el tratamiento de la integración de la función productiva, secuenciación y control de producción, planificación de almacenes y manejo de materiales, etc.

La ventaja sustantiva que aportan los SMA's, es una nueva concepción de la función productiva, al facilitar un soporte que coordina e integra sistemas heterogéneos en entornos abiertos y distribuidos. Este nuevo escenario corresponde a la situación en la

⁵ SMA: Sistemas Multiagentes

que se encuentran actualmente las empresas manufactureras. Se ha pasado de la fabricación en masa a la producción individualizada.

3.1.4 SISTEMA OPCHAIN: Optimización de la Cadena de Suministro. [URL, 13]

OPCHAIN es un sistema avanzado de planificación que explota las últimas tecnologías informáticas y el modelamiento matemático técnico-económico de complejas cadenas de suministro integradas horizontal y verticalmente, en un país o en múltiples países. La potencia de sus algoritmos para optimización matemática, unida a su capacidad para representar precisamente las relaciones de costo y de volumen provee confianza en resultados óptimos que no pueden obtenerse con enfoques más simples.

Este sistema permite describir el costo total detalladamente, como la suma de múltiples costos, como por ejemplo: costos de venta de los productos, costos de transporte en flota propia, o en flotas de terceros, de los productos a los centros de distribución o a los consumidores directos, costos de empaque, costos de manejo y de capital asociado a los inventarios.

Además genera modelos que incorporan las actividades asociadas a la distribución, las restricciones en capacidad de manejo y de almacenamiento de inventarios, las capacidades de transporte propio y de transporte de terceros, la conectividad entre vendedores y Centros de distribución, y entre Centros de distribución y compradores finales. Permite considerar múltiples modos de transporte de forma tal de facilitar al usuario la conformación óptima de la flota de vehículos de cualquier tamaño y tipo, es decir a nivel táctico permite planificar las actividades de mantenimiento de la flota de vehículos.

3.1.4.1 Objetivos y resultados

Este tipo de problema es de permanente interés para los responsables de la planificación de la cadena de suministro. Una compañía con múltiples plantas que

atiende un mercado geográficamente disperso busca asignar de manera óptima la demanda de sus productos entre todas sus plantas. El objetivo es minimizar la suma de los costos asociados a materias primas, a manufactura y a distribución, atendiendo la demanda en la medida que ello sea rentable. Su objetivo también puede ser determinar la mezcla óptima de productos que debe producir para maximizar sus ganancias.

Los modelos de optimización de OPCHAIN (figura 3.4) pueden ayudar a resolver simultáneamente, los siguientes aspectos: [URL, 13]

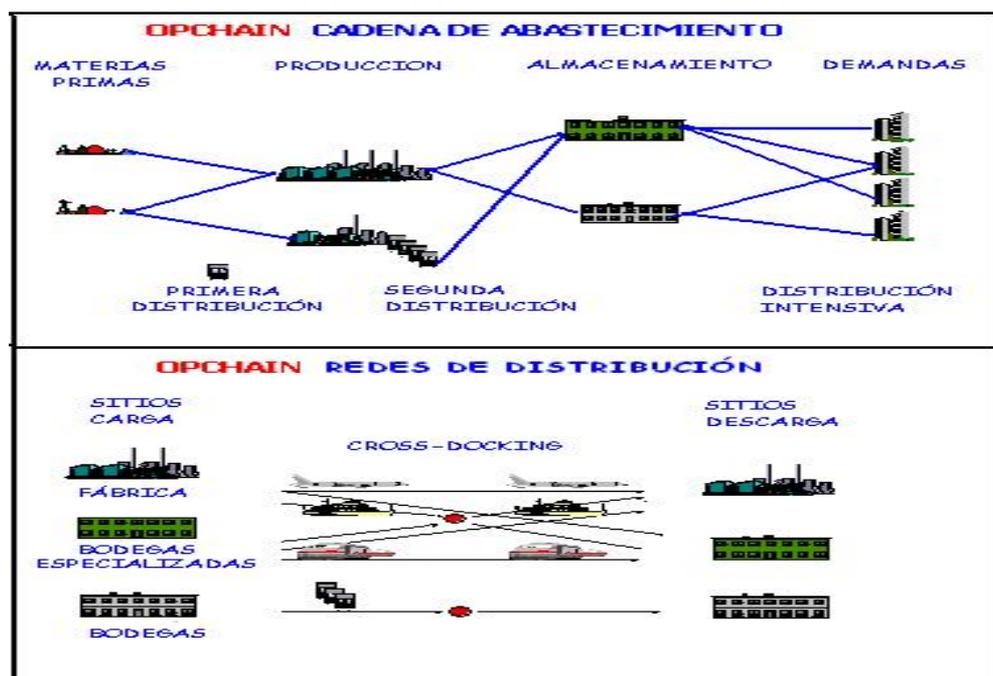


Figura 3.4: Enfoques OPCHAIN [URL, 13]

- Determinar el lugar y el número de plantas de producción, empaqueo y líneas de empaqueo.
- Elegir el tipo de infraestructura que debe ser propia y cual se debe alquilar a terceros.
- Determinar la cantidad y el tipo de producto que deben producirse en cada planta y/o equipo.
- Distinguir entre los diferentes procesos tecnológicos que deben ser utilizados en cada planta.

- Establecer las fórmulas de producción que deben ser utilizadas en cada equipo y/o proceso.
- Determinar qué proveedor, y en qué cantidades, debe atender a cada planta.
- Que productos intermedios se deben producir y cuales deben obtenerse de un tercero.
- Que servicios se deben prestar con fuerza propia y cuales deben obtenerse de un tercero.
- Establecer qué planta, y en qué cantidades, debe atender a cada centro de distribución.
- Determinar el nivel de inventarios de materias primas, de productos en proceso y/o de productos terminados que se debe mantener en cada almacenamiento de la cadena.

3.1.5 Análisis del Modelo SCOR para la Gestión de la Cadena de suministro.

El Modelo SCOR⁶ proporciona un marco que une Procesos de Negocio, Indicadores de Gestión, Mejores Prácticas y Tecnologías en una estructura para apoyar la comunicación entre los Socios de la cadena de suministro y mejorar la eficacia de la gestión de la cadena de suministro. [CAL05]

No tiene descripción matemática ni métodos heurísticos, estandariza la terminología y los Procesos de Negocio de una Cadena de suministro permitiendo modelar y utiliza indicadores de gestión para comparar y analizar diferentes alternativas y estrategias de las entidades.

Está organizado alrededor de cinco Procesos Principales de Gestión: Planificación (Plan), Suministro (Source), Producción (Make), Distribución (Deliver) y Devolución (Return), esto se puede apreciar en la figura 3.5.

⁶ SCOR: Supply-Chain Operations Reference model



Figura 3.5: Enfoque SCOR [CAL05]

El Modelo abarca todas las interacciones con los Clientes, todas las transacciones físicas de materiales (incluidos Proveedores de los Proveedores y los Clientes de los Clientes) y todas las interacciones con el Mercado. Sin embargo no intenta describir cada Proceso de Negocio o Actividad. El Modelo no contiene Ventas y Marketing, Desarrollo del Producto, Investigación y Desarrollo, y elementos de Servicio Posventa al Cliente. [CAL05]

El modelo SCOR es un modelo referencial para implementar procesos de integración de las cadenas, es una herramienta de diagnóstico estándar para la administración de cadenas de suministro. Como resultado del modelo, industrias muy dispares pueden ser enlazadas para describir la profundidad y amplitud de prácticamente cualquier cadena de suministro. Este modelo ha sido capaz de describir y proveer una base para mejoramiento de cadenas de suministro de proyectos globales y de proyectos específicos para una planta en particular.

En la figura 3.6 se muestra los niveles del SCOR. Cuenta con 4 niveles referentes a definición, configuración, procesos e implementación en una cadena de suministro.

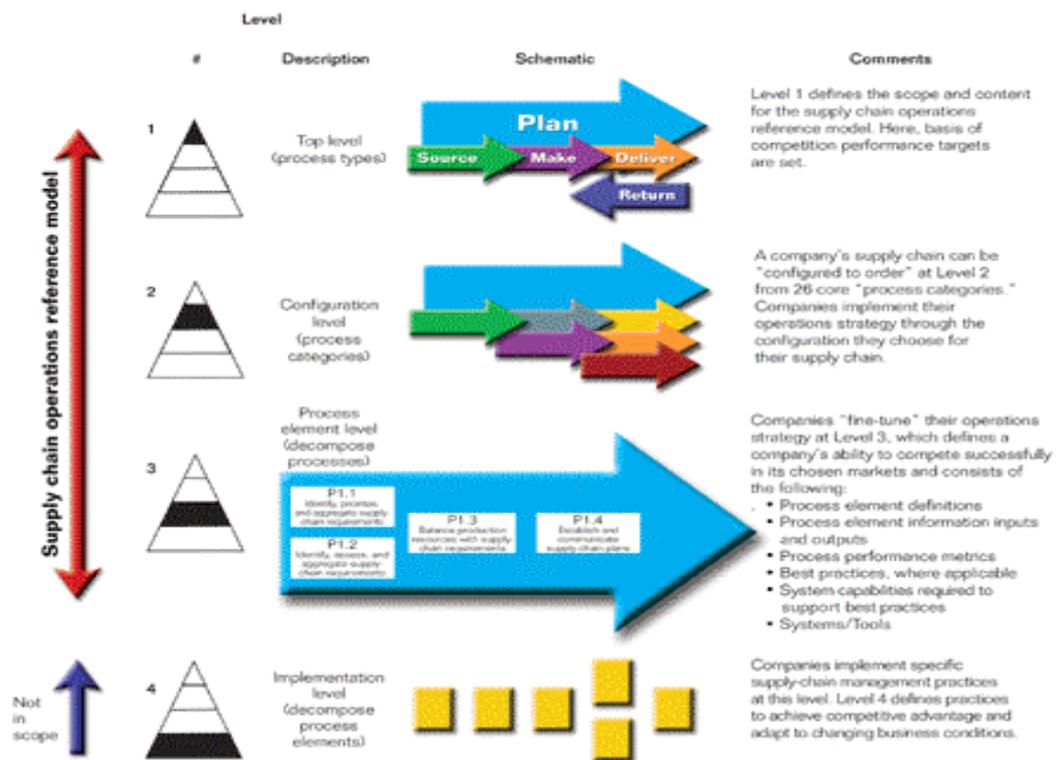


Figura 3.6: Niveles del Modelo SCOR [URL, 16]

En Chile, el modelo SCOR se ve implementado en la empresa AISL, que ofrece servicios y productos necesarios para resolver un problema logístico puntual hasta llevar adelante un proyecto de Centro de distribución logístico de última generación. Considera una consultaría inicial para establecer los requerimientos, el diseño, provisión e instalación del equipamiento interno para el almacenaje y manipulación de la mercadería, implementación de software y además suministra y coloca en operación la infraestructura y equipos de radiofrecuencia.

3.1.6 Integración de la Cadena de Suministro en el sector retail.

3.1.6.1 Introducción

En este enfoque se propone y valida una estrategia de integración en la Cadena de Suministro para el sector retail, basado en la Colaboración y las tecnologías de información.

En los últimos años la conducta de los consumidores ha tenido cambios significativos. Esto ha tenido un profundo impacto en la gestión y control de los inventarios para la industria del comercio al detalle o retail, afectando fuertemente a supermercados, farmacias, comercio tradicional, tiendas de conveniencia, tiendas por departamento, tiendas de descuento y otras del sector. [LEI05]

Los desafíos de las empresas de retailing se han centrado en dos temas principales: [LEI05]

- Gestionar de mejor forma sus inventarios de productos terminados.
- Mejorar la logística de estos productos, desde la incorporación de tecnologías hasta la adopción de nuevos conceptos como SCM⁷.

3.1.6.2 SCM

SCM permite a las empresas entregar a sus clientes productos y servicios de manera más rápida y económica, generando, a la vez, mayores utilidades. Por eso, en Chile existe una demanda creciente por este tipo de servicios, principalmente, por el auge de la competitividad y también, por la necesidad de reducir los costos operativos en tiempos de crisis.

Las soluciones SCM permiten enfocar su atención en nuevas oportunidades de negocios e incrementar su rentabilidad, a través de una colaboración optimizada con sus proveedores.

Entre los principales módulos de la solución SCM (figura3.7) figuran: [URL, 14]

- **Control de inventarios:** Permite llevar el control y monitorear el flujo de inventario, además integrar esta información con datos de ventas, compras, manufactura y distribución, para identificar la mejor manera de reducir inventario y eliminar costos innecesarios.

⁷ SCM: Supply Chain Management

- **Ventas:** Los encargados de ventas tienen acceso a información crítica y actualizada, en cualquier momento y lugar, a través de los recursos en línea. Esto les permite tener todos los datos necesarios para atender mejor a los clientes y anticipar sus necesidades. Estas soluciones le dan el control de todo el proceso de ventas, desde la cotización hasta la facturación. También es posible definir políticas de precio complejas para distintos escenarios en función de volúmenes de venta y tipo de cliente.
- **Compras:** Ayuda a mantener una relación organizada con sus proveedores y permite generar órdenes de compra para artículos de inventario, materiales, servicios y suministros, a la vez que controla el proceso de compra y recepción. El módulo de compras puede integrarse al módulo de inventarios para actualizar la cantidad de productos y materiales en existencia de manera automática cuando se reciben los artículos.
- **Distribución avanzada:** Ofrece un medio poderoso para cumplir con los pedidos de sus clientes a tiempo. Le permite organizar mejor sus procesos de distribución, a fin de responder con eficiencia a los pedidos de sus clientes y entregar sus productos a tiempo para mantener a sus clientes satisfechos. Este módulo también contribuye en la reducción de costos, lo que le permite ofrecer precios más competitivos.

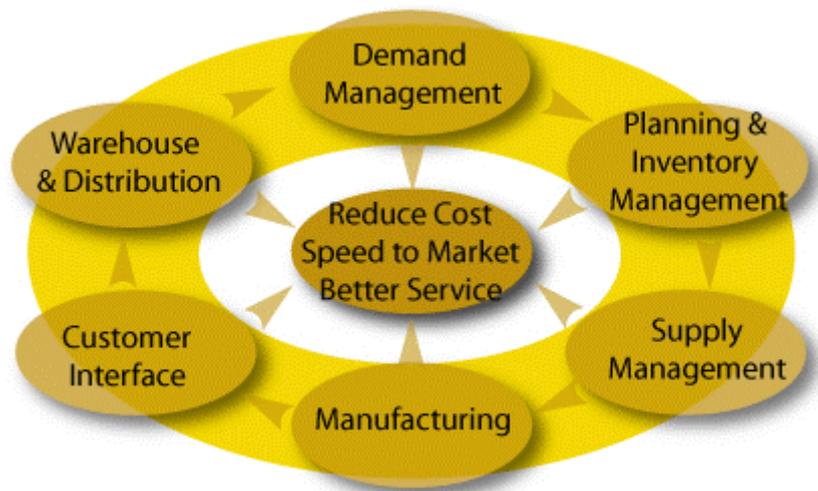


Figura 3.7: Áreas SCM [URL, 15]

3.1.6.3 Empresas retail y tecnologías de información.

La complejidad en la oferta y la demanda afecta los procesos logísticos, haciendo más complejas las funciones de distribución y transporte. En este escenario, Internet introduce nuevas variables, al permitir nuevos canales para el retail, aumentando la variedad en la gestión, desde la distribución de cargas hacia las tiendas y clientes mayoristas, hasta la paquetería y la distribución de unidades al consumidor final. En este contexto la logística demanda gran coordinación, con procesos eficientes de picking, despacho y flete.

Las tecnologías de información, y en particular Internet, juegan un rol clave para alcanzar las metas de la integración de la cadena de suministro. Aunque la manifestación más visible de Internet ha sido en el Comercio electrónico como un nuevo canal de retail, Internet puede tener un impacto aún más profundo en la interacción business-to-business, especialmente en el área de integración de la cadena de suministro. Internet obliga a redefinir como se conducen las operaciones de back-end (diseño y desarrollo de productos, compras, producción, inventario, distribución, soporte post-ventas y

marketing), y a redefinir los roles y relaciones en los procesos, fomentando nuevas redes de abastecimiento, nuevos servicios y nuevos modelos de negocios. [LEI05]

El término “e-business” se refiere al uso de Internet en todos los procesos de negocios de la empresa. En el contexto de la cadena de suministro, e-business se referirá a la planificación y ejecución de las operaciones de front-end y back-end en una cadena de suministro, usando Internet.

Las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones han sido un factor importante para lograr la Integración en la cadena de suministro. Bases de datos relacionales, arquitectura cliente/servidor, protocolos de red TCP/IP, redes inalámbricas, multimedia, radio frecuencia, códigos de barra, sistemas de planificación de recursos o ERP⁸, sistemas de manejo de materiales o WMS⁹, y ahora último Internet, han sido y seguirán siendo factores importantes para el desarrollo e integración de la cadena de suministro. [LEI05]

Ahora describir estas tecnologías no es el propósito de este trabajo de tesis, por esta razón solo las mencionamos. Estas tecnologías claves para la integración se dividen en dos tipos: Tecnologías “Hard”, que incluyen Tecnologías de Bases de Datos, Hardware y Comunicaciones, y Tecnologías “Soft”, que apuntan a Aplicaciones, Desarrollos Web, etc.

3.1.7 mySAP SCM

mySAP SCM soporta tareas relacionadas con la planificación estratégica, la asignación y la ubicación de la fabricación. Esta solución le permite alinear la infraestructura de la cadena de suministro para obtener resultados óptimos, reaccionando a las condiciones variables del mercado, como el lanzamiento de nuevos productos o nueva segmentación de clientes.

⁸ ERP: Enterprise Resource Planning

⁹ WMS: Warehouse Management Systems

El proceso de toma de decisión de mySAP SCM cubre el abastecimiento estratégico, identificando, entre otras cosas, el lugar idóneo para fabricar un determinado producto, y la mejor distribución de éstos. El resultado es una mejor selección de proveedores, un óptimo diseño de conceptos de distribución y de redes de transporte en función de los costes, ubicaciones geográficas y número de instalaciones.

3.1.7.1 Funcionalidades [URL, 17]

MySAP SCM ofrece las siguientes funcionalidades para la gestión de la cadena de suministro en lo que respecta a: Gestión de las relaciones de intercambio (relación con clientes y proveedores), Gestión colaborativa de la oferta y la demanda (proveedores), Aprovisionamiento colaborativo (Gastos), Cumplimiento colaborativo (disponibilidad de stock y capacidad) y Gestión de eventos de la cadena de suministro.

3.1.7.2 Ventajas

MySAP SCM posee las siguientes ventajas para la empresa: [URL, 17]

- Intercambio online para colaborar, compartir información, planificar y coordinar toda la cadena de suministro.
- Aumentar las ventas mediante un servicio fiable al cliente, menor tiempo de acceso al mercado y personalización, de forma que siempre pueda fabricar el producto adecuado en la cantidad, lugar y momento adecuado.
- Reducir los costes a través de ciclos más cortos, mayor utilización de los equipos productivos, aprovisionamiento estratégico y gastos logísticos más reducidos.
- Conseguir un menor tiempo de salida al mercado mediante la racionalización de los procesos de diseño, haciendo así que la posición de la empresa sea más ventajosa ante los competidores, mejorando las ventas y los márgenes de beneficio.

- Aumentar el retorno de los activos a través de una mejor visibilidad de la demanda, los stocks e información sobre la capacidad productiva, de forma que pueda utilizar más eficazmente los equipos y el stock.

3.1.8 El Geomarketing y la Distribución Comercial [CHA04]

3.1.8.1 Introducción

El Geomarketing es una disciplina reciente, aún poco conocida por los analistas, pero de una gran potencialidad, que permite a los encargados de tomar las decisiones visualizar las estrategias de marketing y poner al descubierto aquellas localizaciones de mayor potencialidad en un negocio. Nacida de la confluencia del marketing y la geografía, se trata de una disciplina que podría definirse como el conjunto de técnicas que permiten analizar la realidad económico-social desde un punto de vista geográfico, a través de instrumentos cartográficos y herramientas de la estadística espacial. Dentro del mundo de la distribución comercial, las técnicas de Geomarketing permiten abordar cuestiones críticas y habituales de este sector, que no siempre son atendidas.

3.1.8.2 Geomarketing

El marketing ha sido definido como una ciencia del comportamiento que explica las relaciones de intercambio que suelen tener lugar sobre un espacio geográfico entre distintos grupos e individuos de tal manera que las partes implicadas obtengan la satisfacción de sus deseos y necesidades.

El Geomarketing ocupa ese lugar común entre geografía y marketing, aunque se trata de un concepto más amplio que engloba otros elementos y ciencias, como la informática, estadística y cartografía. El Geomarketing podría ser definido como un sistema integrado por datos, programas informáticos de tratamiento, métodos estadísticos y representaciones gráficas destinadas a producir una información útil para

la toma de decisiones, a través de instrumentos que combinan la cartografía digital, gráficos y tablas

La misión del Geomarketing consiste en abordar los cuatro elementos del marketing-mix (producto, comunicación, distribución y precio) desde la perspectiva espacial que subyace a todos ellos (Figura 3.8). Así, la dimensión espacial se pone de manifiesto en este proceso en el que un “producto” (bien o servicio) debe ser “comunicado” al público a través de medios promocionales (por ejemplo, un panel publicitario en una calle), así como “distribuido” en un medio de transporte para su comercialización en un punto de venta, con un “precio”, que suele estar condicionado muchas veces por cuestiones locacionales (una calle, un centro comercial, una ciudad, etc.).

3.1.8.3 Elementos de un sistema de Geomarketing

Un sistema de Geomarketing consta de los siguientes elementos (Figura 3.9): información estadística y cartográfica, tratamiento de la información y estudios de mercado.



Figura 3.8: Perspectiva espacial en los elementos del Marketing-mix [CHA04]

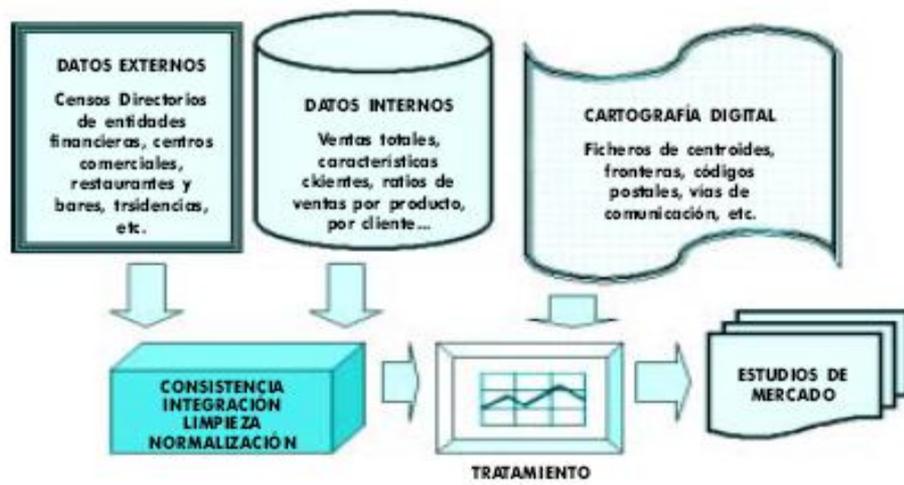


Figura 3.9: Elementos de un Sistema de Geomarketing [CHA04]

CAPITULO 4: ANALISIS Y DISEÑO UTILIZANDO UML

En este capítulo se presentará toda la modelación UML, utilizada en la construcción de un prototipo de un Sistema de distribución comercial para la cadena de suministro.

Como ya se menciona, UML sirve para el modelado completo de sistemas complejos, tanto en el diseño de los sistemas software como para la arquitectura hardware donde se ejecuten; además es un modelado visual independiente del lenguaje de implementación, de tal forma que los diseños realizados usando UML se puedan implementar en cualquier lenguaje que soporte las posibilidades de éste. (Principalmente lenguajes orientados a objetos).

4.1 CASO DE ESTUDIO

La distribución comercial de una empresa consiste en la canalización de un determinado bien desde los centros productivos hasta los centros de consumo, esta compuesta por proveedores de materia prima, centros de distribución de productos acabados, fábricas que procesan las materias primas y finalmente los clientes. Esto se puede apreciar en la figura 4.1.

El objetivo principal es minimizar todos los costos asociados a todos los componentes de esta empresa y poder tomar una decisión en lo que respecta a la distribución óptima de sus productos.

Es por esto que el caso de estudio que se presenta en esta tesis consistirá en elaborar una aplicación que recopile información acerca las demandas de productos, costos asociados a estos productos, y la producción de materias primas. Esta aplicación deberá ser capaz de generar una distribución óptima de materias prima y productos terminados. Para ello, se utilizará como base un modelo de programación lineal que minimice los costos de distribución.

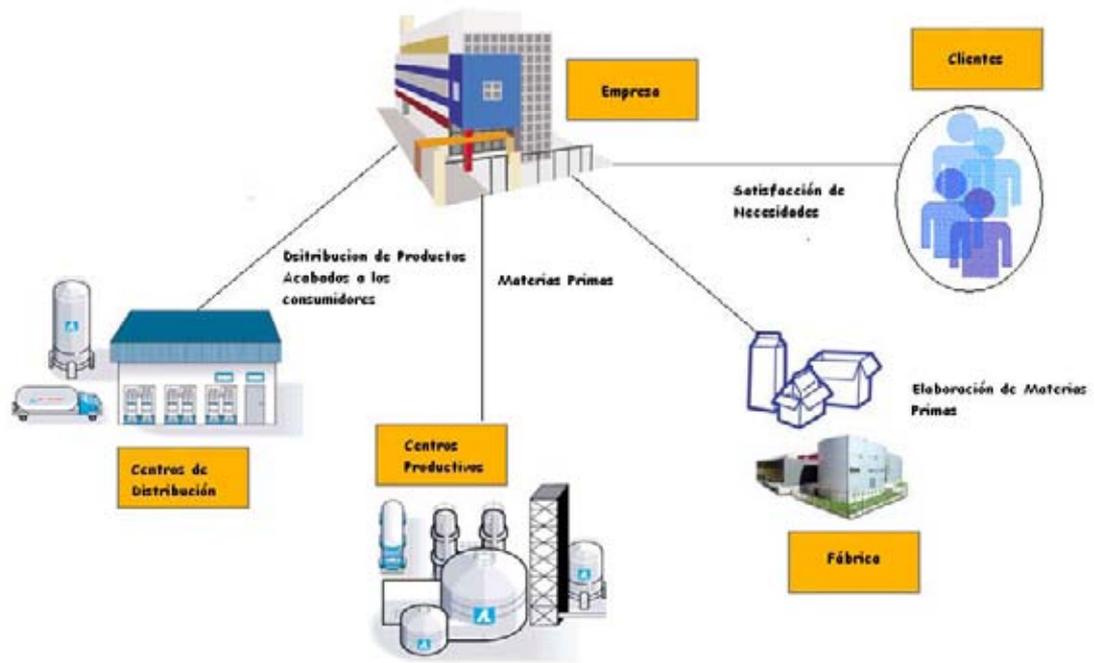


Figura 4.1: Esquema de los componentes involucrados en la distribución comercial de una empresa.

4.2 REQUERIMIENTOS PARA LA MODELACION

Los requerimientos para este caso de estudio serán los siguientes:

- **Declaración general:** El propósito de este proyecto es crear un sistema que sea capaz de determinar la Distribución óptima de materias primas y productos terminados, de forma de optimizar la cadena de suministros otorgándole a la empresa la posibilidad de distribuir sus productos de manera óptima.
- **Usuarios:** La capacidad de elaborar una distribución minimizando los costos de transporte, almacenamiento y producción.
- **Objetivos:** En general, la meta es minimizar la suma de los costos de producción, transporte y almacenamiento que se generan en la serie de operaciones comerciales. Además de aumentar las ventajas competitivas de estas empresas satisfaciendo mejor al cliente final.

4.3 FUNCIONES DEL SISTEMA

A continuación se presentaran las funciones básicas de cada modulo que requerirá implementación del prototipo final.

4.3.1 Funciones básicas del Módulo General.

Tabla 4.1: Funciones Módulo General

Referencia #	Función	Categoría
R1.1	Desplegar Formulario Principal, con sus respectivas Opciones.	evidente
R1.2	Desplegar Formulario de Certificación.	evidente
R1.3	Capturar y autenticar a cada administrador de la empresa.	oculta
R1.4	Proveer mecanismos de comunicación entre procesos y sistema	oculta

4.3.2 Funciones básicas del Módulo Centros de Distribución de Productos Terminados.

Tabla 4.2: Funciones Módulo Centros de Distribución de Productos Terminados

Referencia #	Función	Categoría
R2.1	Desplegar Formulario asociado a los Centros de Distribución de Productos Terminados.	evidente
R2.2	Capturar y registrar las demandas de productos terminados de cada Centro de Distribución.	oculta
R2.3	Capturar y registrar los Costos de Transporte y Almacenamiento para cada uno de los Centros de Distribución.	oculta
R2.4	Capturar y registrar la Capacidad de Almacenamiento de cada Centro de Distribución.	oculta
R2.5	Capturar y registrar las Existencias en los Centros de distribución de Productos Terminados.	oculta
R2.6	Proveer mecanismos de comunicación entre procesos y sistema	oculta

4.3.3 Funciones básicas del Módulo Centros Productivos de Materias Primas.

Tabla 4.3: Funciones Módulo Centros Productivos de Materias Primas.

Referencia #	Función	Categoría
R3.1	Desplegar Formulario asociado a los Centros Productivos de Materias Primas.	evidente

R3.2	Capturar y registrar la Producción de Materias Primas	oculta
R3.3	Capturar y registrar los Costos de Transporte y Almacenamiento para cada uno de los Centros Productivos de Materias Primas.	oculta
R3.4	Realizar la Planificación de la Producción de Materia Prima.	oculta
R3.5	Proveer mecanismos de comunicación entre procesos y sistema	oculta

4.3.4 Funciones básicas del Módulo Fábrica.

Tabla 4.4: Funciones Módulo Fábrica.

Referencia #	Función	Categoría
R4.1	Desplegar Formulario asociado a la Fábrica.	evidente
R4.2	Capturar y registrar Coeficiente de Conversión de Materias Primas en Productos Terminados.	oculta
R4.3	Capturar y registrar Existencias de Productos terminados en la Fábrica.	oculta
R4.4	Capturar y registrar Capacidad Productiva de la Fábrica.	oculta
R4.5	Capturar y registrar los Costos de Almacenamiento para la Fábrica.	oculta
R4.6	Proveer mecanismos de comunicación entre procesos y sistema	oculta

4.3.5 Funciones básicas del Módulo Empresa

Tabla 4.5: Funciones Módulo Empresa

Referencia #	Función	Categoría
R5.1	Desplegar Formulario de Opciones	evidente
R5.2	Calcular Distribución Óptima.	oculta
R5.3	Desplegar Solución Óptima.	evidente
R5.4	Mostrar Datos ingresados en la Empresa	oculta
R5.5	Proveer mecanismos de comunicación entre procesos y sistema	oculta

4.4 DIAGRAMA DE CASOS DE USO

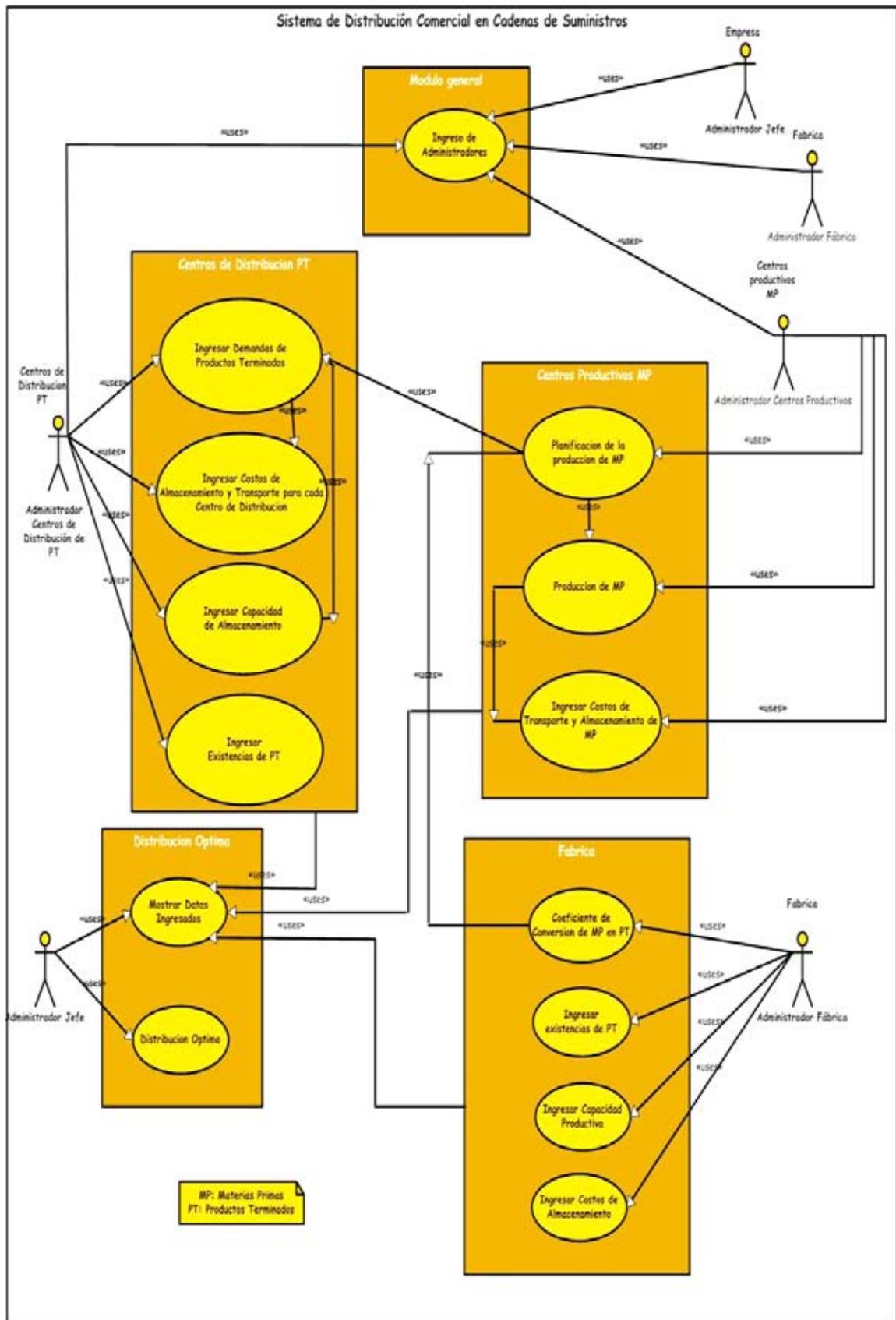


Figura 4.2: Diagrama de casos de Uso

4.5 CASOS DE USO

4.5.1 Identificación de actores y casos de uso

Tabla 4.6: Identificación de Casos de Uso

Actores	Casos de Uso
Administrador Centros de Distribución	<ul style="list-style-type: none"> • Ingreso de Administradores. • Ingresar Demandas de los Centros de Distribución de Productos Terminados. • Ingresar Costos de Almacenamiento y Transporte para los Centros de Distribución de Productos Terminados. • Ingresar Capacidad de Almacenamiento para los Centros de Distribución de Productos Terminados. • Ingresar Existencias de Productos Terminados.
Administrador Centros productivos	<ul style="list-style-type: none"> • Ingreso de Administradores • Producción de Materias Primas • Planificación de la Producción de Materias Primas. • Ingresar Costos de Almacenamiento y Transporte para los Centros Productivos de Materia Prima.
Administrador Fábrica	<ul style="list-style-type: none"> • Ingreso de Administradores • Coeficiente de conversión de Materias Primas en Productos Terminados. • Ingresar Existencias de Productos Terminados para la Fábrica. • Ingresar Capacidad Productiva para la Fábrica. • Ingresar Costos de Almacenamiento para la Fábrica.
Administrador Jefe	<ul style="list-style-type: none"> • Ingreso de Administradores. • Mostrar Datos Ingresados en la Empresa. • Distribución Óptima para la Empresa.

4.6 CASOS DE USO DE ALTO NIVEL

4.6.1 Caso de uso: Ingreso de Administradores

Tabla 4.7: Desarrollo Alto nivel, Caso de Uso Ingreso de Administradores.

Caso de uso	Ingreso de Administradores
Actores	<ul style="list-style-type: none"> • Administrador Centros de Distribución. • Administrador Centros Productivos. • Administrador Fábrica. • Administrador Jefe.
Propósito	Desplegar Formulario de Certificación y desplegar Formulario asociado a cada Administrador.
Precondición	<ul style="list-style-type: none"> • Sistema en línea. • Administrador sea valido y pertenezca a los módulos correspondientes.

Resumen	Cuando los Administradores inician la aplicación, cada Administrador se autentifica y se despliega un Formulario con las Opciones respectivas a cada Administrador y a cada módulo. En el caso que sea el Administrador Centros de Distribución se desplegará el Formulario de los Centros de Distribución de Productos Terminados, si es el Administrador Centros Productivos se desplegará un Formulario de los Centros Productivos de Materias Primas, si es el Administrador Fábrica se desplegará el Formulario de Fabrica y si es el Administrador Jefe se desplegará el Formulario para calcular la Distribución Optima para la Empresa.
Tipo	Primario y evidente
Referencias cruzadas	Funciones: R1.1, R1.2, R1.3, R1.4,R2.1, R3.1, R4.1, R5.1

4.6.2 Caso de Uso: Ingresar Demanda de los Centros de Distribución de Productos Terminados.

Tabla 4.8: Desarrollo Alto nivel, Caso de Uso Ingresar Demanda de los Centros de Distribución de Productos Terminados.

Caso de uso	Ingresar Demanda de los Centro de Distribución de Productos Terminados
Actores	<ul style="list-style-type: none"> • Administrador Centros de Distribución. • Administrador Centros Productivos.
Propósito	Desplegar las opciones para ingresar las Demandas y capturar las demandas ingresadas para cada Centro de Distribución de Productos Terminados.
Precondición	<ul style="list-style-type: none"> • Sistema en línea. • Demandas validas para los Centros de Distribución de Productos Terminados.
Resumen	El Administrador Centros de Distribución deberá elegir la Opción Ingresar Demandas y se desplegaran los centros asociados para que éste ingrese las Demandas de cada Centro. El Administrador Centros Productivos toma estos valores para poder calcular la Planificación de la Producción de Materia Prima.
Tipo	Primario y evidente
Referencias cruzadas	Funciones: R2.2,R2.6

4.6.3 Caso de Uso: Ingresar Costos de Almacenamiento y Transporte para los Centros de Distribución de Productos Terminados.

Tabla 4.9: Desarrollo Alto nivel, Caso de Uso Ingresar Costos de Almacenamiento y Transporte para los Centros de Distribución de Productos Terminados.

Caso de uso	Ingresar Costos de Almacenamiento y Transporte para los Centros de Distribución de Productos Terminados.
Actores	<ul style="list-style-type: none"> • Administrador Centros de Distribución.
Propósito	Desplegar las opciones para ingresar los Costos de Almacenamiento y Transporte, y capturar los costos

	ingresados de cada Centro de Distribución de Productos Terminados.
Precondición	<ul style="list-style-type: none"> • Sistema en línea • Costos validos para los Centros de Distribución de Productos terminados.
Resumen	El Administrador Centros de Distribución debe elegir la Opción Ingresar Costos y se desplegara los Centros asociados para que éste ingrese los Costos para cada Centro respecto a las Demandas ingresadas.
Tipo	Primario
Referencias cruzadas	Funciones: R2.3, R2.6

4.6.4 Caso de Uso: Ingresar Capacidad de Almacenamiento para los Centros de Distribución de Productos Terminados.

Tabla 4.10: Desarrollo Alto nivel, Caso de Uso Ingresar Capacidad de Almacenamiento para los Centros de Distribución de Productos Terminados.

Caso de uso	Ingresar Capacidad de Almacenamiento para los Centros de Distribución de Productos Terminados.
Actores	<ul style="list-style-type: none"> • Administrador Centros de Distribución.
Propósito	Desplegar las Opciones para ingresar la Capacidad de Almacenamiento y capturar las Capacidades de Almacenamiento de cada Centro de Distribución de Productos Terminados.
Precondición	<ul style="list-style-type: none"> • Sistema en línea • Datos validos.
Resumen	El Administrador Centros de Distribución debe elegir la Opción Ingresar Capacidad de Almacenamiento y se desplegará los Centros asociados para que éste ingrese las Capacidades de Almacenamiento para cada Centro.
Tipo	Primario y evidente
Referencias cruzadas	Funciones: R2.4,R2.6

4.6.5 Caso de Uso: Ingresar Existencias de productos para los Centros de Distribución de Productos Terminados.

Tabla 4.11: Desarrollo Alto nivel, Caso de Uso Ingresar Existencias de productos para los Centros de Distribución de Productos Terminados.

Caso de uso	Ingresar Existencias de productos para los Centros de Distribución de Productos Terminados.
Actores	<ul style="list-style-type: none"> • Administrador Centros de Distribución.
Propósito	Desplegar las Opciones para ingresar las Existencias de Productos Terminados y capturar las Existencias de Productos de cada Centro de Distribución de Productos Terminados.
Precondición	<ul style="list-style-type: none"> • Sistema en línea • Existencias validas.

Resumen	El Administrador Centros de Distribución debe elegir la Opción Ingresar Existencias y se desplegará las opciones para que éste ingrese las Existencias de Productos para cada Centro.
Tipo	Primario y evidente
Referencias cruzadas	Funciones: R2.5,R2.6

4.6.6 Caso de Uso: Producción de Materias Primas para los Centros Productivos.

Tabla 4.12: Desarrollo Alto nivel, Caso de Uso Producción de Materias Primas para los Centros Productivos.

Caso de uso	Producción de Materias Primas para los Centros Productivos.
Actores	<ul style="list-style-type: none"> Administrador Centros productivos.
Propósito	Desplegar Opciones para la Producción de Materias primas y capturar la Producción semanal de Materias Primas.
Precondición	<ul style="list-style-type: none"> Sistema en línea
Resumen	El Administrador Centros Productivos elige la opción Producción de Materias Primas para calcular la producción de acuerdo a la Planificación de Materias primas.
Tipo	Primario y evidente
Referencias cruzadas	Funciones: R3.2

4.6.7 Caso de Uso: Planificación de la Producción de Materias Primas.

Tabla 4.13: Desarrollo Alto nivel, Caso de Uso Planificación de la producción de Materias Primas.

Caso de uso	Planificación de la Producción de Materias Primas.
Actores	<ul style="list-style-type: none"> Administrador Centros Productivos.
Propósito	Desplegar la planificación de la producción de materias primas utilizando las demandas de cada centro de distribución.
Precondición	<ul style="list-style-type: none"> Sistema en línea Demandas Ingresadas por parte de los Centros de Distribución de Productos Terminados. Coficiente de conversión valido.
Resumen	El Administrador Centros productivos elige la Opción Planificación y se desplegará la Planificación de la Producción de Materia Prima para cada centro de producción.
Tipo	Primario
Referencias cruzadas	Funciones: R3.4

4.6.8 Caso de Uso: Ingresar Costos de Almacenamiento y Transporte para los Centros de producción de Materias Primas.

Tabla 4.14: Desarrollo Alto nivel, Caso de Uso Ingresar Costos de Almacenamiento y Transporte para los Centros de producción de Materias Primas.

Caso de uso	Ingresar Costos de Almacenamiento y Transporte para los Centros Productivos de Materia Prima.
Actores	<ul style="list-style-type: none"> • Administrador Centros Productivos.
Propósito	Desplegar las Opciones para ingresar los Costos de Almacenamiento y Transporte. Capturar los Costos ingresados.
Precondición	<ul style="list-style-type: none"> • Sistema en línea • Costos validos.
Resumen	El Administrador Centros Productivos elige la opción ingresar costos y se desplegará las opciones para ingresar los costos de cada Centro de Producción de Materias Primas.
Tipo	Primario
Referencias cruzadas	Funciones: R3.3, R3.5.

4.6.9 Caso de Uso: Coeficiente de Conversión de Materias Primas en Productos Terminados.

Tabla 4.15: Desarrollo Alto nivel, Caso de Uso Coeficiente de Conversión de Materias primas en productos Terminados.

Caso de uso	Coeficiente de Conversión de Materias primas en Productos Terminados.
Actores	<ul style="list-style-type: none"> • Administrador Fábrica • Administrador Centros Productivos.
Propósito	Capturar y registrar Coeficiente de conversión de Materia Prima en Productos Terminados.
Precondición	<ul style="list-style-type: none"> • Sistema en línea. • Coeficiente valido.
Resumen	El Administrador Fábrica elige la opción ingresar coeficiente de conversión, y éste ingresa el coeficiente. El Administrador Centros Productivos toma el coeficiente de conversión para calcular la Planificación de la Producción de Materia prima.
Tipo	Primario
Referencias cruzadas	Funciones: R4.2,R4.6

4.6.10 Caso de Uso: Ingresar Existencias de Productos Terminados para la Fábrica.

Tabla 4.16: Desarrollo Alto nivel, Caso de Uso Ingresar Existencias de Productos Terminados para la Fábrica.

Caso de uso	Ingresar Existencias de Productos Terminados para la Fábrica.
Actores	<ul style="list-style-type: none"> • Administrador Fábrica.
Propósito	Capturar y registrar existencias de Productos Terminados
Precondición	<ul style="list-style-type: none"> • Sistema en línea • Datos validos.
Resumen	El Administrador Fábrica debe elegir la Opción ingresar Existencias y se desplegará las Opciones de ingreso, para que éste ingrese las Existencias de productos terminados.
Tipo	Primario
Referencias cruzadas	Funciones: R4.3, R4.6

4.6.11 Caso de Uso: Ingresar Capacidad productiva para la Fábrica.

Tabla 4.17: Desarrollo Alto nivel, Caso de Uso Ingresar Capacidad productiva para la Fábrica.

Caso de uso	Ingresar Capacidad Productiva de Fábrica.
Actores	<ul style="list-style-type: none"> • Administrador Fábrica.
Propósito	Desplegar opciones para ingresar la Capacidad Productiva de la Fábrica, capturar y registrar Capacidad Productiva.
Precondición	<ul style="list-style-type: none"> • Sistema en línea • Datos validos.
Resumen	El Administrador Fábrica elige la Opción Ingresar Capacidad Productiva y se desplegaran las Opciones para que éste ingrese capacidad productiva de la fábrica.
Tipo	Primario
Referencias cruzadas	Funciones: R4.4, R4.6

4.6.12 Caso de Uso: Ingresar Costos de Almacenamiento para la Fábrica.

Tabla 4.18: Desarrollo Alto nivel, Caso de Uso Ingresar Costos de Almacenamiento para la Fábrica.

Caso de uso	Ingresar Costos de Almacenamiento para la Fábrica
Actores	<ul style="list-style-type: none"> • Administrador Fábrica.
Propósito	Desplegar opciones para ingresar los costos de Almacenamiento y registrarlos.
Precondición	<ul style="list-style-type: none"> • Sistema en línea • Costos validos.

Resumen	El Administrador Fábrica elige la Opción ingresar costos, y se desplegaran las opciones para el ingreso de costos. El Administrador Fábrica ingresa los costos de Almacenamiento.
Tipo	Primario
Referencias cruzadas	Funciones: R4.5, R4.6

4.6.13 Caso de Uso: Mostrar Datos ingresados en la Empresa.

Tabla 4.19: Desarrollo Alto nivel, Caso de Uso Mostrar Datos ingresados en la Empresa.

Caso de uso	Mostrar Datos Ingresados en la Empresa
Actores	<ul style="list-style-type: none"> Administrador Jefe
Propósito	Desplegar Formulario Datos y cargar los datos pertenecientes a cada Formulario dependiendo de la opción elegida.
Precondición	<ul style="list-style-type: none"> Sistema en línea Que existan datos ingresados en cada Formulario.
Resumen	El Administrador Jefe debe elegir la opción mostrar datos y se desplegaran los datos asociados a la opción que éste elija.
Tipo	Primario
Referencias cruzadas	Funciones: R5.1, R5.4, R5.5

4.6.14 Caso de Uso: Distribución Óptima para la Empresa.

Tabla 4.20: Desarrollo Alto nivel, Caso de Uso Distribución Óptima para la Empresa.

Caso de uso	Distribución Óptima para la Empresa
Actores	<ul style="list-style-type: none"> Administrador Jefe
Propósito	Calcular y desplegar la Distribución Óptima.
Precondición	<ul style="list-style-type: none"> Sistema en línea. Datos validos.
Resumen	El Administrador Jefe debe elegir la opción Distribución Óptima y se desplegará la solución óptima asociada a la empresa.
Tipo	Primario
Referencias cruzadas	Funciones: R5.2, R5.3, R5.5

4.7 CASOS DE USO EXPANDIDO (CURSO NORMAL DE EVENTOS)

4.7.1 Caso de Uso: Ingreso de Administradores

Tabla 4.21: Desarrollo Expandido, Caso de Uso Ingreso de Administradores

Acción de Actores	Respuesta del Sistema
1. Este caso de uso comienza cuando los Administradores eligen la Opción ingresar Administrador del Formulario Principal. 3. En el caso que sea: a) Sección 1: Administrador Centros de Distribución. b) Sección 2: Administrador Centros Productivos. c) Sección 3: Administrador Fábrica. d) Sección 4: Administrador Jefe	2. El Sistema despliega un Formulario de certificación de Administrador.

Cursos Alternativos: Caso de Uso Ingreso de Administradores.

- **Línea 2:** El Sistema no puede desplegar el Formulario de Certificación de Administrador. Indica error y se cancela la transacción.

4.7.1.1 Sección 1: Administrador Centros de Distribución.

Tabla 4.22: Desarrollo Expandido, Sección 1 Administrador Centros de Distribución.

Acción de Actores	Respuesta del Sistema
1. Este caso de uso comienza cuando el Administrador Centros de Distribución se certifica ingresando su login y password en el Formulario de Certificación.	2. El Sistema certifica si el Administrador Centros de Distribución es valido en la Base de Datos asociada. 3. Si el Administrador Centros de Distribución es valido el Sistema despliega el Formulario correspondiente a los Centros de Distribución de Productos Terminados.

Cursos Alternativos: Caso de Uso Sección 1

- **Línea 2:** El Administrador Centros de Distribución no es valido. Indica error y se cancela la transacción.

- **Línea 3:** El Sistema no puede desplegar el Formulario asociado a los Centros de Distribución. Indica error y se cancela la transacción.

4.7.1.2 Sección 2: Administrador Centros Productivos.

Tabla 4.23: Desarrollo Expandido, Sección 2 Administrador Centros Productivos.

Acción de Actores	Respuesta del Sistema
1. Este caso de uso comienza cuando el Administrador Centros Productivos se certifica ingresando su login y password en el Formulario de Certificación.	2. El Sistema certifica si el Administrador Centros Productivos es valido en la Base de Datos asociada. 3. Si el Administrador Centros Productivos es valido el Sistema despliega el Formulario correspondiente a los Centros Productivos de Materias Primas.

Cursos Alternativos: Caso de Uso Sección 2

- **Línea 2:** El Administrador Centros Productivos no es valido. Indica error y se cancela la transacción.
- **Línea 3:** El Sistema no puede desplegar el Formulario asociado a los Centros de Productivos de Materia Prima. Indica error y se cancela la transacción.

4.7.1.3 Sección 3: Administrador Fábrica

Tabla 4.24: Desarrollo Expandido, Sección 3 Administrador Fábrica.

Acción de Actores	Respuesta del Sistema
1. Este caso de uso comienza cuando el Administrador Fábrica se certifica ingresando su login y password en el Formulario de Certificación.	2. El Sistema certifica si el Administrador Fábrica es valido en la Base de datos asociada. 3. Si el Administrador Fábrica es valido el Sistema despliega el Formulario Fábrica.

Cursos Alternativos: Caso de Uso Sección 3

- **Línea 2:** El Administrador Fábrica no es valido. Indica error y se cancela la transacción.

- **Línea 3:** El Sistema no puede desplegar el Formulario asociado a la Fábrica. Indica error y se cancela la transacción.

4.7.1.4 Sección 4: Administrador Jefe

Tabla 4.25: Desarrollo Expandido, Sección 4 Administrador Jefe

Acción de Actores	Respuesta del Sistema
1. Este caso de uso comienza cuando el Administrador Jefe se certifica ingresando su login y password en el Formulario de Certificación.	2. El Sistema certifica si el Administrador Jefe es valido en la Base de datos asociada. 3. Si el Administrador Jefe es valido el Sistema despliega el Formulario relacionado con la empresa para poder realizar la Distribución Optima.

Cursos Alternativos: Caso de Uso Sección 4

- **Línea 2:** El Administrador Jefe no es valido. Indica error y se cancela la transacción.
- **Línea 3:** El Sistema no puede desplegar el Formulario asociado a la Empresa relacionado con la Distribución Optima. Indica error y se cancela la transacción.

4.7.2 Caso de Uso: Ingresar Demandas de los Centros de Distribución de Productos Terminados.

Tabla 4.26: Desarrollo Expandido, Caso de Uso Ingresar Demandas de los Centros de Distribución de Productos Terminados.

Acción de Actores	Respuesta del Sistema
1. Este caso de uso comienza cuando el Administrador Centros Distribución elige la opción Ingresar Demanda del Formulario Centros de Distribución de Productos Terminados.	2. El Sistema despliega los Centros de Distribución asociados en el Formulario Centros de Distribución de Productos terminados con las opciones de Ingreso de Demandas.
3. El Administrador Centros de Distribución ingresa las Demandas para cada Centro.	4. El Sistema Captura y registra las Demandas correspondientes a cada Centro de Distribución de Productos Terminados en la Base de Datos.
5. El Administrador Centros de Distribución termina el proceso de ingreso de Demandas.	

Cursos Alternativos: Caso de Uso Ingresar Demanda de Productos Terminados.

- **Línea 2:** El Sistema no puede desplegar las Opciones con los Centros de Distribución de Productos Terminados. Indica error y se cancela la transacción.
- **Línea 4:** El Sistema no captura y no registra las demandas de los Centros de Distribución de Productos Terminados. Indica error y se cancela la transacción.

4.7.3 Caso de Uso: Ingresar Costos de Almacenamiento y Transporte de los Centros de Distribución de Productos Terminados.

Tabla 4.27: Desarrollo Expandido, Caso de Uso Ingresar Costos de Almacenamiento y Transporte de los Centros de Distribución de Productos Terminados.

Acción de Actores	Respuesta del Sistema
1. Este caso de uso comienza cuando el Administrador Centros de Distribución elige la Opción Ingresar Costos del Formulario Centros de Distribución de Productos Terminados.	2. El Sistema despliega las opciones para el ingreso de costos para cada Centro de Distribución de Productos Terminados.
3. El Administrador Centros de Distribución ingresa los costos de Transporte de Productos terminados según las demandas ingresadas.	4. El Sistema captura y registra los costos de Transporte para cada Centro de Distribución para Productos Terminados en la Base de Datos.
5. El Administrador Centros de Distribución ingresa los costos de Almacenamiento de Productos terminados según las demandas ingresadas.	6. El Sistema captura y registra los costos de Almacenamiento para cada Centro de Distribución para Productos Terminados en la Base de Datos.
7. El Administrador Centros de Distribución termina el proceso de ingreso de costos.	

Cursos Alternativos: Caso de Uso Ingresar Costos de Almacenamiento y Transporte para los Centros de Distribución de Productos Terminados.

- **Línea 2:** El Sistema no puede desplegar las opciones para el ingreso de costos de los Centros de Distribución de Productos Terminados. Indica error y se cancela la transacción.

- **Línea 4:** El Sistema no captura y no registra los costos de Transporte de cada Centro de Distribución de Productos Terminados. Indica error y se cancela la transacción.
- **Línea 6:** El Sistema no captura y no registra los costos de Almacenamiento de cada Centro de Distribución de Productos Terminados. Indica error y se cancela la transacción.

4.7.4 Caso de Uso: Ingresar Capacidad de Almacenamiento para los Centros de Distribución de Productos Terminados.

Tabla 4.28: Desarrollo Expandido, Caso de Uso Ingresar Capacidad de Almacenamiento para los Centros de Distribución de Productos Terminados.

Acción de Actores	Respuesta del Sistema
1. Este caso de Uso comienza cuando el Administrador Centros de Distribución elige la opción Ingresar Capacidad de Almacenamiento del Formulario Centros de Distribución de Productos Terminados.	2. El Sistema despliega las opciones para ingresar las capacidades para cada Centro de distribución de Productos Terminados.
3. El Administrador Centros de Distribución ingresa la Capacidad de Almacenamiento para cada según la demanda ingresada para cada centro.	4. El Sistema captura y registra las capacidades de almacenamiento para cada Centro de Distribución en la Base de Datos.
5. El Administrador Centros de Distribución termina el proceso de ingreso de costos.	

Cursos Alternativos: Caso de Uso Ingresar Capacidad de Almacenamiento para los Centros de Distribución de Productos Terminados.

- **Línea 2:** El Sistema no puede desplegar las opciones para el ingreso de las capacidades de almacenamiento para los Centros de Distribución de Productos Terminados. Indica error y se cancela la transacción.
- **Línea 4:** El Sistema no captura y no registra las capacidades de almacenamiento de cada Centro de Distribución de Productos Terminados. Indica error y se cancela la transacción.

4.7.5 Caso de Uso: Ingresar Existencias de productos para los Centros de Distribución de Productos Terminados.

Tabla 4.29: Desarrollo Expandido, Caso de Uso Ingresar Existencias de Productos para los Centros de Distribución de Productos Terminados.

Acción de Actores	Respuesta del Sistema
1. Este caso de uso comienza cuando el Administrador Centros de Distribución elige la Opción Ingresar Existencias del Formulario Centros de Distribución de Productos Terminados.	2. El Sistema despliega las opciones para el ingreso de Existencias de Productos Terminados.
3. El Administrador Centros de Distribución ingresa las Existencias de Productos para el primer Centro de Distribución.	4. El Sistema captura y registra las existencias de productos para el primer Centro de Distribución en la Base de Datos.
5. El Administrador Centros de Distribución ingresa las Existencias de Productos para el segundo Centro de Distribución.	6. El Sistema captura y registra las existencias de productos para el segundo Centro de Distribución en la Base de Datos.
7. El Administrador Centros de Distribución termina el Proceso de ingreso de Existencias.	

Cursos Alternativos: Ingresar Existencias de Productos Terminados para los Centros de Distribución de Productos Terminados.

- **Línea 2:** El Sistema no puede desplegar las opciones para el Ingreso de Existencias. Indica error y se cancela la transacción,
- **Línea 4:** El Sistema no captura y no registra las existencias de productos para el primer Centro de Distribución. Indica error y se cancela la transacción.
- **Línea 6:** El Sistema no captura y no registra las existencias de productos para el segundo Centro de Distribución. Indica error y se cancela la transacción.

4.7.6 Caso de Uso: Producción de Materias Primas para los Centros Productivos

Tabla 4.30: Desarrollo Expandido, Caso de Uso Producción de Materias Primas.

Acción de Actores	Respuesta del Sistema
1. Este caso de uso comienza cuando el Administrador Centros Productivos elige la Opción Producción de Materia Prima del Formulario de los Centros Productivos de Materia Prima.	2. El Sistema despliega las opciones para ingresar la Producción semanal de Materia Prima para cada Centro Productivo de Materia Prima.
3. El Administrador Centros Productivos ingresa la Producción semanal para cada Centro según la Planificación de la Producción de Materia Prima.	4. El Sistema captura y registra la Producción Semanal de Materia Prima para cada Centro de Producción en la Base de Datos.
5. el Administrador Centros Productivos termina el proceso de ingreso de la producción de materia prima.	

Cursos Alternativos: Producción de Materias Primas

- **Línea 2:** El Sistema no puede desplegar las opciones para el ingreso de la Producción Semanal de Materia Prima para cada Centro Productivo de Materia Prima. Indica error y se cancela la transacción.
- **Línea 4:** El Sistema no captura y no registra la Producción Semanal de Materia Prima para cada Centro Productivo de Materia Prima. Indica error y se cancela la transacción.

4.7.7 Caso de Uso: Planificaron de la Producción de Materia Prima

Tabla 4.31: Desarrollo Expandido, Caso de Uso Planificación de la Producción de Materias Primas.

Acción de Actores	Respuesta del Sistema
1. Este caso de uso comienza cuando el Administrador Centros Productivos elige la opción Planificación de la Producción del Formulario Centros Productivos de Materia Prima.	2. El Sistema despliega las opciones para la Planificación de las Materias Primas.
3. El Administrador Centros Productivos realiza la Planificación de acuerdo a las Demandas ingresadas y al coeficiente de	4. El Sistema captura y registra la Planificación de la Producción de Materias Primas en la Base de Datos.

conversión ingresado por la Fábrica.	
5. el Administrador Centros Productivos termina el proceso de Planificación de Materias Primas.	

Cursos Alternativos: Planificación de la Producción de Materias Primas.

- **Línea 2:** El Sistema no puede desplegar las opciones para la Planificación de Materia Prima para cada Centro Productivo de Materia Prima. Indica error y se cancela la transacción.
- **Línea 4:** El Sistema no captura y no registra la Planificación de Materia Prima para cada Centro Productivo de Materia Prima. Indica error y se cancela la transacción.

4.7.8 Caso de Uso: Ingresar Costos de Almacenamiento y Transporte para los Centros de Producción de Materia Prima

Tabla 4.32: Desarrollo Expandido, Caso de Uso Ingresar Costos de Almacenamiento y Transporte para los Centros de Producción de Materias Primas.

Acción de Actores	Respuesta del Sistema
1. Este caso de uso comienza cuando el Administrador Centros Productivos elige la opción Ingresar Costos del Formulario Centros Productivos.	2. El Sistema despliega las opciones para el ingreso de costos para cada Centro Productivo de Materia Prima.
3. El Administrador Centros Productivos ingresa los costos de transporte para cada Centro Productivo según la Producción de Materia Prima.	4. El Sistema captura y registra los costos de Transporte para Centro Productivo de Materia Prima en la Base de Datos.
5. El Administrador Centros Productivos ingresa los Costos de Almacenamiento para cada Centro Productivo según la Producción de Materia Prima.	6. El Sistema captura y registra los Costos de Almacenamiento para Centro Productivo de Materia Prima en la Base de Datos.
7. El Administrador Centros Productivos termina el proceso de ingreso de costos.	

Cursos Alternativos: Ingresar Costos de Almacenamiento y Transporte para la Materia Prima.

- **Línea 2:** El Sistema no puede desplegar las opciones para el ingreso de costos de los Centros Productivos de Materia Prima. Indica error y se cancela la transacción.
- **Línea 4:** El Sistema no captura y no registra los Costos de Transporte para cada Centro Productivo de Materia Prima. Indica error y se cancela la transacción.
- **Línea 6:** El Sistema no captura y no registra los Costos de Almacenamiento para cada Centro Productivo de Materia Prima. Indica error y se cancela la transacción.

4.7.9 Caso de Uso: Coeficiente de Conversión de Materias Primas en Productos Terminados.

Tabla 4.33: Desarrollo Expandido, Caso de Uso Coeficiente de Conversión de Materias Primas en Productos Terminados.

Acción de Actores	Respuesta del Sistema
1. Este caso de uso comienza cuando el Administrador Fábrica elige la opción ingresar coeficiente del Formulario Fábrica.	2. El Sistema despliega las opciones de ingreso de coeficiente.
3. El Administrador Fábrica ingresa el Coeficiente de conversión según la planificación de materia prima.	4. El Sistema captura y registra el coeficiente de conversión en la Base de Datos.
5. El Administrador Fábrica termina el proceso de ingreso de coeficiente.	

Cursos Alternativos: Coeficiente de Conversión de Materias primas en Productos Terminados.

- **Línea 2:** El Sistema no puede desplegar las opciones para ingresar el Coeficiente de conversión de la Fábrica. Indica error y se cancela la transacción.

- **Línea 4:** El Sistema no captura y no registra el coeficiente de conversión de la Fábrica. Indica error y se cancela la transacción.

4.7.10 Caso de Uso: Ingresar Existencias de Productos Terminados para la Fábrica.

Tabla 4.34: Desarrollo Expandido, Caso de Uso Ingresar Existencias de Productos Terminados para la Fábrica.

Acción de Actores	Respuesta del Sistema
1. Este caso de uso comienza cuando el Administrador Fábrica elige la opción Ingresar Existencias de Productos Terminados del Formulario Fábrica.	2. El Sistema despliega las opciones para el ingreso de existencias de productos terminados.
3. El Administrador Fábrica ingresa las Existencias de Productos Terminados de la Fábrica.	4. El Sistema captura y registra las existencias de Productos Terminados de la Fábrica en la Base de Datos.
5. El Administrador Fábrica termina el proceso de ingreso de existencias de productos terminados de la fábrica.	

Cursos Alternativos: Ingresar Existencias de Productos terminados.

- **Línea 2:** El Sistema no puede desplegar las opciones para el ingreso de Existencias de Productos Terminados. Indica error y se cancela la transacción.
- **Línea 4:** El Sistema no captura y no registra las Existencias de Productos Terminados de la Fábrica. Indica error y se cancela la transacción.

4.7.11 Caso de Uso: Ingresar Capacidad Productiva para la Fábrica.

Tabla 4.35: Desarrollo Expandido, Caso de Uso Ingresar Capacidad Productiva para la Fábrica.

Acción de Actores	Respuesta del Sistema
1. Este caso de uso comienza cuando el Administrador Fábrica elige la opción Ingresar Capacidad Productiva del Formulario Fábrica.	2. El Sistema despliega la opción para ingresar la Capacidad Productiva de la Fábrica.
3. El Administrador Fábrica ingresa la capacidad productiva de la Fábrica.	4. El Sistema captura y registra la capacidad productiva de la Fábrica en la Base de Datos.

5. El Administrador Fábrica termina el proceso de ingreso de la capacidad productiva de la Fábrica.	
---	--

Cursos Alternativos: Ingresar capacidad productiva.

- **Línea 2:** El Sistema no puede desplegar las opciones para el ingreso de la Capacidad Productiva. Indica error y se cancela la transacción.
- **Línea 4:** El Sistema no captura y no registra la capacidad productiva de la Fábrica. Indica error y se cancela la transacción.

4.7.12 Caso de Uso: Ingresar Costos de Almacenamiento para la Fábrica.

Tabla 4.36: Desarrollo Expandido, Caso de Uso Ingresar Costos de Almacenamiento para la Fábrica.

Acción de Actores	Respuesta del Sistema
1. Este caso de uso comienza cuando el Administrador Fábrica elige la Opción Ingresar Costos del Formulario Fábrica.	2. El Sistema despliega las opciones para el ingreso de Costos de Almacenamiento para la Fábrica.
3. El Administrador Fábrica ingresa los Costos de Almacenamiento para la Fábrica.	4. El Sistema captura y registra los Costos de Almacenamiento de la Fábrica en la Base de Datos.
5. El Administrador Fábrica termina el Proceso de ingreso de Costos de Almacenamiento.	

Cursos Alternativos: Ingresar Costos de Almacenamiento para la Fábrica.

- **Línea 2:** El Sistema no puede desplegar las opciones para el Ingreso de Costos de Almacenamiento para la Fábrica. Indica error y se cancela la transacción.
- **Línea 4:** El Sistema no captura y no registra los Costos de Almacenamiento para la Fábrica. Indica error y se cancela la transacción.

4.7.13 Caso de Uso: Mostrar Datos ingresados en la Empresa.

Tabla 4.37: Desarrollo Expandido, Caso de Mostrar Datos ingresados para la Empresa.

Acción de Actores	Respuesta del Sistema
1. Este caso de uso comienza cuando el Administrador Jefe elige la opción Mostrar datos ingresados del Formulario Distribución. 3. El Administrador Jefe debe elegir una de las opciones: a) Sección 1: Centros de Distribución b) Sección 2: Centros productivos c) Sección 3: Fábrica	2. El Sistema despliega el Formulario Datos.

Cursos Alternativos: Caso de Uso Mostrar datos ingresados en la empresa.

- **Línea 2:** El Sistema no puede desplegar el Formulario Datos. Indica error y se cancela la transacción.

4.7.13.1 Sección 1: Centros de Distribución

Tabla 4.38: Desarrollo Expandido, Sección 1 Centros de Distribución.

Acción de Actores	Respuesta del Sistema
1. Este caso de uso comienza cuando el Administrador Jefe elige la opción Centros de Distribución. 3. El Administrador Jefe Termina el proceso de revisión de datos de los Centros de Distribución de Productos Terminados.	2. El Sistema se conecta con la Base de Datos y despliega los datos que tiene relación con los Centros de Distribución de productos terminados.

Cursos Alternativos: Caso de Uso Sección 1.

- **Línea 2:** El Sistema no puede conectarse con la Base de Datos y no puede desplegar los datos. Indica error y se cancela la transacción.

4.7.13.2 Sección 2: Centros de Productivos

Tabla 4.39: Desarrollo Expandido, Sección 2 Centros Productivos.

Acción de Actores	Respuesta del Sistema
1. Este caso de uso comienza cuando el Administrador Jefe elige la opción Centros Productivos.	2. El Sistema se conecta con la Base de Datos y despliega los datos que tiene relación con los Centros Productivos de Materia Prima
3. El Administrador Jefe Termina el proceso de revisión de datos de lo Centros Productivos de materia Prima.	

Cursos Alternativos: Caso de Uso Sección 2

- **Línea 2:** El Sistema no puede conectarse con la Base de Datos y no puede desplegar los datos. Indica error y se cancela la transacción.

4.7.13.3 Sección 3: Fábrica

Tabla 4.40: Desarrollo Expandido, Sección 3 Fábrica

Acción de Actores	Respuesta del Sistema
1. Este caso de uso comienza cuando el Administrador Jefe elige la opción Fábrica.	2. El Sistema se conecta con la Base de Datos y despliega los datos que tiene relación con los Fábrica.
3. El Administrador Jefe Termina el proceso de revisión de datos de la Fábrica.	

Cursos Alternativos: Caso de Uso Sección 3

- **Línea 2:** El Sistema no puede conectarse con la Base de Datos y no puede desplegar los datos. Indica error y se cancela la transacción.

4.7.14 Caso de Uso: Distribución Óptima para la Empresa

Tabla 4.41: Desarrollo Expandido, Caso de Uso Distribución Óptima para la Empresa.

Acción de Actores	Respuesta del Sistema
<p>1. Este caso de uso comienza cuando los Administrador Jefe elige la opción Distribución del Formulario Distribución óptima.</p> <p>6. Los Administradores terminan el proceso de distribución óptima.</p>	<p>2. El Sistema forma el problema inicial con los datos entregados por cada uno de los Administradores.</p> <p>3. El Sistema toma los datos desde la Base de Datos referentes a las Demandas de los Centros de Distribución de Productos Terminados, a los Costos asociados a los Centros Productivos de materias primas y a los Centros de Distribución de Productos terminados, el Coeficiente de conversión de la Fábrica, las existencias y la capacidad productiva de la Fábrica e ingresa el problema a resolver.</p> <p>4. El Sistema calcula la Distribución Óptima.</p> <p>5. El Sistema despliega para cada Administrador la Distribución óptima correspondiente.</p>

Cursos Alternativos: Distribución Óptima de Materias Primas y Productos Terminados.

- **Línea 2:** El Sistema no puede formar el problema inicial. Indica error.
- **Línea 3:** El Sistema no puede obtener los datos respectivos. Indica error.
- **Línea 4:** El Sistema no calcula la Distribución óptima. Indica error y se cancela la transacción.
- **Línea 5:** El Sistema no puede desplegar la Distribución óptima. Indica error y se cancela la transacción.

4.8 DIAGRAMA DE SECUENCIAS PARA CADA CASO DE USO.

4.8.1 Caso de Uso: Ingreso de Administradores



Figura 4.3: Diagrama de Secuencias, para el caso de uso Ingreso de Administrador.

4.8.1.1 Sección 1 Administrador Centros de Distribución.

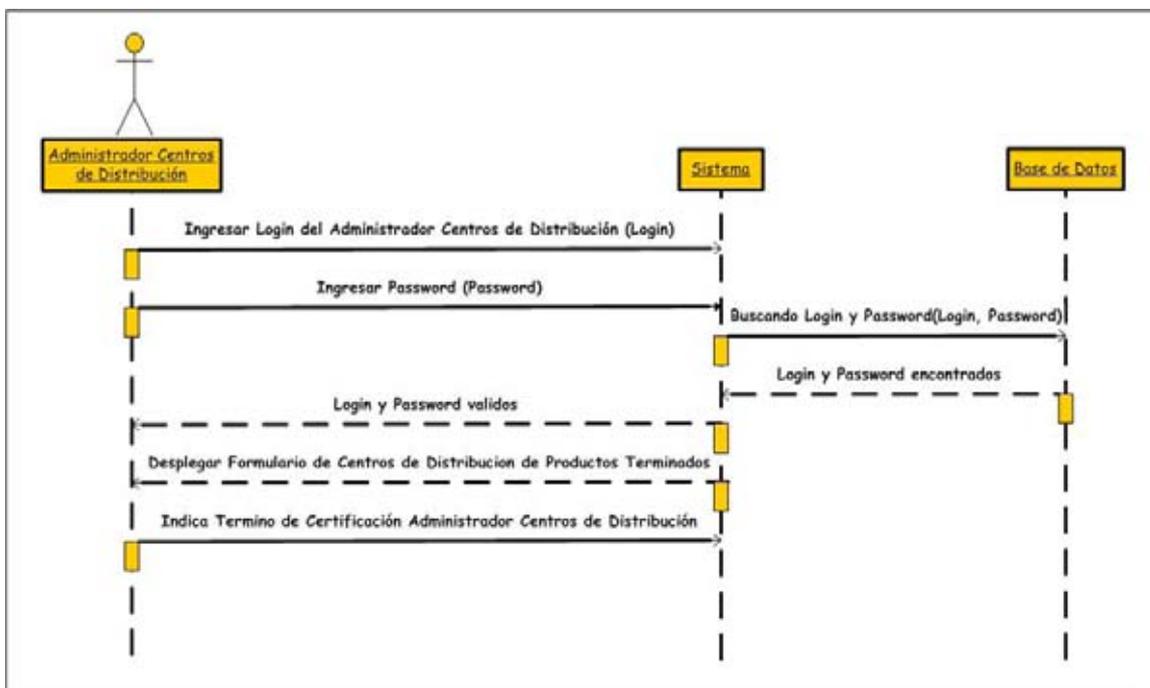


Figura 4.4: Diagrama de Secuencias, para la Sección 1 Administrador Centros de Distribución.

4.8.1.2 Sección 2 Administrador Centros Productivos.

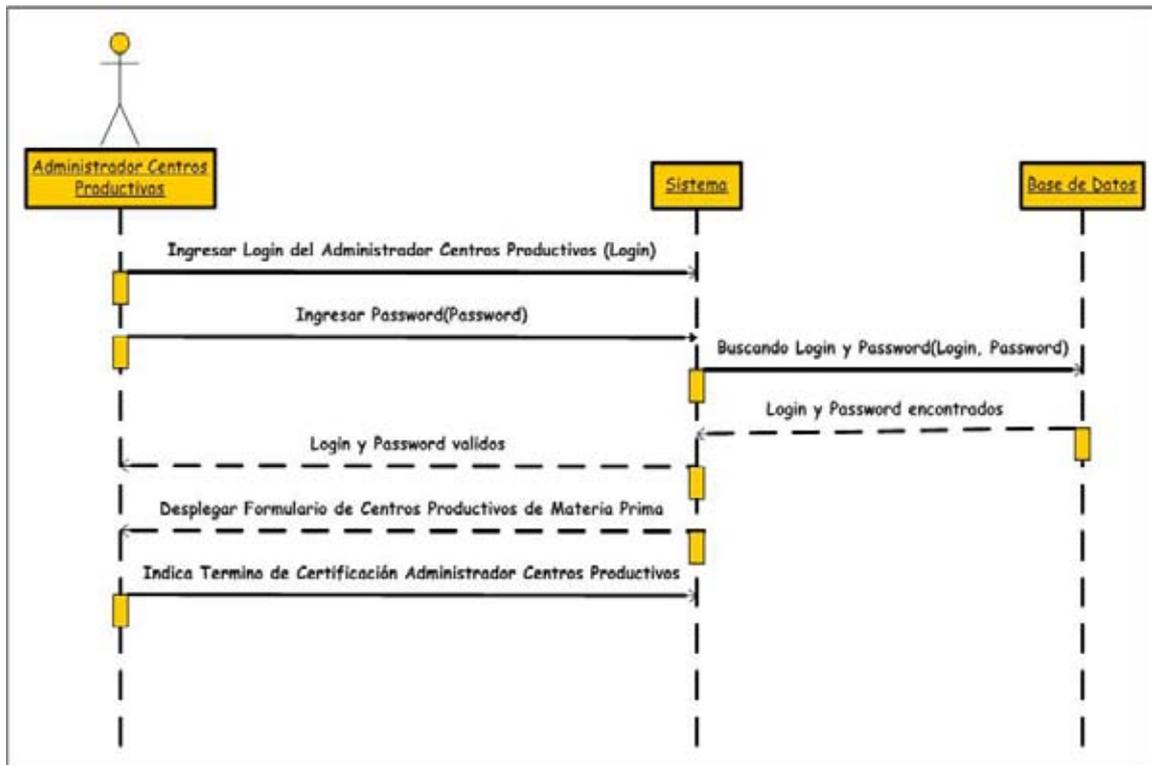


Figura 4.5: Diagrama de Secuencias, para la Sección 2 Administrador Centros de Productivos.

4.8.1.3 Sección 3 Administrador Fábrica.

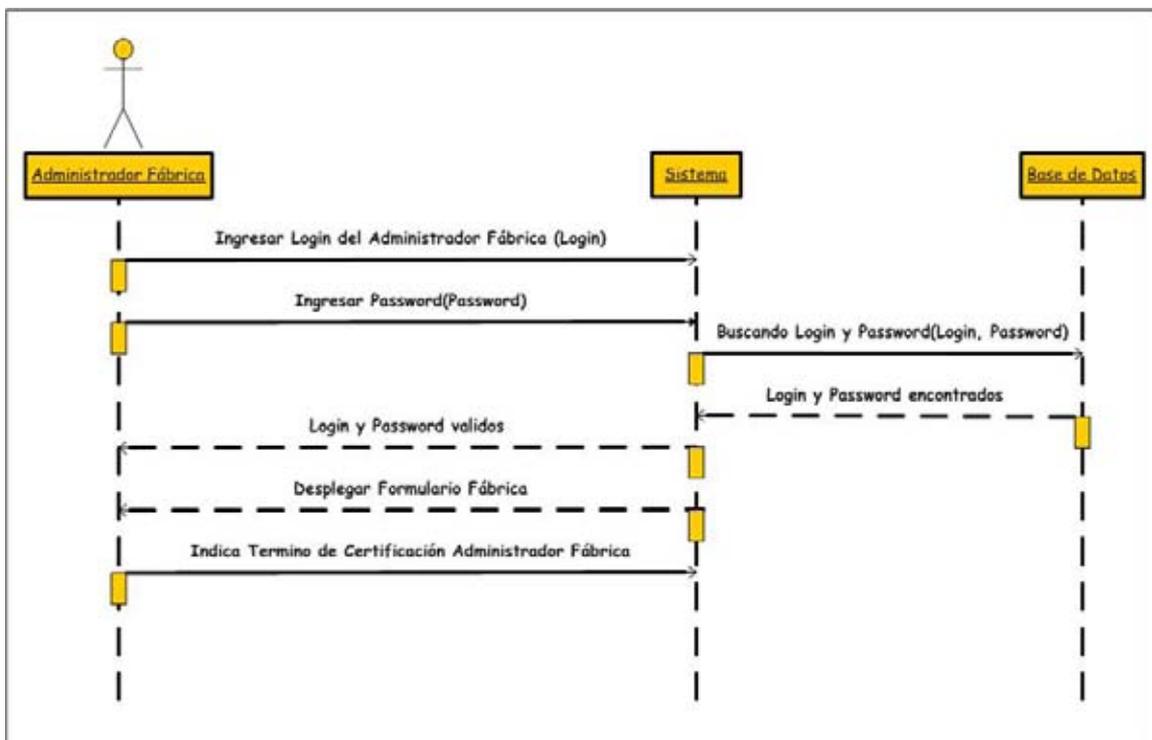


Figura 4.6: Diagrama de Secuencias, para la Sección 3 Administrador Fábrica.

4.8.1.4 Sección 4 Administrador Jefe.

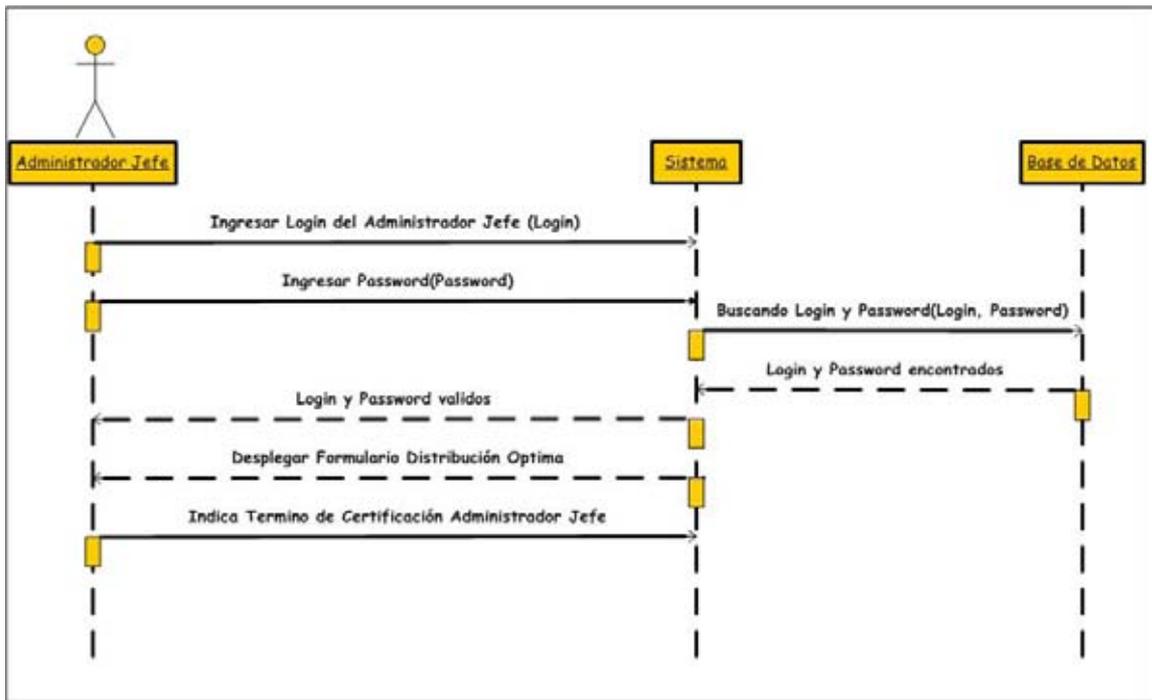


Figura 4.7: Diagrama de Secuencias, para la Sección 4 Administrador Jefe.

4.8.2 Caso de Uso: Ingresar Demandas de los Centros de Distribución de Productos Terminados.

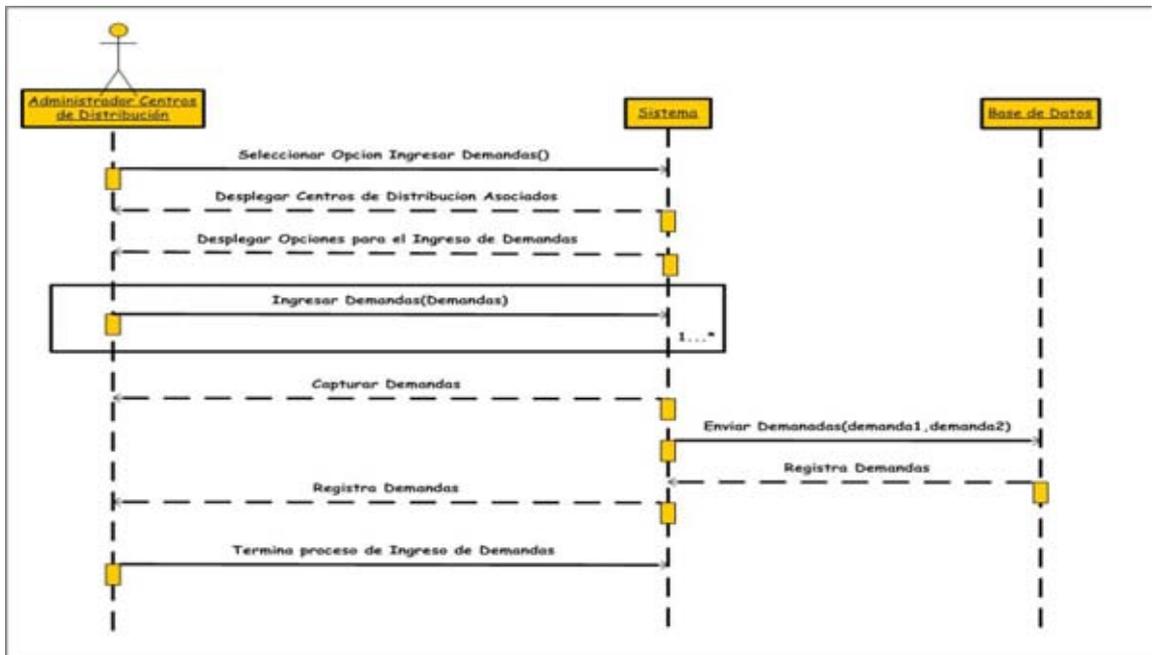


Figura 4.8: Diagrama de Secuencias, para el caso de uso Ingresar Demandas para los Centros de Distribución de Productos Terminados.

4.8.3 Caso de Uso: Ingresar Costos de Almacenamiento y Transporte para los Centros de Distribución de Productos Terminados.

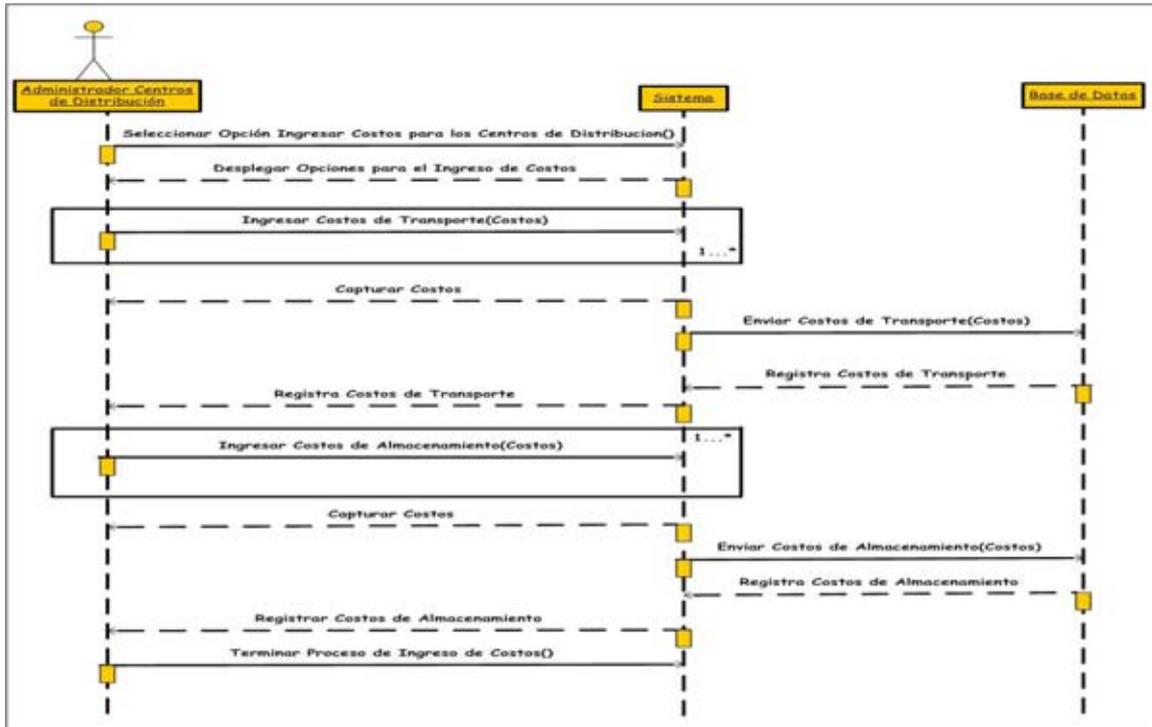


Figura 4.9: Diagrama de Secuencias, para el caso de uso Ingresar Costos de Almacenamiento y Transporte para los Centros de Distribución de Productos Terminados.

4.8.4 Caso de Uso: Ingresar Capacidad de Almacenamiento para los Centros de Distribución de Productos Terminados.

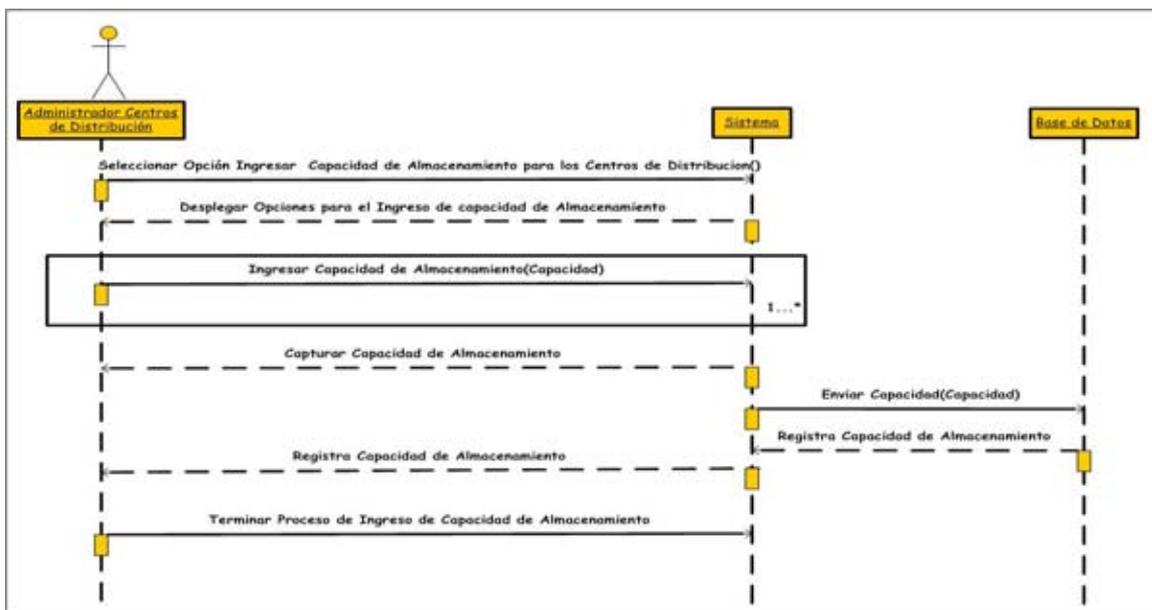


Figura 4.10: Diagrama de Secuencias, para el caso de uso Capacidad de Almacenamiento para los Centros de Distribución de Productos Terminados.

4.8.5 Caso de Uso: Ingresar Existencias de productos para los Centros de Distribución de Productos Terminados.

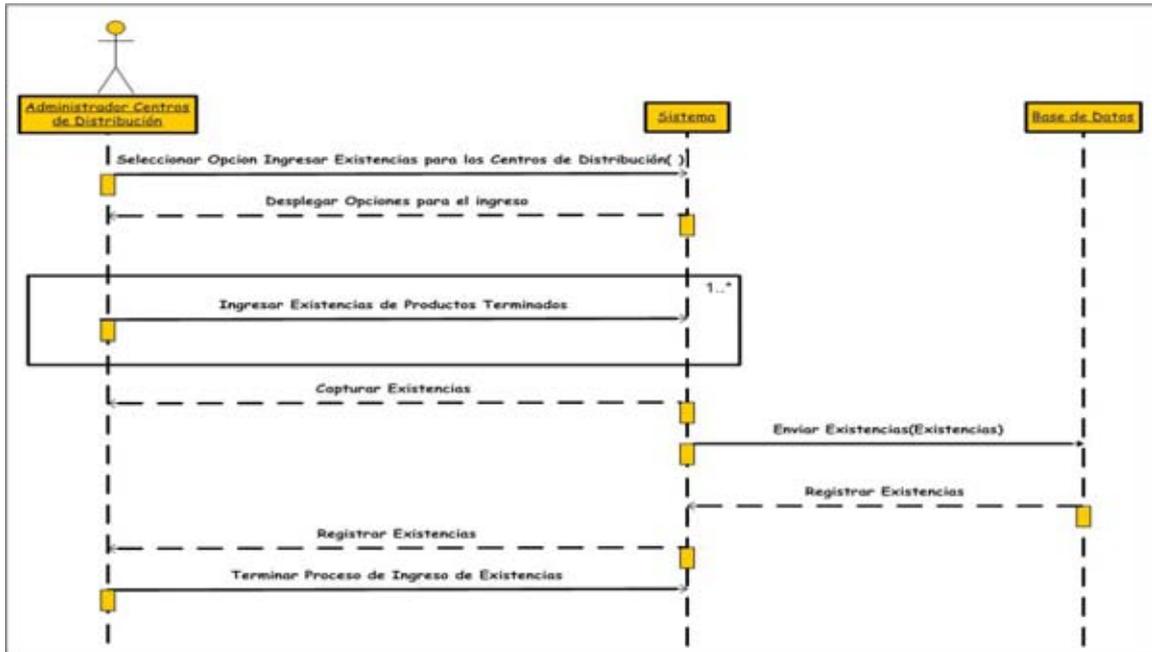


Figura 4.11: Diagrama de Secuencias, para el caso de uso Ingresar Existencias de Productos para los Centros de Distribución de Productos Terminados.

4.8.6 Caso de Uso: Producción de materias Primas para los Centros Productivos.

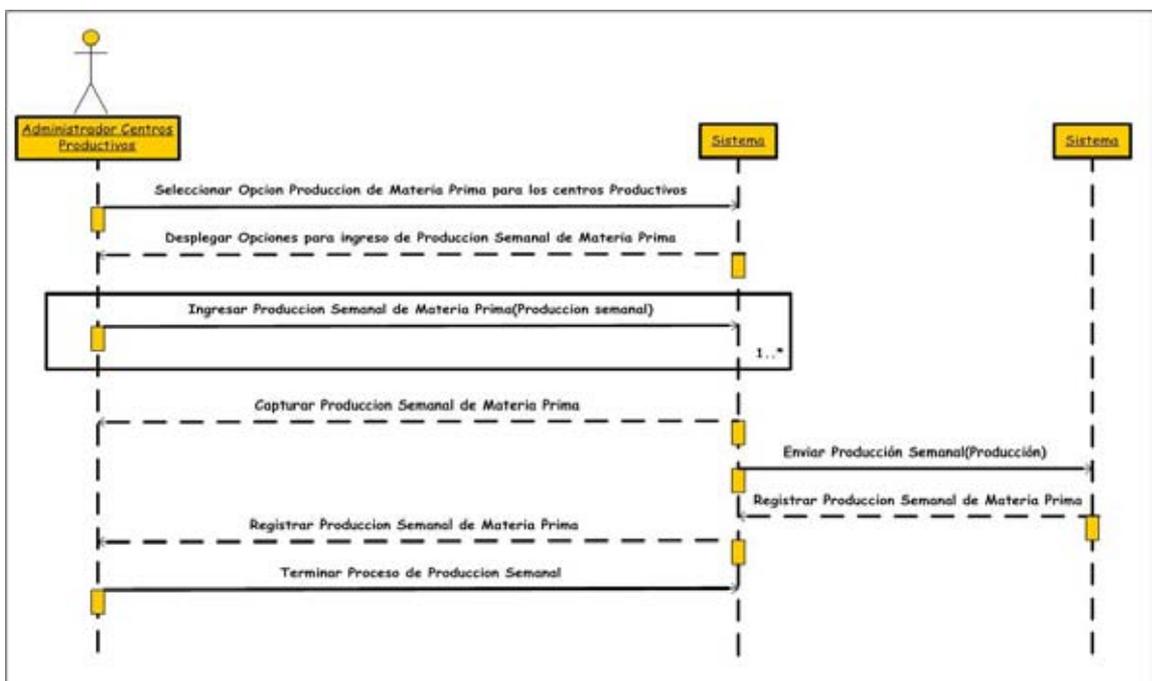


Figura 4.12: Diagrama de Secuencias, para el caso de uso Producción de Materias Primas para los Centros Productivos.

4.8.7 Caso de Uso: Planificación de la Producción de Materias Primas.

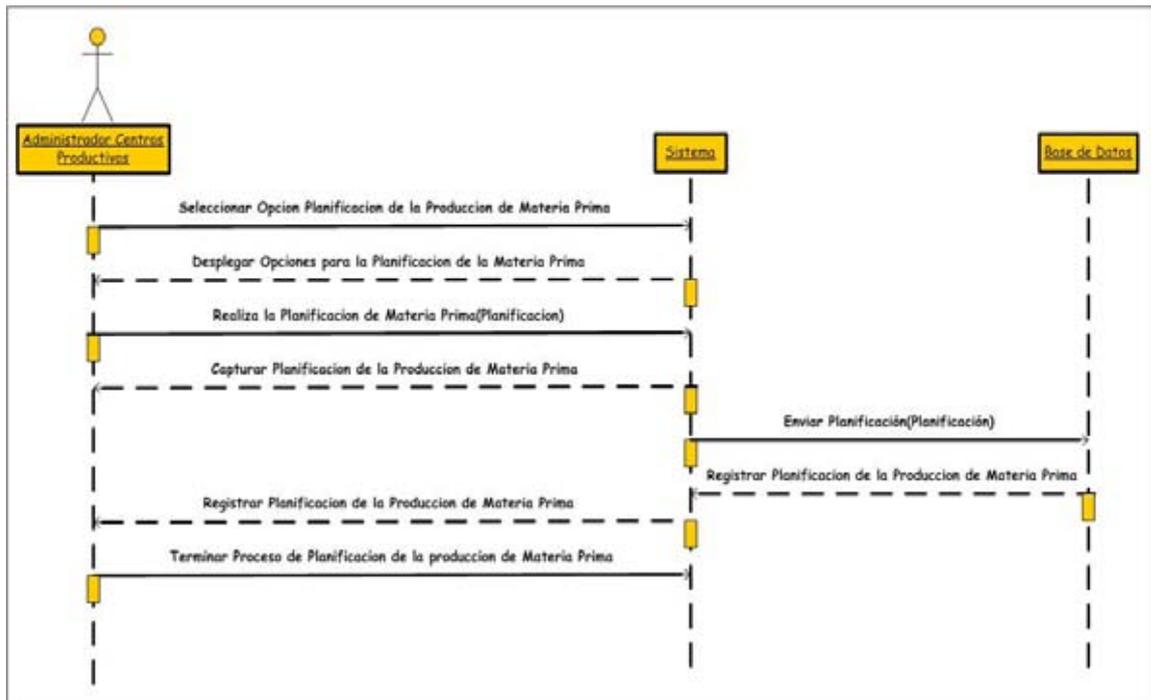


Figura 4.13: Diagrama de Secuencias, para el caso de uso Planificación de la Producción de Materias Primas.

4.8.8 Caso de Uso: Ingresar Costos de Almacenamiento y Transporte para los Centros productivos de Materia Prima.

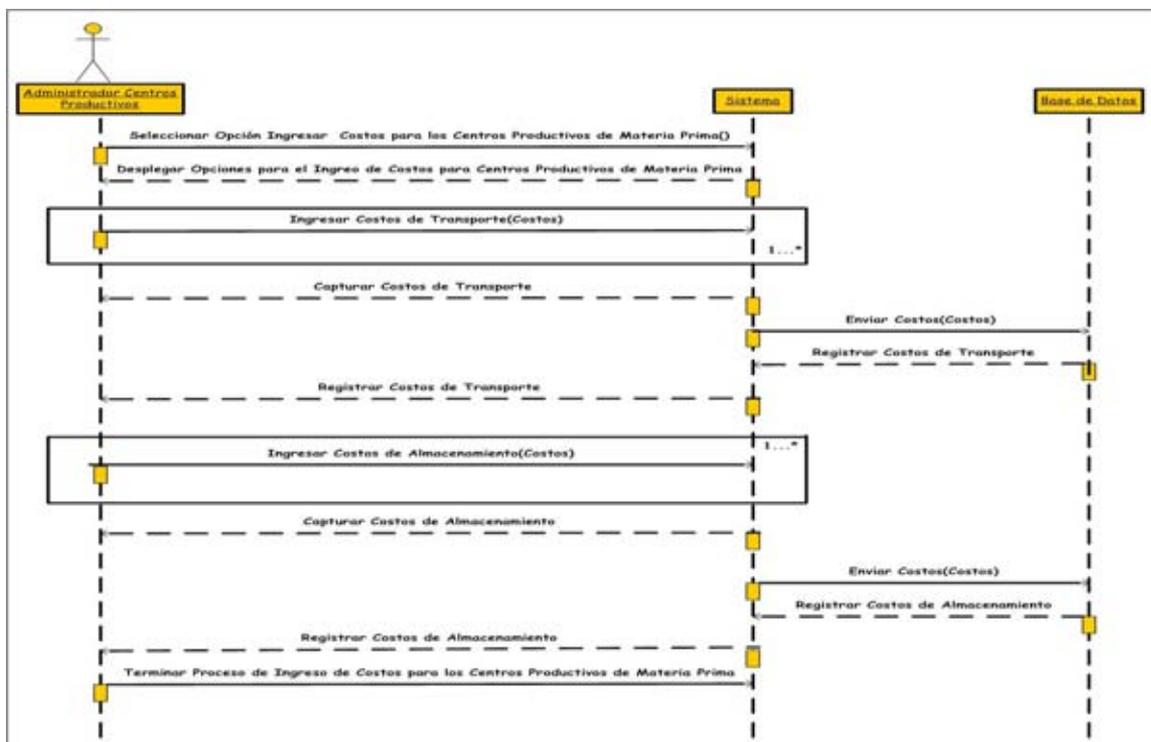


Figura 4.14: Diagrama de Secuencias, para el caso de uso Ingresar Costos de Almacenamiento y Transporte para los Centros Productivos de Materias primas.

4.8.9 Caso de Uso: Coeficiente de Conversión de Materias Primas en Productos Terminados para la Fábrica.

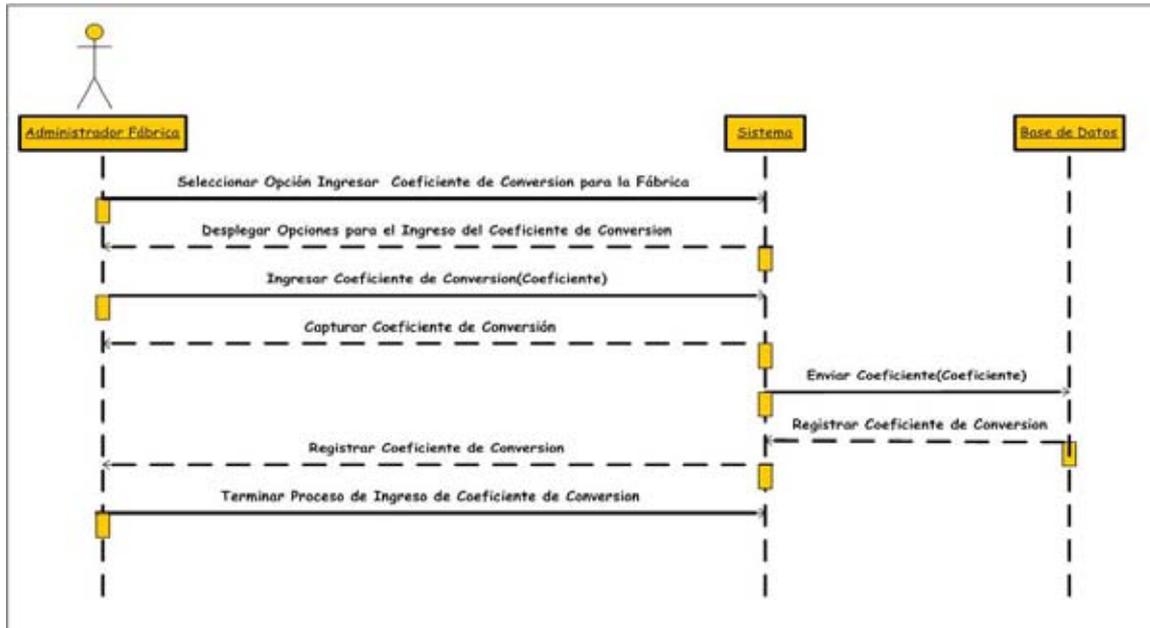


Figura 4.15: Diagrama de Secuencias, para el caso de uso Ingresar Coeficiente de Conversión de Materias Primas en Productos Terminados para la Fábrica.

9.4.10 Caso de Uso: Ingresar Existencias de Productos Terminados para la Fábrica.

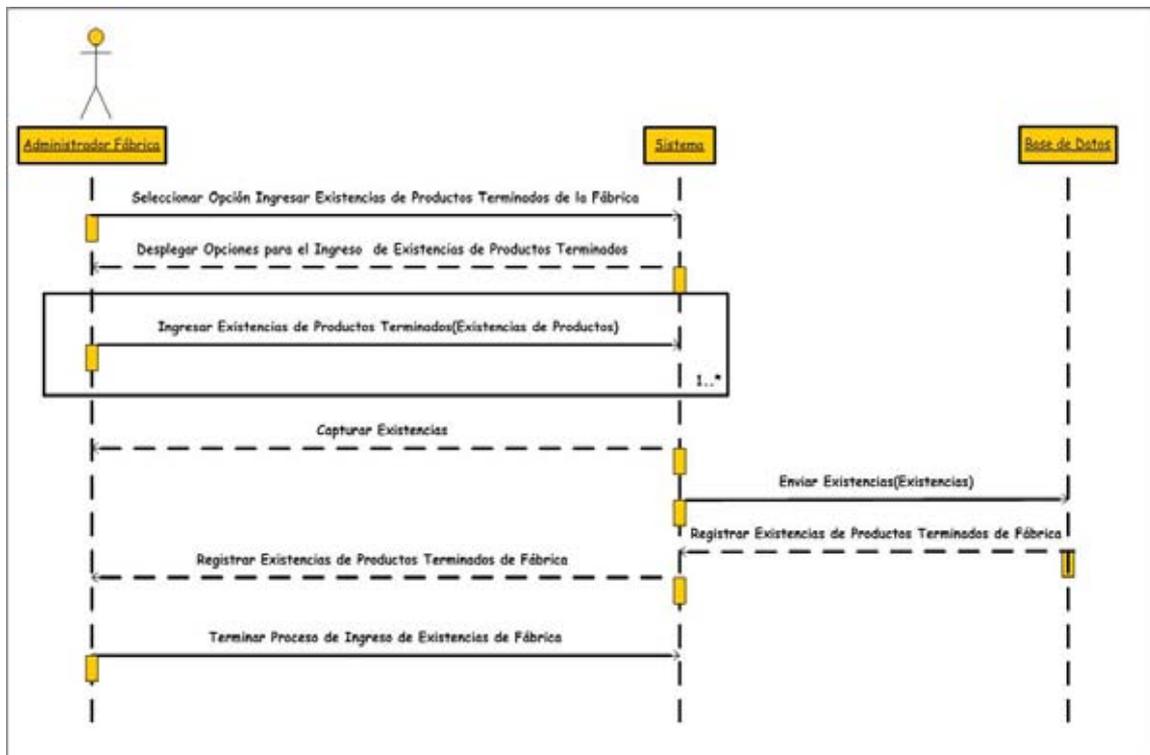


Figura 4.16: Diagrama de Secuencias, para el caso de uso Ingresar Existencias de Productos Terminados para la Fábrica.

4.8.11 Caso de Uso: Ingresar Capacidad Productiva para la Fábrica.

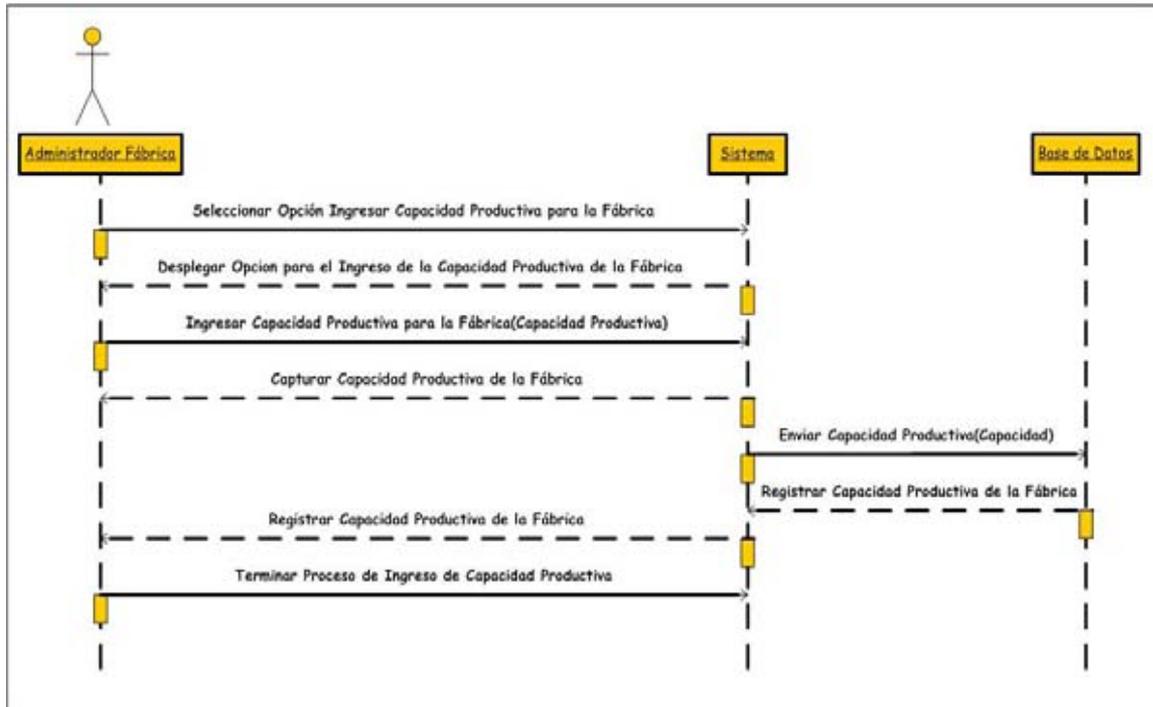


Figura 4.17: Diagrama de Secuencias, para el caso de uso Ingresar Capacidad Productiva para la Fábrica.

4.8.12 Caso de Uso: Ingresar Costos de Almacenamiento para la Fábrica.

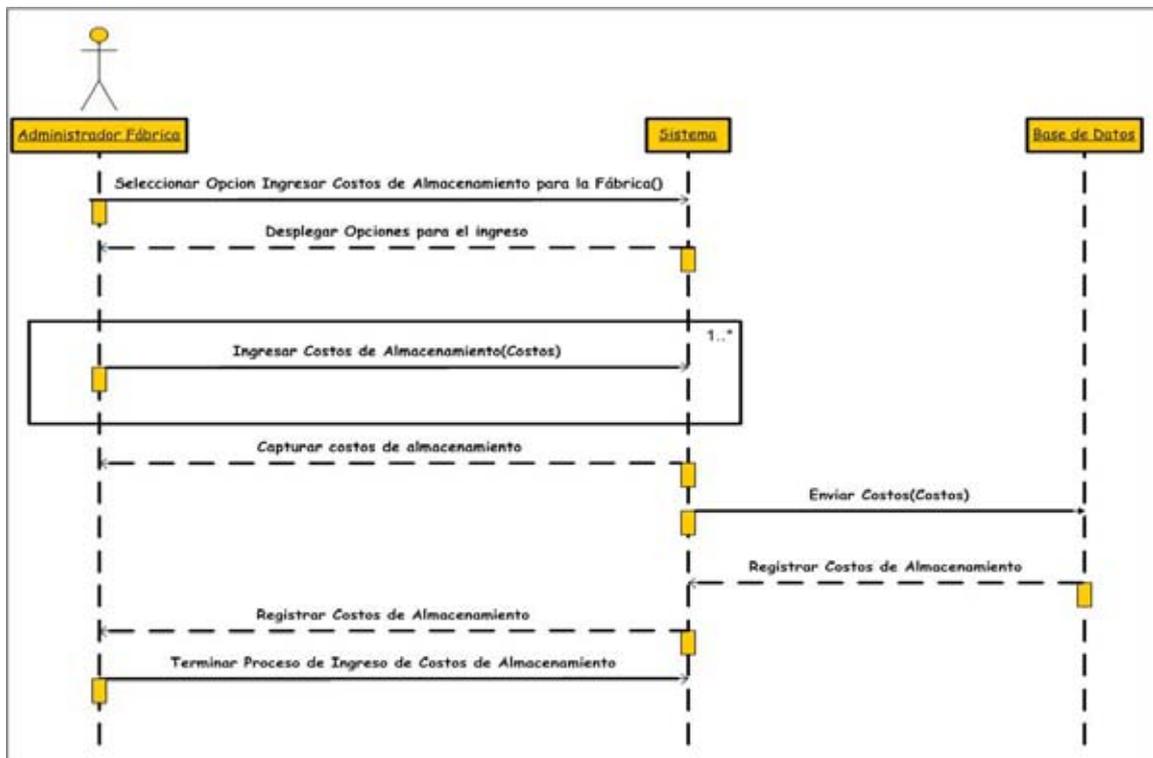


Figura 4.18: Diagrama de Secuencias, para el caso de uso Ingresar Costos de Almacenamiento para la Fábrica.

4.8.13 Caso de Uso: Mostrar Datos ingresados para la empresa.



Figura 4.19: Diagrama de Secuencias, para el caso de uso Mostrar Datos ingresados para la Empresa.

4.8.13.1 Sección 1 Centros de Distribución

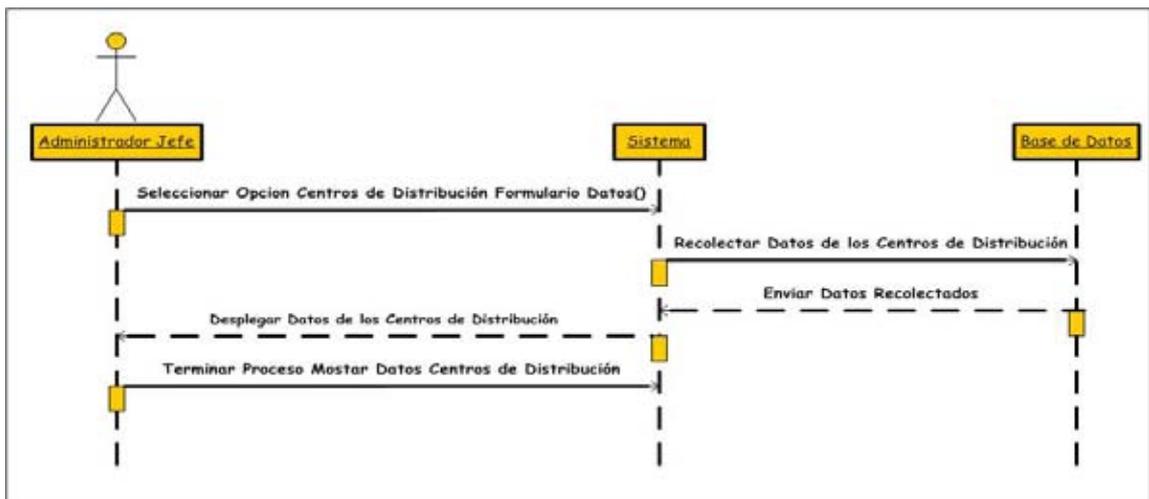


Figura 4.20: Diagrama de Secuencias, para la Sección 1 Centros de Distribución.

4.8.13.2 Sección 2 Centros Productivos.

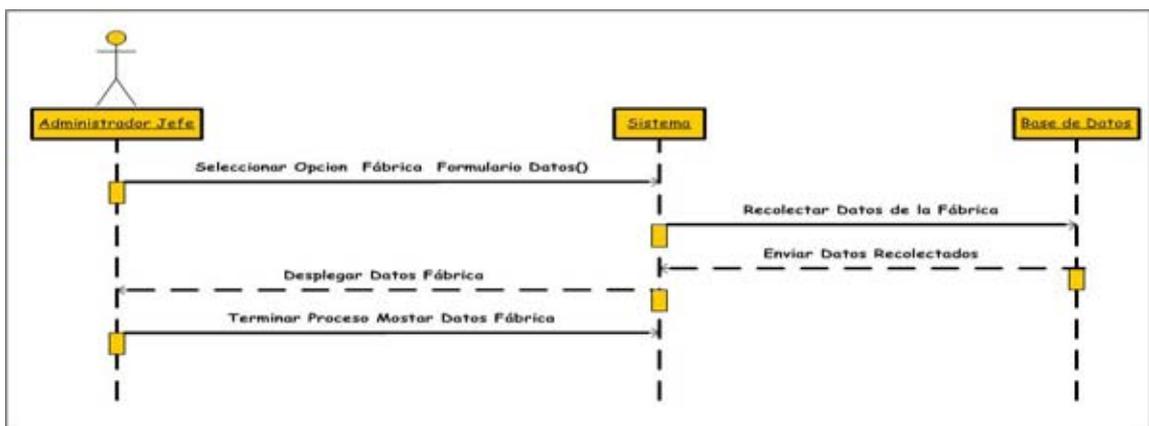


Figura 4.21: Diagrama de Secuencias, para la Sección 2 Centros Productivos.

4.8.13.3 Sección 3 Fábrica.

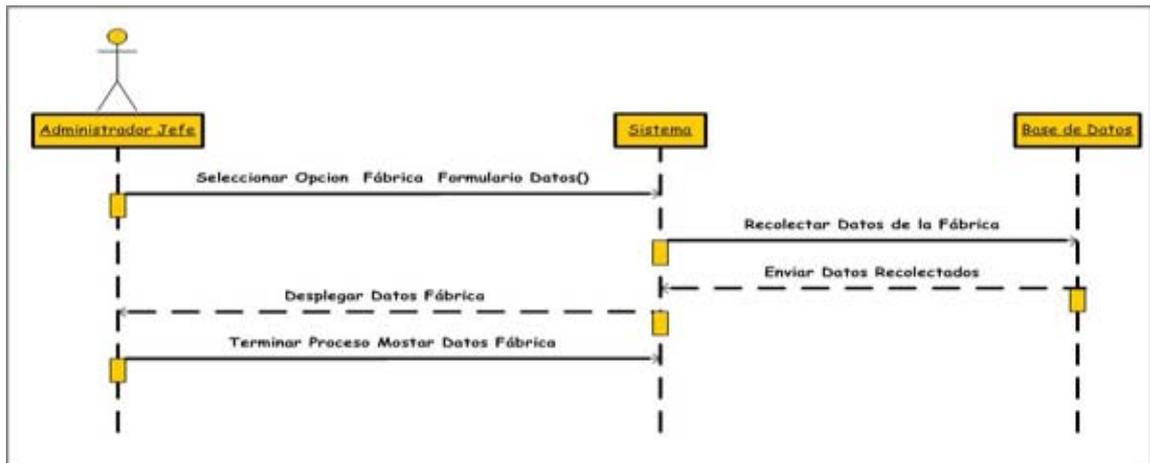


Figura 4.22: Diagrama de Secuencias, para la Sección 3 Fábrica

4.8.14 Caso de Uso: Distribución Óptima para la empresa

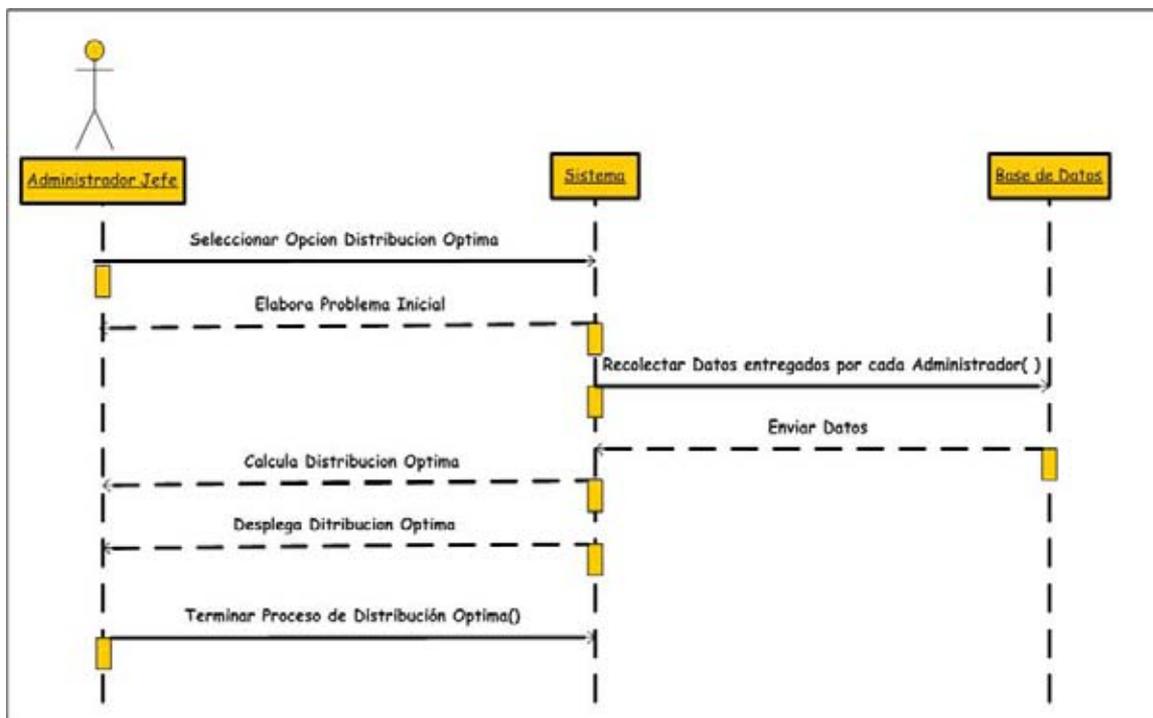


Figura 4.23: Diagrama de Secuencias, para el caso de uso Distribución Óptima de Materias Primas y Productos Terminados.

En lo que respecta a los modelos conceptuales, diagramas de actividad y estado, contratos, diagramas de colaboración, diagramas de clases, diagramas de componentes y despliegue, se encuentran en el anexo digital de ésta tesis.

CAPITULO 5: DESARROLLO E IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA PROTOTIPO PARA LA DISTRIBUCION COMERCIAL EN CADENAS DE SUMINSTRO

En este capitulo se presentará todo el desarrollo e implementación del sistema prototipo de éste trabajo de tesis, abarcando aspectos como, la elección del modelo de optimización, esquema del prototipo, las herramientas utilizadas para la construcción de este prototipo, el modelo de datos, y finalmente el diseño de interfaces.

5.1 ELECCIÓN DEL MODELO DE OPTIMIZACIÓN

Para seleccionar un modelo adecuado es necesario definir previamente las características del problema que se desea resolver. Como en este trabajo no se utilizará ningún caso base particular, sino que se intentará desarrollar un prototipo de amplia aplicación genérica, entonces se optará por seleccionar aquel modelo que tenga el menor número posible de variables de caracterización, de manera de asegurar su aplicabilidad en un amplio espectro.

En el primer modelo se minimizan los costos de transporte y de almacenamiento de materias primas y de productos terminados. La cadena de suministros abarca desde la producción de materias primas hasta los centros de distribución de productos terminados.

El segundo modelo incorpora bodegas de almacenamiento menores entre los centros de distribución y los mercados de consumo. La cadena de suministros abarca la distribución de productos terminados desde los centros de distribución hasta las bodegas de almacenamiento menores. Se incluyen los variables de administración y control de inventarios en los centros de distribución y en las bodegas de almacenamiento. El modelo minimiza los costos de transporte, inventarios de seguridad e inventarios cíclicos tanto en los Centros de distribución como en las Bodegas menores.

El tercer modelo considera una cadena de suministros que comprende desde la producción de materias primas hasta los centros de distribución de productos terminados. Este modelo representa un caso singular del primer modelo general, incorporando una planta empacadora y variables referidas a horas-hombre de trabajo, capacidad de transporte, entre otras.

El cuarto modelo visualiza la cadena de suministros en el contexto de la teoría de redes, con nodos de procesamiento que representan diferentes estados del flujo de productos terminados dentro de un horizonte de tiempo. El modelo no considera variables de costos.

Atendiendo a estas consideraciones, se optó por ocupar el primero de los modelos descritos anteriormente.

Este modelo proporciona una visión mucho más general de la distribución comercial ya que abarca todos los componentes involucrados en la distribución de productos (Materias primas, Centros de distribución y Fábricas). Los modelos segundo y cuarto solo están referidos a sólo una parte de la distribución. El tercer modelo es un caso singular del primero.

Otra de las razones para elegir el primer modelo, fue el hecho que el resto de los modelos analizados presentaban características muy complejas lo cual originaba relaciones no lineales mucho más difíciles de desarrollar en base a las notaciones UML, que un modelo lineal. (Uno de los objetivos específicos de este trabajo es aplicar UML en todo el desarrollo).

5.2 ESQUEMA PROTOTIPO

El modelo de optimización escogido consistía en una empresa que contaba con una Fábrica, tres Centros productivos y dos Centros de distribución. En la figura 5.1 se representa el flujo que contemplará este prototipo, aquí podemos apreciar los centros

productivos que son los encargados de enviar la materia prima a la Fábrica, y está enviar los productos terminados a los Centros Distribuidores para luego ser enviados a los consumidores.

Este sistema se basa en una aplicación que captura la información de los Centros productivos, Centros distribuidores y Fábrica, y tomando esta información elabora una distribución adecuada de los productos y una optimización de la cadena de suministros de la empresa.

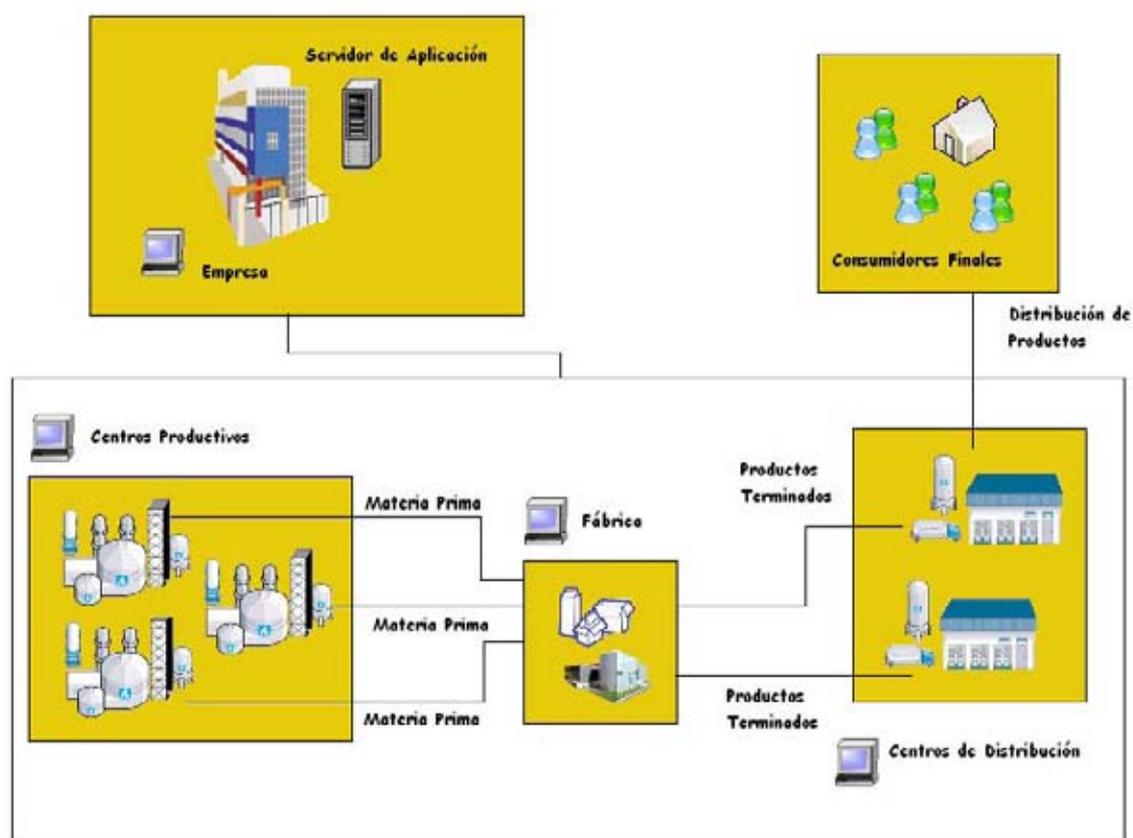


Figura 5.1: Esquema Base Prototipo

5.3 MODELO DE DATOS

Las Bases de Datos proporcionan la infraestructura requerida para los sistemas de información estratégicos, ya que estos sistemas explotan la información contenida en las bases de datos de la organización para apoyar el proceso de toma de decisiones.

El modelo datos se construyó en base al modelo de optimización escogido, en la figura 5.2 se representa la estructura de datos utilizada para elaborar este prototipo.

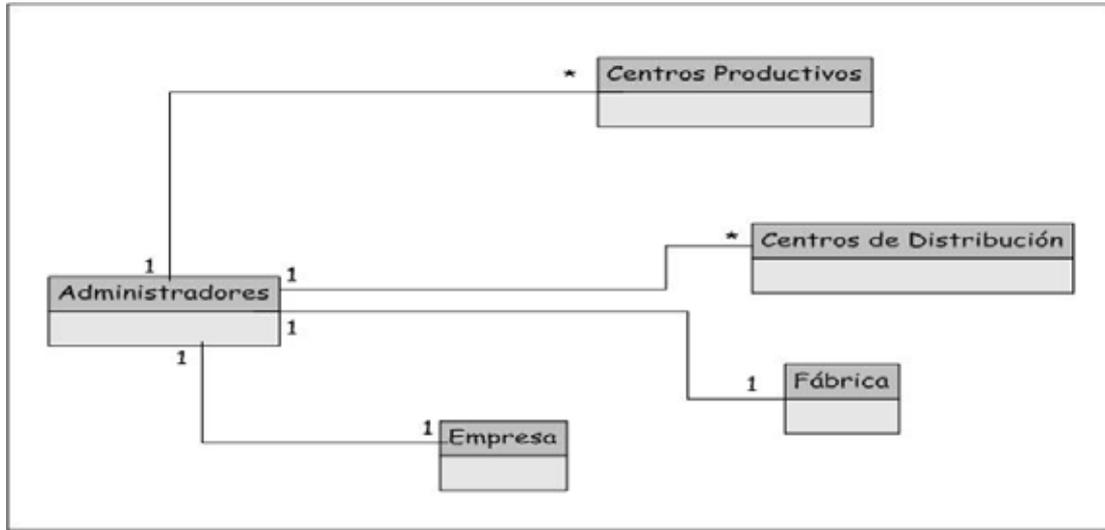


Figura 5.2: Modelo de Datos

5.4 HERRAMIENTAS UTILIZADAS

En lo que respecta a la modelación UML se desarrolló utilizando Microsoft Visio 2002 ya que incluye una amplia variedad de diagramas y tareas que ayudan a dibujar ideas y crear esquemas que las representen gráficamente de forma clara.

La elaboración del prototipo fue desarrollada utilizando un lenguaje de programación orientado a objetos, el cual fue Visual Studio.Net.

Visual Studio.Net constituye un modelo sencillo y flexible para realizar aplicaciones empresariales, provee al desarrollador mayor productividad dado que consta con diferentes lenguajes de programación, un entorno integrado, herramientas y componentes que facilitan el diseño de la aplicación. También permite compartir y reutilizar las aplicaciones escritas en cualquier lenguaje de programación como también compartir arquitecturas de aplicaciones y fomentar las mejores prácticas para rastrear rápidamente su desarrollo. Además nos proporciona un aumento en el rendimiento, escalabilidad, fiabilidad y elimina el problema de conflictos entre versiones.

5.5 APLICACIÓN DE UN SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN COMERCIAL EN CADENAS DE SUMINISTRO.

La aplicación cuenta de siete módulos, cada uno representante de un miembro de la empresa, que se dividen en: Módulo General, Módulo Certificación, Módulo Centros Productivos, Módulo Centros de Distribución, Módulo Fábrica, Módulo Empresa y Módulo Datos.

5.5.1 Módulo General

Este módulo consiste de la presentación inicial del prototipo, esto es, especificación del nombre de la aplicación y la versión. En la figura 5.2 se presenta la interfaz principal del sistema prototipo.



Figura 5.3: Interfaz Gráfica del Módulo Principal

Este módulo es compartido por todos los usuarios del sistema. Su única función es derivar al usuario al Módulo de Certificación.

5.5.2 Módulo Certificación

Este módulo se encarga de certificar a cada uno de los usuarios o administradores contra la base de datos del sistema prototipo. En el caso del prototipo, el sistema cuenta con cuatro administradores, asociados a los Centros Productivos, Centros de Distribución, Fábrica y Empresa.

En este módulo el usuario o Administrador solo debe ingresar su Login y contraseña, dependiendo del Administrador se accederá el módulo correspondiente (Módulo Centros de Distribución, Centros Productivos, Fábrica y Módulo Empresa). En el caso de un Login o contraseña erróneo se desplegará un mensaje de error y nuevamente deberá realizar el proceso de autenticación.

En la figura 5.4 se representa la interfaz grafica asociada a este módulo.



Figura 5.4: Interfaz Gráfica del Módulo Certificación

5.5.3 Módulo Centros Productivos.

Este módulo se centra en recolectar información referente a los Centros Productivos de Materia Prima con que cuenta la Empresa, basado en el modelo de

optimización escogido, se consideran tres centros productivos donde la información recolectada tiene relación con los Costos de Transporte y Almacenamiento, la Producción semanal de Materia Prima y la Planificación de la producción de materia prima.

En la figura 5.5 se muestra la interfaz principal asociada a este modulo.

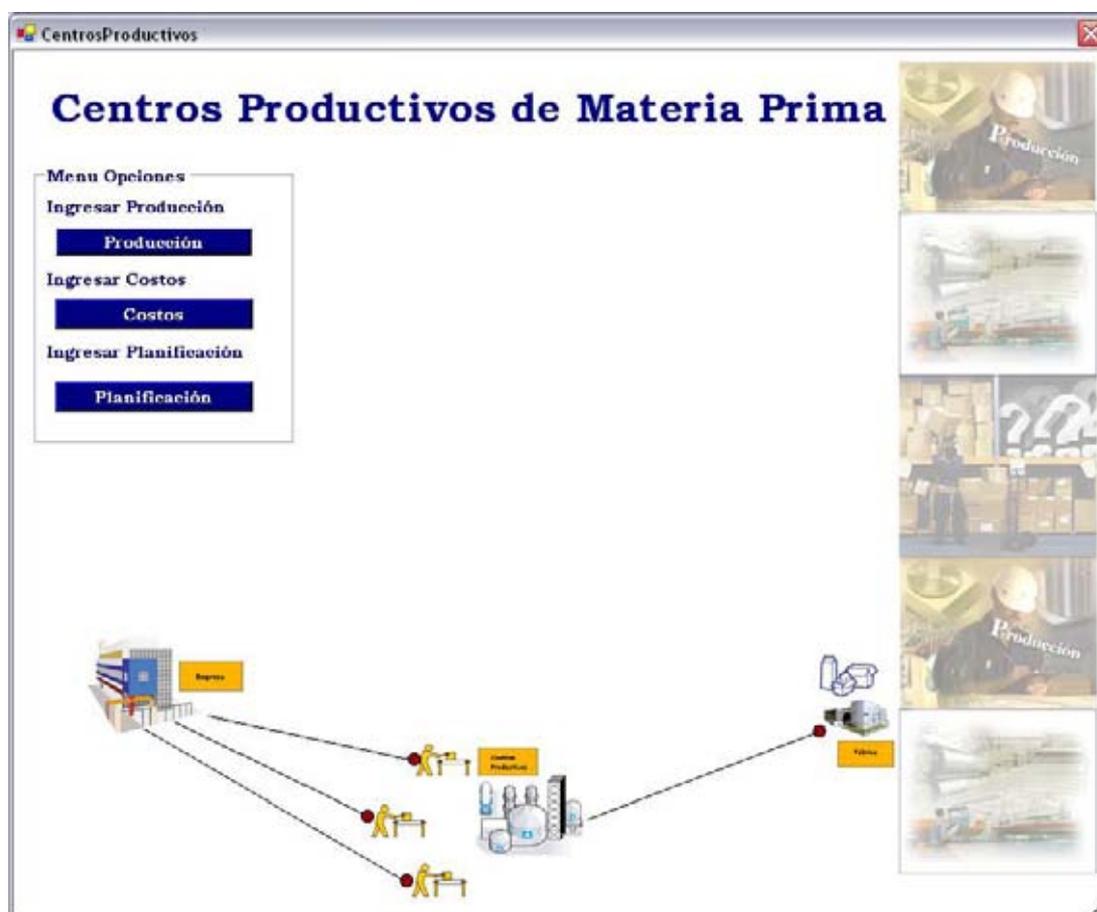


Figura 5.5: Interfaz Gráfica del Módulo Centros Productivos de Materia Prima

Este módulo cuenta con un menú de opciones para el usuario, que se dividen en:

- **Opción Producción:** En el caso que el usuario o Administrador elija la opción Producción se desplegará un formulario, el cual contendrá todos los Centros Productivos asociados a la Empresa, y así éste ingresará la Producción semanal de materias primas para cada Centro Productivo. Como se puede apreciar en la figura 5.6 se visualizan todos los centros productivos, que en el caso del

prototipo son tres. El Usuario o Administrador solo debe ingresar la Producción semanal y confirmar la información ingresada.



Figura 5.6: Interfaz Módulo Centros Productivos de Materia Prima opción Producción

- **Opción Costos:** En el caso de que el usuario o Administrador elija la opción Costos, se desplegará un formulario con opciones para que el usuario o Administrador ingrese los Costos de Transporte y Almacenamiento para cada Centro productivo de materia prima. En la figura 5.7 se aprecian las opciones de ingreso de costos. El Administrador o usuario solo debe ingresar los costos asociados y confirmar la información ingresada.

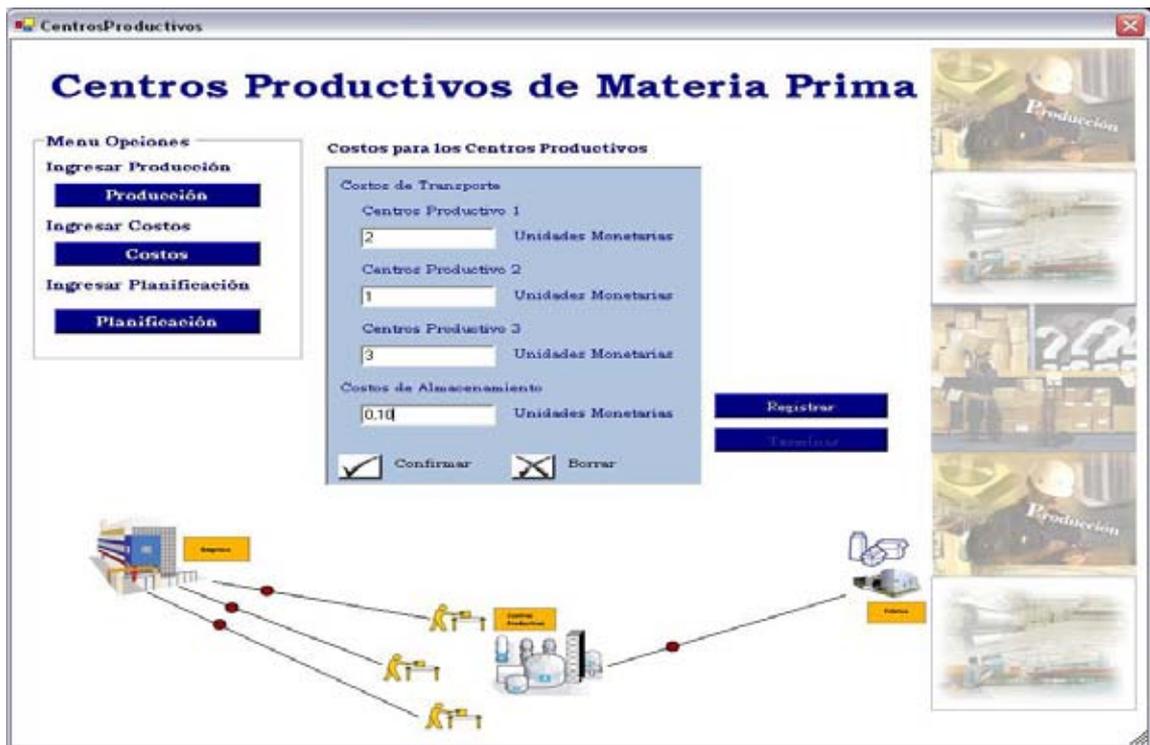


Figura 5.7: Interfaz Módulo Centros Productivos de Materia Prima opción Costos

- **Opción Planificación:** En el caso que el usuario o Administrador seleccione la opción Planificación, se desplegará un formulario de información para el usuario con la Producción de materias primas correspondiente a los Centros Productivos.



Figura 5.8: Interfaz Módulo Centros Productivos de Materia Prima opción Planificación

Según la figura 5.6 y 5.7, los formularios de Producción y Costos contienen dos opciones anexas del Módulo Centros Productivos: la opción Registrar y la opción Terminar. La opción Registrar es habilitada cuando todos los datos requeridos son ingresados, en la Base de Datos de la Empresa y la opción Terminar, finaliza la sesión del Administrador.

5.5.4 Módulo Centros de Distribución

Este módulo se basa en recopilar toda la información relacionada a los Centros de Distribución de Productos Terminados con que cuenta la Empresa. Según el modelo de optimización elegido, se consideraron dos Centros de Distribución, que recopilan información referente a las Demandas de productos, Costos de Almacenamiento y Transporte de los productos terminados, Existencias de productos de semanas anteriores y la Capacidad de almacenamiento. En la figura 5.9 se muestra la interfaz principal asociada a este módulo.

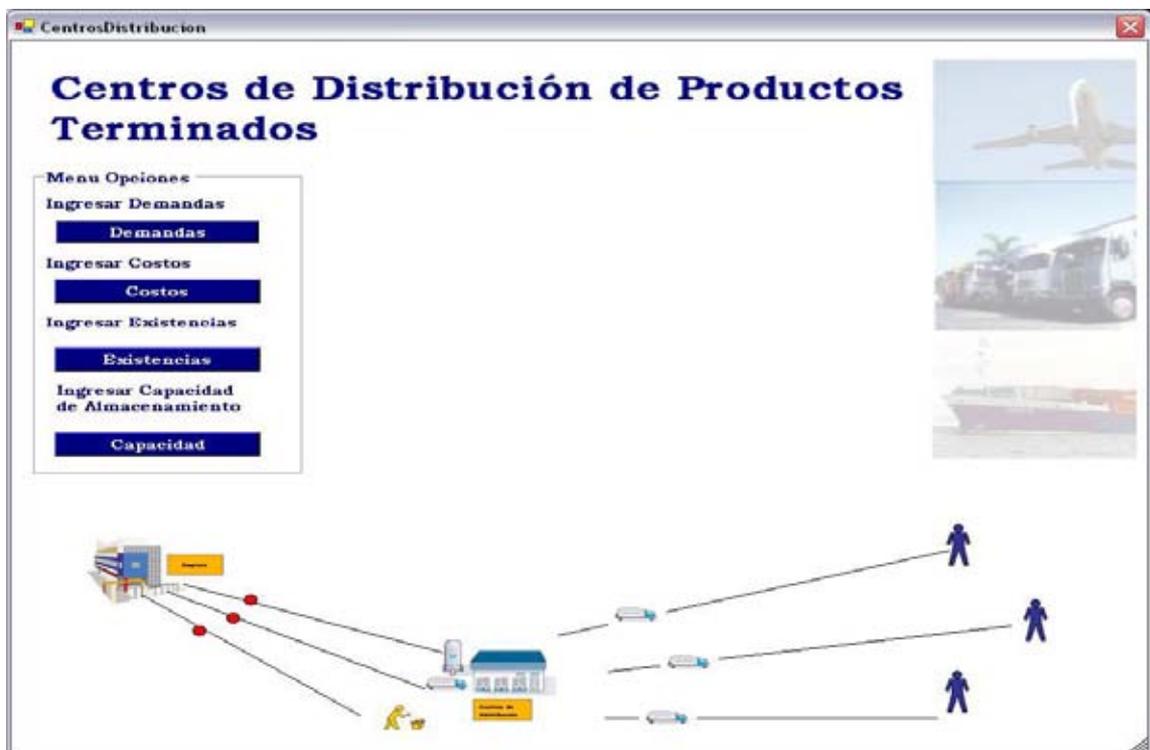


Figura 5.9: Interfaz Gráfica del Módulo Centros Distribución de Productos Terminados

Este módulo cuenta con un menú de opciones para el usuario, que se dividen en:

- **Opción Demandas:** Despliega un formulario con los Centros de Distribución asociados a la Empresa, de forma que el usuario ingresará las Demandas de productos para cada Centro de Distribución de productos. (Ver Figura 5.10).



Figura 5.10: Interfaz Módulo Centros de Distribución de Productos Terminados opción Demandas

- **Opción Costos:** Despliega un formulario para el ingreso de Costos de Transporte y Almacenamiento de productos terminados para cada Centro de Distribución. (Ver Figura 5.11)



Figura 5.11: Interfaz. Módulo Centros de Distribución de Productos Terminados opción Costos.

- **Opción Existencias:** Despliega un formulario para ingresar las Existencias de productos terminados para cada Centro de Distribución de productos que sea parte de la empresa. (Ver Figura 5.12)

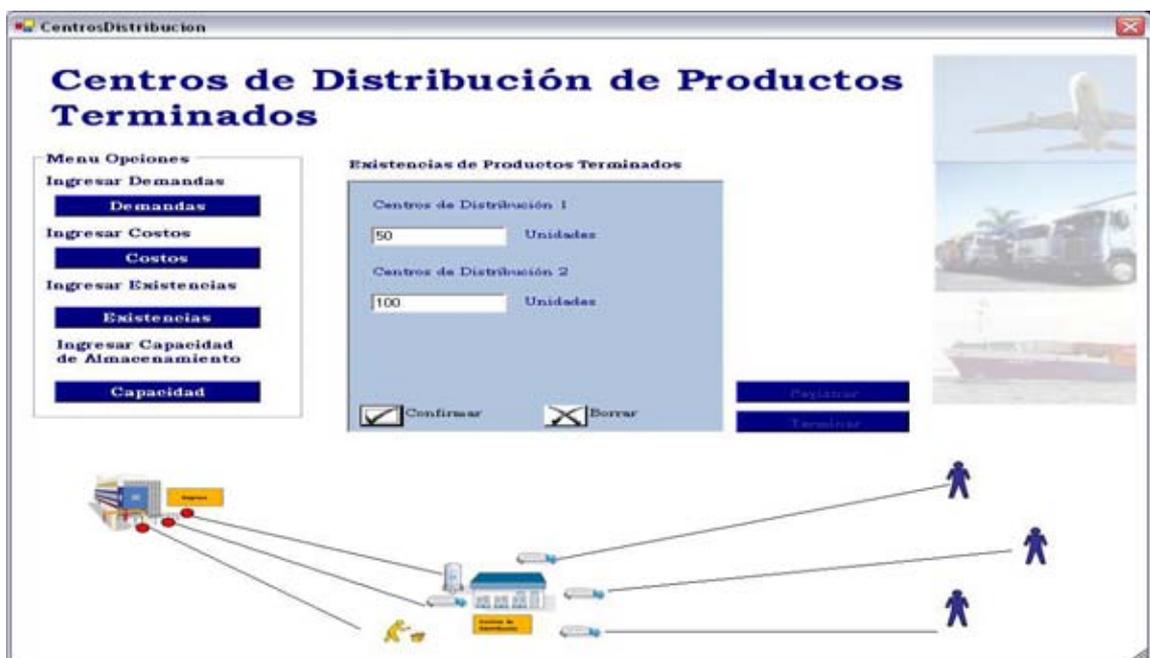


Figura 5.12: Interfaz. Módulo Centros de Distribución de Productos Terminados opción Existencias

- **Opción Capacidad:** Despliega el formulario para ingresar la Capacidad de almacenamiento de productos terminados para cada Centro de Distribución. (Ver Figura 5.13)



Figura 5.13: Interfaz Módulo Centros de Distribución de Productos Terminados opción Capacidad

Este módulo también posee las opciones Registrar y Terminar, de similares funcionalidades que los Módulos anteriores.

5.5.5 Módulo Fábrica

Este módulo consiste en recopilar toda la información de la Fábrica. Para caso del prototipo, se considera una sola fábrica, recolectando información en lo que respecta a Costos de Almacenamiento de productos, Existencias de productos de semanas anteriores, Capacidad de producción de la Fábrica y Coeficiente de conversión de productos terminados en materias primas. En la figura 5.14 se puede apreciar la interfaz principal del módulo Fábrica.

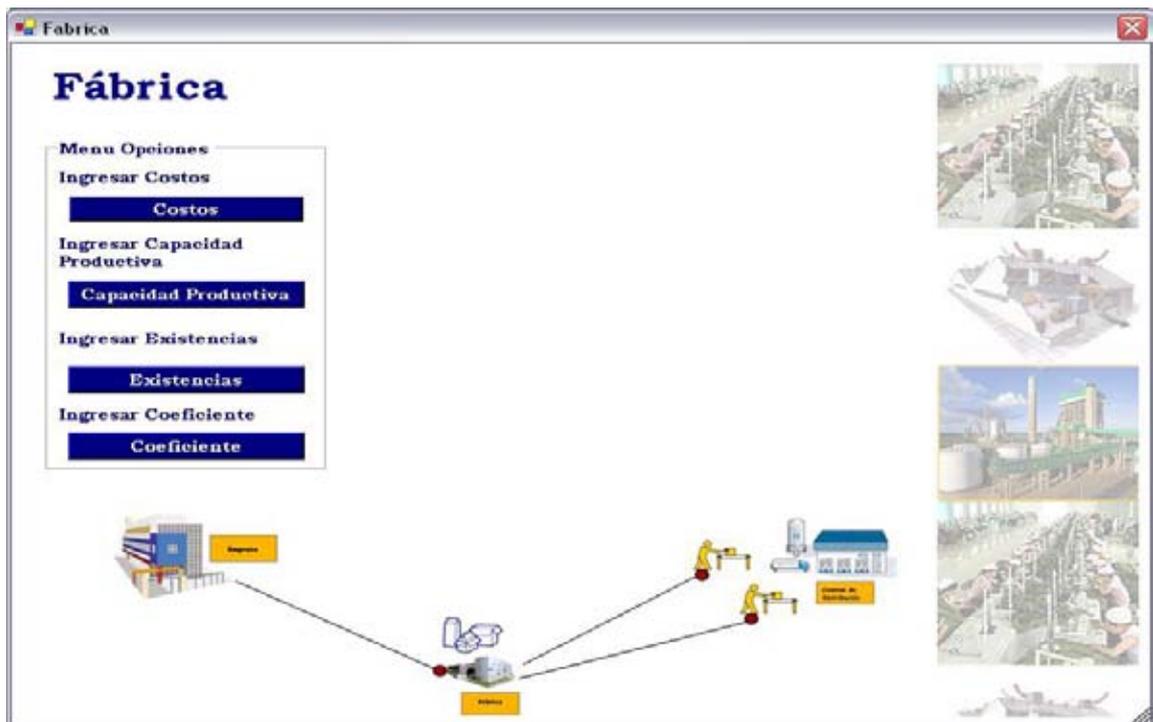


Figura 5.14: Interfaz Gráfica del Módulo Fábrica

Este módulo posee un menú de opciones para el usuario, que se dividen en:

- **Opción Costos:** Despliega un formulario que contendrá las opciones para el ingreso de Costos de Almacenamiento de productos en Fábrica. (Ver figura 5.15)

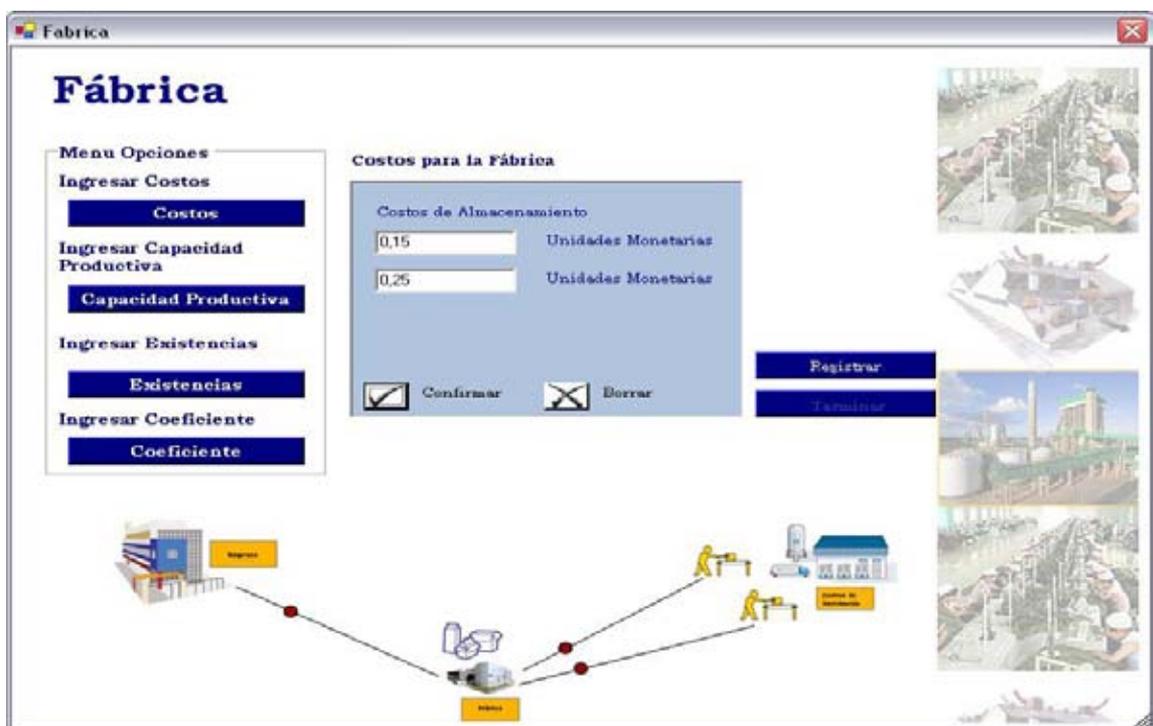


Figura 5.15: Interfaz Módulo Fábrica Opción Costos

- **Opción Capacidad Productiva:** Despliega un formulario para que el usuario ingrese la capacidad de la Fábrica. (Ver figura 5.16)

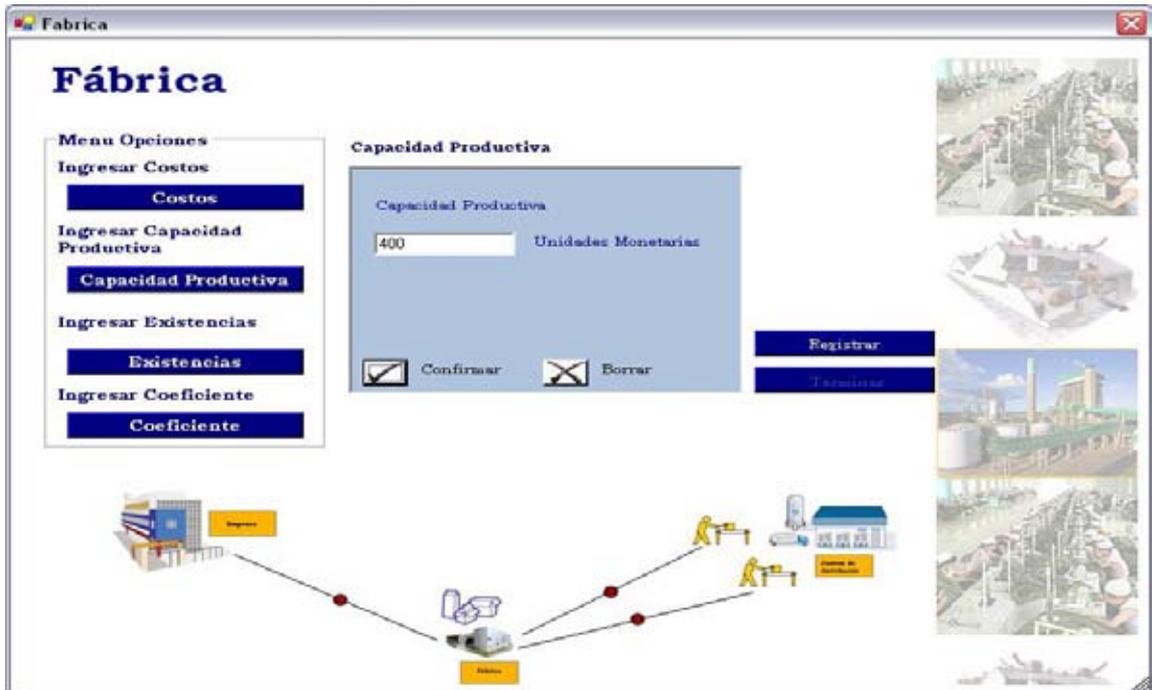


Figura 5.16: Interfaz Módulo Fábrica Opción Capacidad Productiva

- **Opción Existencias:** Despliega un formulario para que este ingrese las Existencias de productos en Fábrica de semanas anteriores. (Ver figura 5.17)

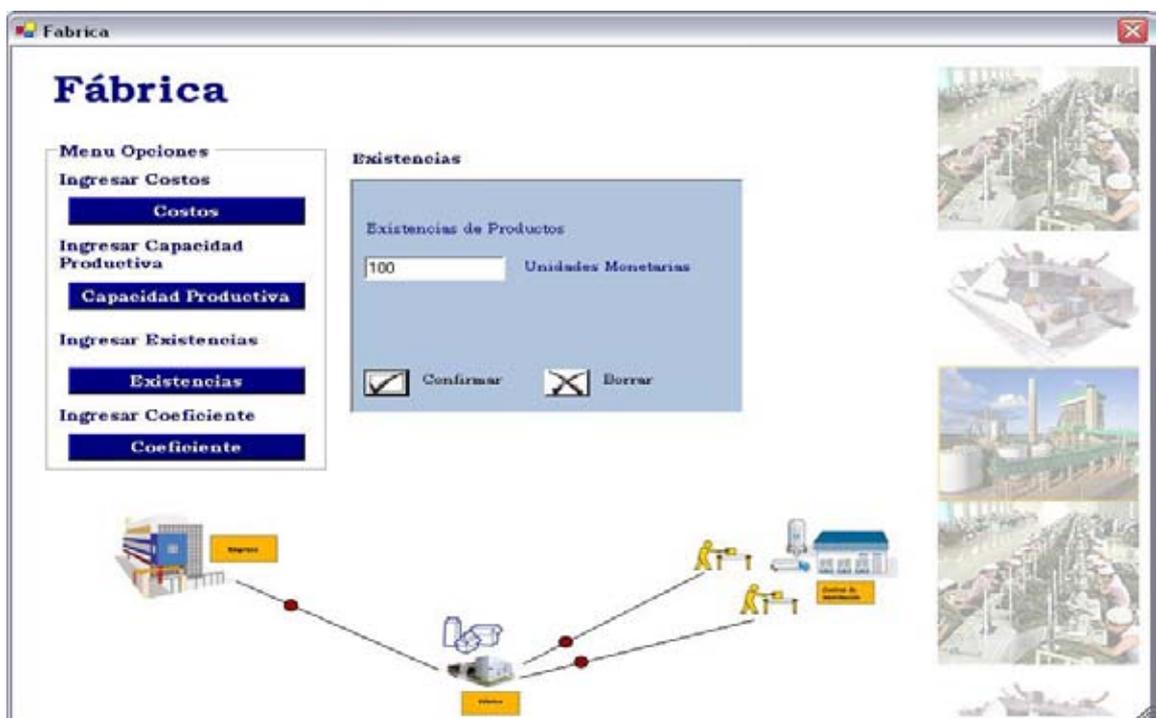


Figura 5.17: Interfaz Módulo Fábrica Opción Existencias

- **Opción Coeficiente:** Permite el ingreso del coeficiente de conversión de materias primas en productos terminados. Si, por ejemplo, el coeficiente de conversión es uno, entonces con una unidad de materia prima se consigue una unidad de producto acabado. (Ver Figura 5.18)



Figura 5.18: Interfaz Módulo Fábrica Opción Coeficiente

5.5.6 Módulo Empresa.

Este módulo representa a la Empresa. Su función es construir la solución óptima al problema de distribución comercial, tomando todos los datos recopilados de cada uno de los módulos anteriores, y calculando la distribución comercial adecuada de productos. De esa forma le otorga a la empresa ventajas competitivas mediante la minimización de costos.

El Administrador o usuario de este módulo, tiene acceso a todos los datos de los Centros Productivos, Centros de Distribución y Fábrica. En la figura 5.19 se representa la interfaz principal del Módulo empresa.



Figura 5.19: Interfaz Gráfica Módulo Empresa

Este módulo tiene un menú de opciones para el usuario, que se dividen en:

- **Opción Datos:** Deriva al usuario o Administrador a un módulo anexo llamado Módulo Datos, que le permite al usuario ver toda la información ingresada por los Administradores de los Centros productivos, Centros de Distribución y Fábrica.
- **Opción Formar:** Despliega un formulario de información al usuario acerca del problema a resolver (ver figura 5.20). Usando un formato tipo hoja de cálculos se muestran los costos y restricciones que conciernen a la Empresa, recopiladas a partir de la información ingresada por los Centros productivos, Centros de

Distribución y Fábrica. Se dispone de ayuda para comprensión e interpretación de los parámetros iniciales de la solución.

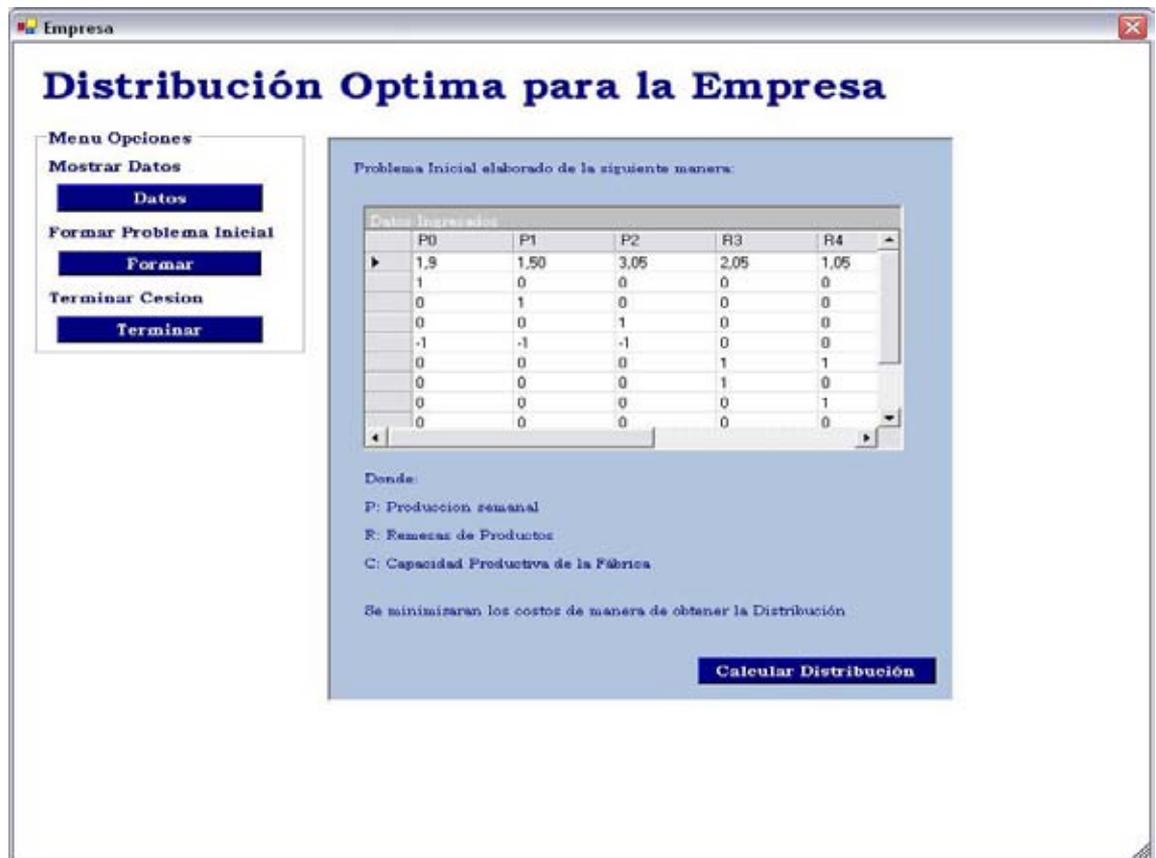


Figura 5.20: Interfaz Módulo Empresa Opción Formar

La figura 5.21 muestra el formulario distribución, en su parte superior se observa la elaboración del problema por medio de métodos de programación lineal. A continuación se observa la solución inicial, y finalmente tres opciones disponibles: Solución óptima, Solución paso a paso e Interpretación.

La Opción “Solución paso a paso” permite al usuario o Administrador ver todas las etapas de la solución final, agrupadas en tableros o grillas, cada uno de éstos con la información analizada. La Opción “Solución Óptima”, permite sólo ver la solución final y óptima, agrupada en un solo tablero.

Finalmente, la Opción “Interpretación”, permite al usuario o Administrador entender los resultados entregados por el sistema prototipo. (Ver figura 5.22)



Figura 5.21: Interfaz Módulo Empresa Opción Calcular distribución

En la figura 5.22 se puede ver en la parte superior la interpretación final de los valores, mostrando los valores no óptimos y óptimos. Este formulario también posee las opciones Explicación de valores, Guardar distribución, Guardar Valores e Imprimir. (Ver figura 5.23 y 5.24).

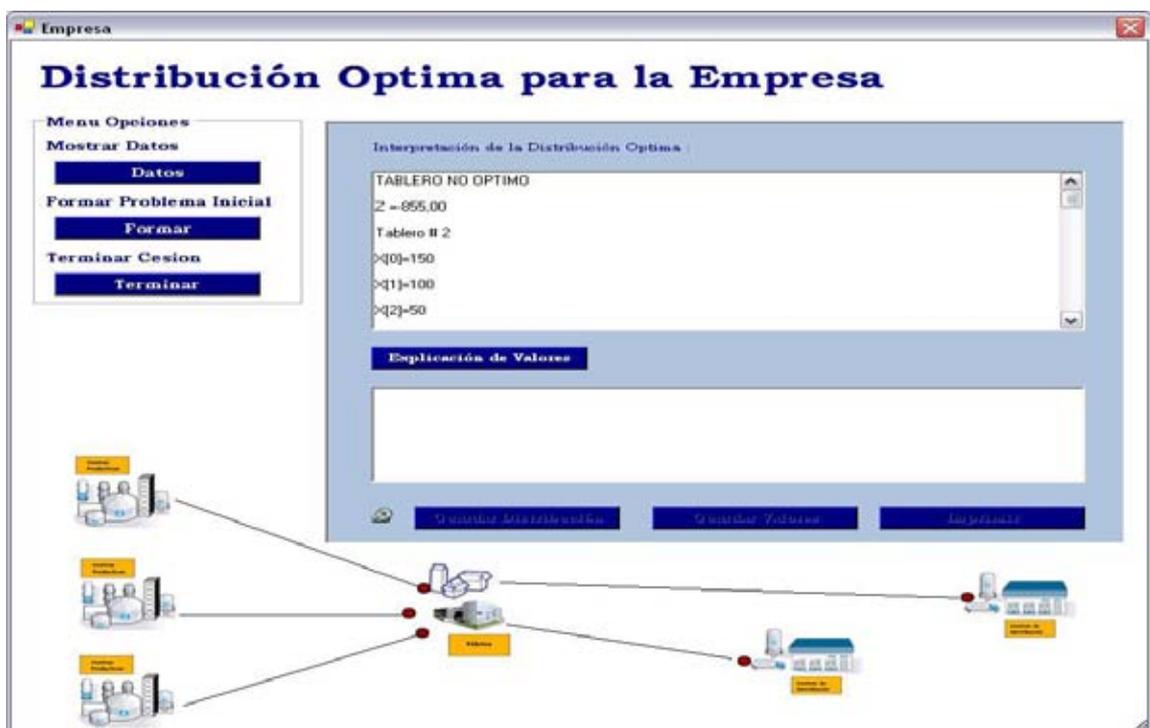


Figura 5.22: Interfaz Módulo Empresa Opción Interpretación

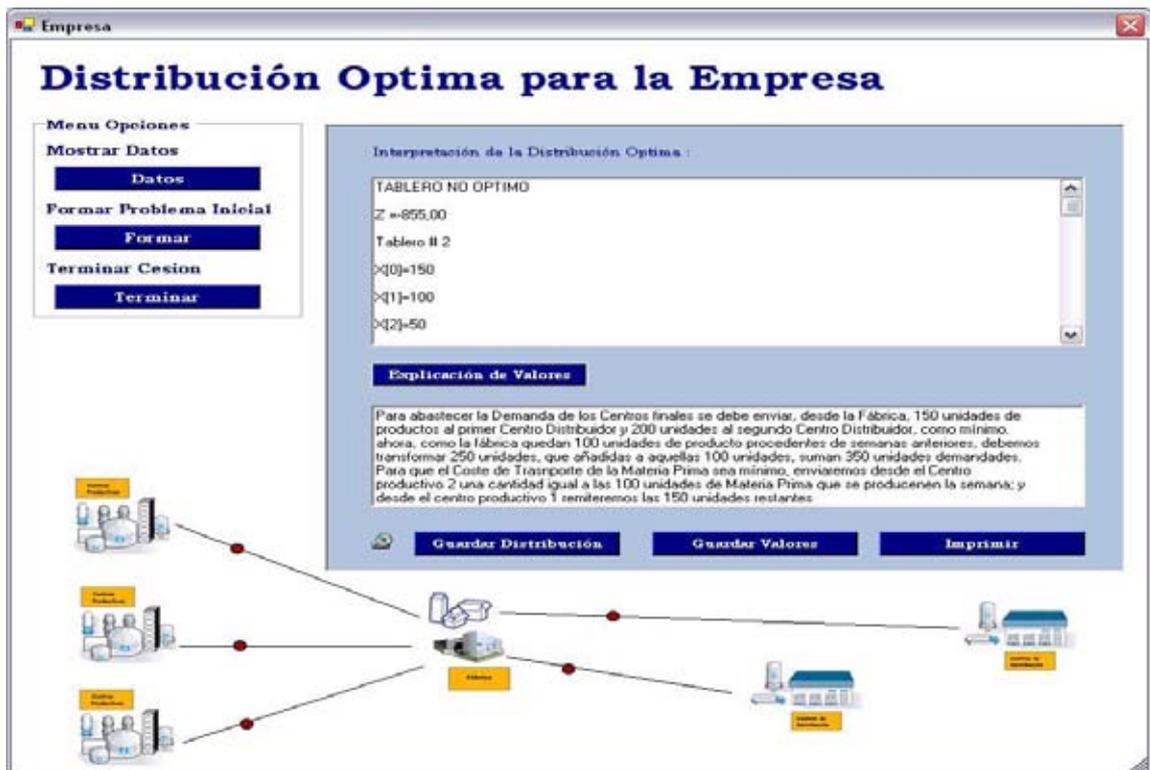


Figura 5.23: Interfaz Módulo Empresa Opción Interpretación



Figura 5.24: Interfaz Módulo Empresa Opción Guardar Distribución

5.5.7 Módulo Datos.

Este Módulo es un anexo al de Empresa, y puede acceder a él mediante la “Opción Datos” del Módulo Distribución. Se encarga de mostrarle al usuario o Administrador los datos referentes a los Centros de Distribución, Centros Productivos y Fábrica. (Ver figura 5.25)



Figura 5.25: Interfaz grafica Módulo Datos

Este Módulo le proporciona al usuario Administrador dos opciones:

- **Opción Ver:** Despliega la información elegida por el usuario o Administrador que se encuentra en la base de datos de la Empresa. El usuario o Administrador tiene tres alternativas, que se dividen en Centros productivos, Centros de Distribución y Fábrica. (Ver 5.26, 5.27 y 5.28)
- **Opción Terminar:** Esta opción es la encargada de finalizar la sesión del Administrador de la Empresa en el modulo datos y deriva al usuario al modulo Empresa.



Figura 5.26: Interfaz grafica Módulo Datos Opción Centros Productivos



Figura 5.27: Interfaz grafica Módulo Datos Opción Centros de Distribución



Figura 5.28: Interfaz grafica Módulo Datos Opción Fábrica

CAPITULO 6: CONCLUSIONES

En este trabajo de tesis se presenta el desarrollo un sistema prototipo para la distribución comercial en cadenas de suministro para una empresa. Aplicando algoritmos de programación lineal, este sistema permite minimizar los costos de la distribución comercial. La minimización se verifica al no existir, dadas las características de las restricciones: i) problemas de soluciones no acotadas en el espacio de búsqueda, ii) un problema sin solución, puesto que no aparecen variables artificiales dentro de la solución final.

Se presentó un marco general acerca de la distribución comercial, investigando sus objetivos, componentes y funciones. Se puede concluir que contar con sistema de distribución comercial produce numerosos beneficios tanto para el cliente como para la empresa. Para el cliente produce beneficios directamente relacionados con satisfacer sus necesidades y para la empresa a nivel de costos, ventas y utilidades.

También se presenta un marco general para la cadena de suministro, evaluando lo qué es y cómo es, distinguiéndole de conceptos similares. Según lo investigado, se puede concluir que una cadena de suministro busca reducir los costos en materias primas, fabricación y productos terminados, si además es optimizada e integrada, incrementará el valor de todos los participantes en ella y los beneficios serán mayores si se cuenta con un mejor servicio al cliente elaborando una mejora en los tiempos de entrega.

Según esto se puede concluir que contando con una buena optimización, se puede lograr: Reducción de costos en la gestión del inventario, transporte, almacenamiento y embalaje; incremento de la satisfacción de los clientes a través de la entrada y configuración de los pedidos en línea; mejora del servicio a través de técnicas como la entrega puntual y la fabricación bajo pedido; reducción de los tiempos del ciclo del

producto y aumento de la cuota de mercado debido a la reducción de los tiempos del ciclo de ingeniería a producción.

Se estudiaron cuatro modelos de optimización, en búsqueda del más adecuado al prototipo para la distribución comercial en cadenas de suministro.

El modelo de optimización elegido permitió una visión general del problema ya que incluye las variables más relevantes para caracterizar los costos de distribución en cadenas de suministros. El resto de los modelos analizados proporcionan una visión más acotada al incorporar variables y restricciones específicas para una determinada situación.

Otro de los aspectos importante de este modelo, es que posee restricciones lineales que facilitan el análisis y desarrollo de este prototipo.

Este prototipo se construyó en base a metodologías UML lo que permitió modelar conceptualmente los procesos de negocios y funciones de sistema, y escribir clases en un lenguaje determinado, esquemas de base de datos y componentes de software. Mediante esta metodología fue posible capturar, organizar y visualizar requerimientos, y estructuras necesarias para crear un sistema de software prototipo previo al proceso intensivo de escribir código.

La última etapa de este trabajo de tesis fue la elaboración del prototipo de un Sistema de distribución comercial para cadenas de suministro, este prototipo servirá como base para la elaboración de un sistema más sofisticado y mucho más viable para la distribución comercial orientada en cadenas de suministro.

Este prototipo es capaz de planificar la demanda de productos finales para los centros de distribución, planificar la producción de fábricas, planificar las materias primas y uno de los aspectos mas importantes minimizar los costos de almacenamiento y transporte.

La validación de los resultados se efectuó ingresando información real al modelo escogido. Se verificó que el modelo permite eliminar stock de productos acabados y

materias primas en la Fábrica y Centros distribuidores, sólo queda stock en los centros productivos y es aquí donde el costo de almacenamiento resulta mas bajo.

Según los datos ingresados, se pudo verificar que es imposible organizar la distribución de productos, con un menor costo de transporte. Esto se pudo comprobar realizando mucho más ensayos con el modelo de optimización. En las soluciones obtenidas no se exceden la capacidad de la Fábrica ni las capacidades de los almacenes distribuidores.

CAPITULO 7: FUTURAS MEJORAS AL SISTEMA PROTOTIPO

Actualmente en Chile no se encuentran sistemas que se dediquen a la optimización de la Cadena de suministro, solo sistemas de información que se encargan de la gestión de la producción, stock, transporte y ventas, y no a la planificación de las demandas, aprovisionamiento externo, producción, distribución y transporte. El sistema desarrollado en esta tesis solo fue elaborado como un prototipo, que servirá para futuras realizaciones mas sofisticadas, es posible incluir las siguientes mejoras:

1. Ampliar el modelo, de forma que pueda servir para cualquier tipo de Empresa, esto es, que cuente con “n” Centros productivos, “n” Centros Distribuidores y “n” Fábricas.
2. Sumar a este sistema prototipo, un Modulo de monitoreo grafico, que sea capaz de entregar información en tiempo real de toda la cadena de suministro, es decir de todos los agentes involucrados en ella. Información de cómo es la situación de los Centros Productivos, Centros de distribución y Fábrica.
3. Contar con más información relevante para la Empresa, en lo que respecta a las materias primas en los Centros Productivos, estados de los productos e inventario en las Fábricas, relaciones con los clientes y proveedores en los Centros Productivos.
4. Implementación de un sistema de información geográfica que permita a los usuarios o Administradores visualizar las estrategias de marketing y poner al descubierto aquellas localizaciones de mayor potencialidad en un negocio. Los Sistemas de Información Geográfica estrechan la relación entre el cliente y proveedor consiguiendo una calidad de producto y servicio.

5. Una de las mejoras a considerar, y quizás una de las mas novedosas, es la integración de este sistema con un tecnología RFID¹⁰ (tecnología desarrollada en la Segunda Guerra Mundial para ayudar a los operadores de radar a distinguir los aparatos enemigos de los de su propio ejército). Con ella se podría eliminar los costos de los Administradores de los diferentes módulos (no serian necesarios) y proveería información de manera mucho más rápida, evitando errores humanos en el ingreso de información. Las ventajas de esta tecnología se basan en la visibilidad y velocidad del producto a través de la cadena de suministros, mejora el manejo de inventario, proporciona reposición automática, menor conciliación de facturas y costos de mano de obra en el puerto de recepción, facilita el rastreo y retiro de productos y disminuye la manipulación, robo y falsificación. Sin embargo, para obtener estos beneficios, las empresas tendrán que enfrentar complejos desafíos con respecto al hardware y software, a los estándares, e incluso a los modelos de negocios.

¹⁰ RDIF: Radio Frequency Identification (Identificación por Radio Frecuencia)

CAPITULO 8: BIBLIOGRAFIA

- **[BOO99]:** Booch G. “*El lenguaje unificado de modelado*”, 1999.
- **[BRA05]:** Juan José Bravo B. “*Optimización dinámica no-lineal de decisiones de transporte en cadenas de distribución con sistemas con revisión periódica de inventarios (R, S)*”, Universidad del valle, 2005.
- **[CAL05]:** José Luis Calderón Lama, Francisco-Cruz Lario Esteban. “*Análisis del modelo SCOR para la Gestión de la Cadena de Suministro*”, Septiembre 2005.
- **[CAS00]:** Casares, J. y Rebollo, A. “*Distribución Comercial*”, 2000.
- **[CHR92]: Christopher,** Martín. “*Logistics and Supply Chain Management: Strategies for Reducing Costs and Improving Service*”. Pitman, London, 1992.
- **[CHA04]:** Dra. Coro Chasco Yrigoyen. “*El Geomarketing y la distribución comercial*”, Universidad Autónoma de Madrid, 2004
- **[GAL05]:** Héctor Gallardo Lassen. “*Tendencias de Outsourcing dentro de la Cadena Logística*”, Socio KOM Internacional, Noviembre 2005.
- **[GUZ03]:** Liliana Guzmán. “*Análisis orientado a Objeto*”, Universidad Federico Santa Maria, 2003.
- **[HER02]:** Enrique Hernández Orallo. “*Lenguaje modificado de modelado*”, 2002.
- **[HER03]:** Emilio Herrera, Juan Sepúlveda. “*A Framework for Integrating Computerized Vehicle Routing Systems with Distribution Management*”, Universidad de Santiago de Chile, 2003.
- **[ISL03]:** Víctor Manuel Islas Rivera, J. Elías Jiménez Sánchez, Ma. Florencia Vázquez Domínguez. “*Tercerización del transporte en el contexto de la cadena de suministro*”, 2003.

- **[JIM02]:** José Elías Jiménez Sanchez. “*La Cadena de Suministro*”, Publicación Técnica No. 215, Sanfandila, 2002.
- **[LAL94]:** LaLonde, Bernard J. and James M. Masters. “*Emerging Logistics Strategies: Blueprints for the Next Century*”. International Journal of Physical Distribution and Logistics Management, 1994.
- **[LEI05]:** Juan Antonio Leiva Peña. “*Estrategia para la integración de la cadena de abastecimiento, basada en las tecnologías de la información y las comunicaciones*”, 2005.
- **[MAR05]:** Cristian A. Martínez. “*Implementación ACS y A-TEAMS para la resolución del CVRP*”. Universidad de Buenos Aires, 2005.
- **[MOR00]:** Moreno A. “*La geografía de los servicios aplicada al marketing como tema de estudio*”, Universidad Autónoma de Madrid, 2000.
- **[POR97]:** Porter, Anne Millen. “*One Focus, One Supply Base*”, 1997.
- **[POR00]:** Porter, M. E. “*Ventaja Competitiva: creación y sostenimiento de un desempeño superior*”, 2000.
- **[ROM93]:** Calos Romero. “*Técnicas de Gestión de Empresas*”, Tercera edición, 1993.
- **[RUB03]:** Oscar Rubiano Ovalle. “*Un Enfoque Sistémico para la mejora del Rendimiento Operativo y Financiero de las Cadenas de Suministro mediante el uso de las Herramientas de Colaboración basadas en Internet*”, 2003.
- **[SAN01]:** Sanguino R. “*El sistema de distribución comercial*”, 2001.
- **[VEL03]:** Jesús María Velásquez Bermúdez. “*Optimización de la cadena de suministro en la industria de bebidas*”, Colombia, 2000.
- **[Pop01]:** Modelado de Sistemas con UML. *Popkin Software and System*.

- **[Gia02]:** Relaciones entre Casos de Uso en el Unified Modeling Language. *Revista colombiana de computación, Roxana S. Giandin y Claudia F. Pons, Volumen 1, número 1.*
- **[URL, 1]:** El Mercado, el cliente y la distribución
<http://www.marketing-xxi.com/marketing.-presente-y-futuro-2.htm>
- **[URL, 2]:** Distribución comercial. <http://www.conamype.gob.sv/>
- **[URL, 3]:** Logística. <http://www.navactiva.com/>
- **[URL, 4]:** Manuales UML. <http://www.creangel.com/uml/>
- **[URL, 5]:** Tutorial UML. <http://programacion.com>
- **[URL, 6]:** Manuales. <http://www.clikear.com/manuales>
- **[URL, 7]:** Urban management systems division.
<http://mie.kuciv.kyotou.ac.jp/Um/main/english/laboratory/infrastructures/infrastructures.html>
- **[URL, 8]:** Outsourcing.
<http://www.gestiopolis.com/recursos/documentos/fulldocs/ger/outsourcingantonio.htm>
- **[URL, 9]:** What to outsource?
http://www.cyberwebglobal.com/outsourcing/what_to_outsource.htm
- **[URL, 10]:** Empresa virtual para la cadena de suministro.
<http://io.us.es/cio2001/Cio-2001/cd/Articulos/UPV/UPV-6.pdf>
- **[URL, 11]:** Empresa extendida: hacia la integración total.
http://www.iese.edu/es/files/5_8561.pdf
- **[URL, 12]:** Empresas virtuales autónomas. la cadena de suministro como un sistema multiagente. <http://www.cepade.es/Ademas/revista.asp?numero=28####>
- **[URL, 13]:** Sistema OPCHAIN. <http://www.dw-ltd.com/OPCHAIN.htm>

- **[URL, 14]:** Soluciones de negocio SCM.
<http://www.microsoft.com/latam/empresas/soluciones/6-eficiencia.asp>
- **[URL, 15]:** Supply Chain Management.
<http://www.pwcglobal.com/Extweb/service.nsf/docid/E4D3338C2AC0BB7C80256E6D0048CE0B>
- **[URL, 16]:** To SCOR, Practice Makes Perfect.
<http://www.isa.org/InTechTemplate.cfm?Section=InTech&template=/ContentManagement/ContentDisplay.cfm&ContentID=9437>
- **[URL, 17]:** La cadena de suministro con mySAP™ SUPPLY CHAIN MANAGEMENT. <http://www50.sap.com/chile/soluciones/scm/>

CAPITULO 9: ANEXOS

9.1 ANEXO 1: TERCER MODELO DE OPTIMIZACIÓN. [VEL03]

Este modelo toma en consideración los siguientes componentes para elaborar el modelo de optimización:

- **Productos:** resultan de la transformación de las materias primas.
- **Productos Terminados:** productos empacados que consume el cliente.
- **Recursos ó Insumos:** materiales que se utilizan en la producción.
- **Plantas Productoras de Materias Primas:** plantas que producen materias primas que se utilizan para la el procesamiento de los productos.
- **Fábricas:** agrupan varias plantas de procesamiento y/o plantas de empacado localizadas en un mismo sitio.
- **Plantas Procesadoras:** en las que se transforman las materias primas en productos.
- **Plantas de Empacado:** en las que se empaca el producto en las diferentes presentaciones, transformándolo en producto terminado.
- **Plantas Productoras de Empaque:** plantas que producen los empaques que se utilizan para la presentación de los productos.
- **Centros de Distribución:** bodegas en las que hay inventario de producto terminado e inventario de empaques.
- **Zonas de Consumo:** donde ocurre la demanda de producto terminado.

Se consideran los siguientes tipos transferencias de productos, de productos terminados y de empaques:

- Producto no terminado entre plantas de procesamiento y plantas de empacado.

- Producto terminado entre plantas de empaqueo y centros de distribución.
- Producto terminado entre centros de distribución y zonas de consumo.
- Empaques entre centros de distribución.
- Empaques retornables entre zonas de consumo y centros de distribución.
- Empaques entre centros de distribución y plantas de empaqueo.
- Empaques nuevos entre plantas productoras de empaque y centros de distribución.

Este modelo consta de las siguientes entidades: “t” tiempo, “p” producto, “v” empaque, “u” fábrica, “c” planta procesadoras, “o” carro, “e” empacadora, “l” línea, “j” y “k” Centros de Distribución, “d” Planta de Empaques y “z” Zona de Consumo.

También elabora conjuntos que determinan la existencia de variables y restricciones, que son agrupados al tipo de entidad que contienen. Estos conjuntos son los siguientes:

- **Productos:**

1. **CC(c):** Productos producidos en la planta “c”.
2. **CNT(c):** Productos no transportables que se producen en la planta “c”.
3. **CTR(c):** Productos transportables que se producen en la planta “c”.
4. **PCO(c):** Productos que requieren un número mínimo cocimientos en la planta “c”.
5. **PN (e):** Productos que se empaquen en la empacadora “e”.
6. **ENR (e):** Productos no transportables que se empaquen en la empacadora “e”.
7. **ETR (e):** Productos transportables que se empaquen en la empacadora “e”.
8. **PNT (e, j):** Productos que se empaquen en la empacadora “e” y se manejan en la bodega “j”.
9. **LP (l):** Productos que se empaquen en la línea “l”.
10. **LPV (v, l):** Productos que se empaquen en empaque “v” en la línea “l”.

11. **PT (j):** Productos que se manejan en la bodega “j”.
12. **ZZ (z):** Productos que se demandan en la zona “z”.
13. **ZVP (z, v):** Productos que se demandan en la zona “z” en empaque “v”.

- **Empaques:**

1. **DV (d):** Empaques que produce la planta de empaques “d”.
2. **PVV (p):** Empaques del producto “p”.
3. **LTV (l, p):** Empaques del producto “p” en la línea “l”.
4. **JV (j):** Empaques que se manejan en la bodega “j”.
5. **JVE (d, j):** Empaques que puede enviar la planta de empaques “d” a la bodega “j”.
6. **EV (e, p):** Empaques del producto “p” en la empacadora “e”.
7. **JVN (j):** Empaques no retornables que se manejan en la bodega “j”.
8. **JVR (j):** Empaques retornables que se manejan en la bodega “j”.
9. **JK (j):** Empaques que pueden despacharse a otra bodega desde la bodega “j”.
10. **PEJ (z, j):** Empaques retornables que se demandan en la zona “z” y se envían a la bodega “j”.
11. **PVJ (p, j):** Empaques que se manejan en la bodega “j” para el producto “p”.

- **Plantas procesadoras:**

1. **CER:** Plantas del sistema industrial.
2. **ECV (e):** Plantas contiguas a la empacadora “e”.
3. **CCC (e, p):** Plantas contiguas a la empacadora “e” que procesan el producto “p”.

- **Carros:**

1. **CTE(c):** Carros asignados a la planta “c”.

- **Plantas Procesadoras de empaques:**

1. **PEN:** Plantas procesadoras del sistema industrial.
2. **VD (v):** Plantas procesadoras que producen el empaque “v”.

- **Plantas emparadoras:**
 1. **ENV:** Plantas del sistema industrial.
 2. **PE (j):** Plantas en el vecindario de la bodega “j”.
 3. **JVD (j, v):** Plantas en el vecindario de la bodega “j” que procesan empaque “v”.
 4. **CE(c):** Plantas en el vecindario de la planta “c”.
 5. **CEV(c):** Plantas contiguas a planta “c”.
- **Líneas emparadoras:**
 1. **LIN:** Líneas del sistema industrial.
 2. **LN:** Líneas sin intercambio de empaques.
 3. **LNT:** Líneas con intercambio de empaques.
 4. **LJ (j):** Líneas en el vecindario de la bodega “j”.
 5. **LEE (e, p):** Líneas de la empaadora “e” que empaacan el producto “p”.
 6. **LEV (e, p, v):** Líneas de la empaadora “e” que empaacan producto “p” en empaque “v”.
 7. **LJV (j, v):** Líneas en el vecindario de la bodega “j” que procesan empaque “v”.
- **Centros de distribución:**
 1. **PUN:** Centros de distribución del sistema industrial.
 2. **DJ (d):** Centros en el vecindario de la planta productora de empaques “d”.
 3. **EP (e):** Centros en el vecindario de la empaadora “e”.
 4. **ZP (z):** Centros en el vecindario de la zona “z”.
 5. **JJ (j):** Centros en el vecindario de la bodega “j”.
- **Zonas de consumo:**
 1. **ZON:** Zonas del sistema industrial.
 2. **PZ (j):** Zonas en el vecindario de la bodega “j”.

A continuación presentaremos los parámetros y variables asociadas a este modelo, que conformaran las restricciones y la función.

- **Parámetros:** involucran información de los embarques, plantas procesadoras, carros, plantas procesadoras de embarques, plantas empacadoras, líneas empacadoras, centros de distribución y zonas de consumo.

1. **KHE_v** : Capacidad del empaque “v”.
2. **$PCO_{c,p}$** : Nivel de producción asociado al número de cocimientos mínimos para el producto “p” en la planta “c”.
3. **$LCW_{t,c}$** : Mínimo número de horas ordinarias que se debe trabajar en la planta “c” durante el periodo “t”.
4. **$XCW_{t,c}$** : Máximo número de horas ordinarias que se puede trabajar en la planta c durante el periodo “t”.
5. **$XCC_{t,c}$** : Máximo número de horas extras que se puede trabajar en la planta “c” durante el periodo “t”.
6. **$KWC_{c,p}$** : Horas utilizadas en la elaboración del producto “p” en la planta “c”.
7. **$NC_{c,o}$** : Viajes disponibles en carro tipo “o” en la planta “c”.
8. **HNC_c** : Costo de las horas ordinarias en la planta “c”.
9. **CXC_c** : Costo horas extras en la planta “c”.
10. **$AAI_{t,c,p}$** : Costo unitario neto para producir producto “p” en la planta “c” durante el periodo “t”.
11. **$CTC_{c,e}$** : Flete neto entre la planta “c” y la empacadora “e”.
12. **CCL_o** : Capacidad del carro tipo “o”.
13. **CPV_d** : Capacidad de producción de la planta productora de empaque “d”.
14. **$CDP_{d,j,v}$** : Flete neto para empaque “v” vacío entre la planta productora de empaque “d” y la bodega “j”.

15. **CTE** E,I,V : Flete neto para producto final empacado en empaque “v” entre la empacadora “e” y la bodega “j”.
16. **LEW** T,L : Mínimo número de horas ordinarias que se debe trabajar la línea “l” durante el periodo “t”.
17. **XEW** T,L : Máximo número de horas ordinarias que se puede trabajar la línea “l” durante el periodo “t”.
18. **XEE** T,L : Máximo número de horas extras que se puede trabajar la línea “l” durante el periodo “t”.
19. **TCP** L,V : Tiempo de preparación de equipos para empacar empaque “v” en la línea “l”.
20. **KWE** L,V : Horas utilizadas por unidad de empaque “v” en la línea “l”.
21. **FROT** L,V : Factor neto de pérdidas de empaque “v” en la línea “l”.
22. **HNE** L : Costo de las horas ordinarias en la línea “l”.
23. **CXE** L : Costo horas extras en la línea “l”.
24. **AAJ** T,L,P,V : Costo unitario neto para empacar el producto “p” en empaque “v” en la línea “l” durante el periodo “t”.
25. **ACE** J : Capacidad de almacenamiento en la bodega “j”.
26. **DMR** J,L,V : Días mínimos de reserva de inventario de empaque “v” en la bodega “j”, ajustados de acuerdo a la eficiencia de la línea “l”.
27. **EMP** T,I,P,V : Existencia mínima de producto “p” en empaque “v” en la bodega “j” al final del periodo “t”.
28. **BJB** T,I,V : Consumo neto de empaque “v” en la bodega “j” durante el periodo “t”.
29. **CIE** J : Costo de manejo de inventario en la bodega “j”.
30. **CTP** K,I,V : Flete neto para producto final empacado en el empaque “v” entre la bodega “j” y la bodega “k”.

31. **CJJ** J,K,V : Flete neto para empaque “v” vacío entre la bodega “j” y la bodega “k”.
 32. **PVP** Z,P,V : Precio de venta al público del producto “p” en empaque “v” en la zona “z”.
 33. **DEM** T,Z,P,V : Demanda de producto “p” en empaque “v” en la zona “z” durante el periodo “t”.
 34. **CZJ** Z,I,V : Flete neto para empaque “v” vacío entre la zona “z” y la bodega “j”.
 35. **CTZ** Z,I,V : Flete neto para producto final empacado en empaque “v” entre la bodega “j” y la zona “z”.
- **Variables:** representan las decisiones que se obtienen como resultado del proceso de optimización. Se presentan agrupadas de acuerdo a una entidad de referencia (para cada periodo “t” del horizonte de planificación). Involucran información de los embarques, las plantas procesadoras, carros, plantas procesadoras de embarques, plantas empacadoras, líneas empacadoras, centros de distribución y zonas de consumo.
 1. **HOC** T,C : Horas ordinarias trabajadas en la planta “c”.
 2. **HEC** T,C : Horas extras trabajadas en la planta “c”.
 3. **DCC** T,C,E,P : Despacho del producto “p” de la planta “c” a la empacadora “e”.
 4. **NCT** T,C,E,P,O : Carro tipo “o” utilizados para transportar el producto “p” de la planta “c” a la empacadora “e”.
 5. **PCC** T,C,P : Cantidad de producto “p” producido en la planta “c”.
 6. **ICC** T,C,P : Inventario en cajas de producto “p” en la planta “c”.
 7. **DCM** T,C,P : Decisión de producir el producto “p” en la planta “c”.
 8. **DCN** T,D,I,V : Despacho empaque “v” de la planta de empaques “d” a la bodega “j”.

9. **DCE** $T;E;J;P;V$: Despacho de producto “p” en empaque “v” de la empacadora “e” a la bodega “j”.
10. **HEE** $T;L$: Horas extras trabajadas en la línea “l”.
11. **HOE** $T;L$: Horas ordinarias trabajadas en la línea “l”.
12. **PCE** T,L,P,V : Cantidad de producto “p” empacado en empaque “v” en la línea “l”.
13. **DIP** T,L,P,V : Decisión de empacar producto “j” en empaque “v” en la línea “l”.
14. **DEV** T,J,K,V : Despacho de empaque “v” vacío de la bodega “j” a la bodega “k”.
15. **ICE** T,J,P,V : Inventario de producto “p” en empaque “v” en la bodega “j”.
16. **EVJ** T,J,V : Inventario de empaque “v” en la bodega “j”.
17. **DPZ** T,J,Z,P,V : Despacho producto “p” en empaque “v” de la bodega “j” a la zona “z”.
18. **DZE** T,Z,J,Y : Recuperación de empaque “v” en la zona “z” con destino a la bodega “j”.
19. **DEF** T,Z,P,V : Déficit de producto tipo “p” en empaque “v” en la zona “z”.

Luego de haber establecido los parámetros y las variables, se construyen las restricciones que se presentan agrupadas de acuerdo a su funcionalidad (para cada periodo “t” del horizonte de planificación):

- **Producción en plantas procesadoras:**

1. **WHC** T,C : Horas trabajadas en la planta “c”.

$$HOC_{T,C} + HEC_{T,C} - \sum_{P \in CC(c)} KWC_{C,P} PCC_{T,C,P} = 0 \quad (\text{Ecuación 9.1})$$

2. **HOE** T,C : Horas ordinarias trabajadas en la planta “c”.

$$LCW_{T,C} \leq HOC_{T,C} \leq XCW_{T,C} \quad (\text{Ecuación 9.2})$$

3. **HEC**_{T,C} : Horas extras trabajadas en la planta “c”.

$$HEC_{T,C} \leq XCC_{T,C} \quad (\text{Ecuación 9.3})$$

4. **COC**_{T,C,P} : Si se decide producir producto “p” en la planta “c”.

$$PCO_{C,P} * DCM_{T,C,P} \leq PCC_{T,C,P} \quad (\text{Ecuación 9.4})$$

5. **DCM**_{T,C,P} : Decisión de producir el producto “p” en la planta “c”.

$$PCC_{T,C,P} \leq DCM_{T,C,P} \quad (\text{Ecuación 9.5})$$

6. **CAV**_{T,C,P} : Inventario del producto “p” en la planta “c”.

$$ICC_{(T-1),C,P} - ICC_{T,C,P} + PCC_{(T-3),C,P} - \sum_{e \in CE(c)} DCC_{T,C,E,P} = 0 \quad (\text{Ecuación 9.6})$$

7. **RTN**_{T,C,P} : Balance producción-despacho para el producto “p” en la planta “c” (para productos no transportables).

$$PCC_{T,C,P} - \sum_{e \in CEV(c)} DCC_{T,C,E,P} = 0 \quad (\text{Ecuación 9.7})$$

- **Manejo de Carro:**

1. **CR2**_{T,C,O} : Capacidad de transportes en carro tipo “o” desde la planta “c”.

$$\sum_{e \in CE(c)} \sum_{P \in CTR(e)} NCT_{T,C,E,P,O} \leq NC_{C,O} \quad (\text{Ecuación 9.8})$$

2. **CR4**_{T,C,E,P} : Capacidad utilizada en camiones tipo “o” para transportar producto “p” desde la planta “c”.

$$DCC_{T,C,E,P} \leq \sum_{o \in CTE(c)} DCCL_O * NCT_{T,C,E,P,O} \quad (\text{Ecuación 9.9})$$

- **Producción en plantas empacadoras:**

1. **RNR**_{T,E,P} : Balance recepción-empaque para el producto “p” en la empacadora “e” (productos no transportables).

$$\sum_{C \in ECV(e)} DIL_{C,P} * DCC_{T,C,E,P} - \sum_{l \in LEE(e,p)} \sum_{v \in LTV(l,p)} KHE_v * PCE_{T,L,P,V} = 0 \quad (\text{Ecuación 9.10})$$

2. **RRR**_{T,E,P} : Balance recepción-empaque para el producto “p” en la empacadora “e” (productos transportables).

$$\sum_{C \in CCC(e,p)} DIL_{C,P} * DCC_{T,C,E,P} - \sum_{l \in LEE(e,p)} \sum_{v \in LTV(l,p)} KHE_v * PCE_{T,L,P,V} = 0 \quad (\text{Ecuación 9.11})$$

3. **RIF**_{T,E,P,V} : Balance recepción-empaque para el producto “p” en empaque “v” en la empacadora “e” (productos transportables).

$$\sum_{l \in LEE(e,p)} PCE_{T,L,P,V} - \sum_{j \in EP(e)} DCE_{T,E,J,P,V} = 0 \quad (\text{Ecuación 9.12})$$

4. **WHE**_{T,L} : Horas trabajadas en la línea “l” (no incluye tiempo por cambio de empaque).

$$HOE_{T,L} + HEE_{T,L} - \sum_{p \in LP(l)} \sum_{v \in LTV(l,p)} KWE_{L,V} * PCE_{T,L,P,V} = 0 \quad (\text{Ecuación 9.13})$$

5. **WHP**_{T,L}: Horas trabajadas en la línea “l” (incluye tiempo por cambio de empaque).

$$HOE_{T,L} + HEE_{T,L} - \sum_{p \in LP(l)} \sum_{v \in LTV(l,p)} KWE_{L,V} * PCE_{T,L,P,V} - \sum_{p \in LP(l)} \sum_{v \in LTV(l,p)} TCP_{L,V} * DIP_{T,E,,L,P} = 0 \quad (\text{Ecuación 9.14})$$

6. **HOE**_{T,L} : Horas ordinarias trabajadas en la línea “l”.

$$LEW_{T,L} \leq HOE_{T,L} \leq XEW_{T,L} \quad (\text{Ecuación 9.15})$$

7. **HEE**_{T,L} : Horas extras trabajadas en la línea “l”.

$$HEE_{T,L} \leq XEE_{T,L} \quad (\text{Ecuación 9.16})$$

8. **DIP**_{T,E,,L,P} : Decisión de empacar producto “p” en el empaque “v” en la línea “l”.

$$PCE_{T,L,P,V} \leq DIP_{T,E,,L,P} \quad (\text{Ecuación 9.17})$$

- **Producción de Empaques:**

1. **CPV**_{T,D} : Capacidad de producción de la planta de empaques “d”.

$$\sum_{j \in DJ(d)} \sum_{v \in JVE(d,j)} DCN_{T,D,J,V} \leq CPV_D \quad (\text{Ecuación 9.18})$$

- **Almacenamientos en Centros de distribución:**

1. **RIX**_{T,J,P,V} : Inventario de producto “p” en empaque “v” en la bodega “j”.

$$ICE_{T,J,P,V} - ICE_{(T-1),J,P,V} + \sum_{z \in PZ(j)} DPZ_{T,J,Z,P,V} - \sum_{e \in PE(j)} DCE_{T,E,J,P,V} = 0 \quad (\text{Ecuación 9.19})$$

2. **IMP** T,J,P,V : Inventario mínimo de producto “p” en empaque “v” en la bodega “j”.

$$EMP_{T,J,P,V} \leq ICE_{T,J,P,V} \quad (\text{Ecuación 9.20})$$

3. **IPE** T,J : Capacidad de Almacenamiento en la bodega “j” (producto final mas empaque vacío).

$$\sum_{p \in PT(j)} \sum_{v \in PVJ(p,j)} ICE_{T,J,P,V} + \sum_{v \in JV(j)} EVJ_{T,J,V} \leq ACE_J \quad (\text{Ecuación 9.21})$$

4. **IMV** T,J,V : Inventario mínimo de empaque “v” en la bodega “j”.

$$EVJ_{T,J,V} - \sum_{l \in LJ(j)} \sum_{p \in LP(l)} DMR_{J,V} * PCE_{T,L,P,V} > 0 \quad (\text{Ecuación 9.22})$$

5. **REN** T,J,V : Inventario de empaque no retornable “v” en la bodega “j”.

$$EVJ_{T,J,V} - EVJ_{(T-1),J,V} - \sum_{d \in VD(v)} DCN_{T,D,J,V} - \sum_{k \in JJ(j)} DEX_{T,K,J,V} + \sum_{k \in JJ(j)} DEV_{T,J,K,V} + \sum_{l \in LJV(j,v)} \sum_{p \in LPV(v,l)} FROT_{L,V} * PCE_{T,L,P,V} = 0 \quad (\text{Ecuación 9.23})$$

6. **RER** T,J,V : Inventario de empaque retornable “v” en la bodega “j”.

$$EVJ_{T,J,V} - BJB_{T,J,V} * EVJ_{(T-1),J,V} - \sum_{d \in VD(v)} DCN_{T,D,J,V} - \sum_{k \in JJ(j)} DEV_{T,J,K,V} + \sum_{k \in JJ(j)} DEV_{T,J,K,V} + \sum_{l \in LJV(j,v)} \sum_{p \in LPV(v,l)} FROT_{L,V} * PCE_{T,L,P,V} - \sum_{z \in PZ(j)} DZE_{T,Z,J,V} = 0 \quad (\text{Ecuación 9.24})$$

7. **REC** T,J,V : Recuperación de empaque “v” hacia la bodega “j”.

$$\sum_{z \in PZ(j)} DZE_{T,Z,J,V} - \sum_{z \in PZ(j)} \sum_{p \in ZPV(z,v)} 0.5 DPZ_{T,J,Z,P,V} - \sum_{z \in PZ(j)} \sum_{p \in ZPV(z,v)} 0.5 DPZ_{(T-1),J,Z,P,V} = 0 \quad (\text{Ecuación 9.25})$$

- **Demandas en zonas de consumo:**

1. **DMD** T,Z,P,V : Demanda de producto “p” en el empaque “v” en la zona “z”.

$$\sum_{j \in ZP(j)} DPZ_{T,J,Z,P,V} + DEF_{T,Z,P,V} = DEM_{T,J,Z,P,V} \quad (\text{Ecuación 9.26})$$

Luego se establecer las restricciones, se elabora la función objetivo que para este caso es maximizar la utilidad operacional, que consiste en la diferencia de los ingresos por ventas menos los costos de producción. A continuación se presentan los costos considerados:

- **Plantas procesadoras:**

1. Producción : $AAI_{T,C,P} * PCC_{T,C,P}$ (Ecuación 9.27)

2. Horas ordinarias : $HNC_C * HOC_{T,C}$ (Ecuación 9.28)

3. Horas Extras: $CXC_C * HEC_{T,C}$ (Ecuación 9.29)

4. Transporte a empacadoras: $CTC_{C,E} * DCC_{T,C,E,P}$ (Ecuación 9.30)

- **Plantas empacadoras :**

1. Transporte a bodegas: $CTE_{E,J,V} * DCE_{T,E,J,P,V}$ (Ecuación 9.31)

- **Líneas empacadoras:**

1. Producción : $AAJ_{T,L,P,V} * PCE_{T,L,P,V}$ (Ecuación 9.32)

2. Horas ordinarias: $HNE_L * HOE_{T,L}$ (Ecuación 9.33)

3. Horas Extras: $CXE_L * HEE_{T,L}$ (Ecuación 9.34)

- **Plantas procesadoras de empaque:**

1. Transporte a bodegas: $CDP_{D,J,V} * DCN_{T,D,J,V}$ (Ecuación 9.35)

- **Centros de Distribución:**

1. Inventario producto final: $CIE_J * ICE_{T,J,P,V}$ (Ecuación 9.36)

2. Inventario empaques vacíos: $CIE_J * EVJ_{T,J,V}$ (Ecuación 9.37)

3. Transporte a bodegas: $CJJ_{J,K,V} * DEV_{T,J,K,V}$ (Ecuación 9.38)

4. Transporte a zonas: $CTZ_{Z,J,V} * DPZ_{T,J,Z,P,V}$ (Ecuación 9.39)

- **Zonas de consumo:**

1. Recolección de empaques: $CTZ_{Z,J,V} * DZE_{T,Z,J,V}$ (Ecuación 9.40)

Los ingresos por ventas que causan las zonas de consumo se estiman de la siguiente manera:

$$PVP_{Z,J,V} * DPZ_{T,J,Z,P,V} \quad (\text{Ecuación 9.41})$$

Finalmente la función objetivo queda de la siguiente manera:

$$\begin{aligned} & (PVP_{Z,J,V} * DPZ_{T,J,Z,P,V}) - [(AAI_{T,C,P} * PCC_{T,C,P}) + (HNC_C * HOC_{T,C}) + (CXC_C * \\ & HEC_{T,C}) + (CTC_{C,E} * DCC_{T,C,E,P}) + (CTE_{E,J,V} * DCE_{T,E,J,P,V}) + (AAJ_{T,L,P,V} * PCE_{T,L,P,V}) \\ & + (HNE_L * HOE_{T,L}) + (CXE_L * HEE_{T,L}) + (CDP_{D,J,V} * DCN_{T,D,J,V}) + (CIE_J * \\ & ICE_{T,J,P,V}) + (CIE_J * EVJ_{T,J,V}) + (CJJ_{J,K,V} * DEV_{T,J,K,V}) + (CTZ_{Z,J,V} * DPZ_{T,J,Z,P,V}) + \\ & (CTZ_{Z,J,V} * DZE_{T,Z,J,V}) \end{aligned} \quad (\text{Ecuación 9.42})$$

9.2 ANEXO 2: CUARTO MODELO DE OPTIMIZACIÓN. [RUB03]

Para graficar este modelo la notación usada para los flujos de información y de materiales es la siguiente:

- **Variables de estado y flujo de materiales:**

1. P_T^i : Trabajo en proceso del nodo “i” en el período “t”.
2. Y_T^i : Inventario de materiales/productos terminados en el nodo “i” (inventario a mano) en el período “t”.
3. S_T^i : Cantidad de unidades enviadas al siguiente nodo “i +1” en el período “t”.
4. O_T^i : Unidades salientes del inventario de trabajo en proceso del nodo “i” en el período “t”, tasa de procesamiento de unidades.
5. I_T^i : Unidades entrantes al inventario de trabajo en proceso del nodo “i” en el período “t”.

- **Variables de estado y flujo de información, órdenes y entregas**

1. \hat{u}_T^i : Previsión de la demanda del nodo “i” en el período “t”.
2. OP_T^i : Órdenes colocadas por el nodo “i” en el período “t”.

3. D_T^{i+1} : Ordenes recibidas en el nodo “i” en el período “t”.
4. B_T^i : Ordenes pendientes de satisfacer por parte del nodo “i” en el período “t”.
5. DS_T^i : Entregas deseadas del nodo “i” al nodo “i +1” en el período “t”.
6. DY_T^i : Materiales y productos totales disponibles en el nodo “i”, en el período “t”.
7. DO_T^i : Cantidad de órdenes finalmente enviadas al nodo siguiente “i +1” (equivalente a las unidades enviadas al siguiente nodo S_T^i) en el período “t”.

- **Parámetros del modelo**

1. \hat{u}_T : Previsión de la demanda en periodo “t”.
2. L^i : Tiempo de proceso (lead time), para que una unidad de material del trabajo en proceso llegue al inventario de materiales/productos terminados, en el nodo “i”.
3. TD^i : Tiempo de entrega del nodo “i” (igual a la unidad, los productos se entregan en el mismo período en que se reciben los pedidos).
4. ID^i : Tiempo para que la información sobre las órdenes colocadas por la etapa “i” sea recibida y se procese en la etapa “i +1”.
5. SS^i : Tiempo deseado de permanencia de una unidad de material, como inventario a mano en el nodo “i” (política de cada nodo).
6. α^i : Factor de suavización de la previsión de la demanda en el nodo “i”.
7. β^i : Coeficiente de ajuste fraccional del inventario a mano.
8. β_{SL} : Coeficiente de ajuste fraccional del inventario de trabajo en proceso.

A continuación se presentan las ecuaciones del modelo (Cadena de Suministro Básica):

- La demanda Final de la cadena de suministro en t ($OP_{T-ID}^{Clientes}$) es determinista. Las órdenes colocadas por el nodo “i +1” en $T-ID^{i+1}$, son recibidas y satisfechas en “t”:

$$D_T^{i+1} = OP_{T-ID}^{i+1} \quad (\text{Ecuación 9.43})$$

- Las órdenes a entregar deseadas, no incluyen órdenes pendientes (estructuras base):

$$\text{Desde el nodo i: } DS_T^i = D_T^{i+1} \quad (\text{Ecuación 9.44})$$

$$\text{Desde el nodo n: } DS_T^n = D_T^{clientes} \quad (\text{Ecuación 9.45})$$

- El suministro de órdenes S_T^i , al nodo siguiente/ clientes finales, puede afectarse por limitaciones del inventario, generándose la variable, unidades totales disponibles TY_T^i :

$$S_T^i = \text{MIN}(TY_T^i, DS_T^i) \quad (\text{Ecuación 9.46})$$

- Las unidades totales disponibles del período “t”, incluyen las recepciones de materiales:

$$TY_T^i = Y_T^i + O_T^i \quad (\text{Ecuación 9.47})$$

- Saldo físico del inventario a mano Y_T^i (suponiendo condiciones iniciales conocidas):

$$Y_T^i = Y_{T-1}^i + O_T^i - S_T^i \quad (\text{Ecuación 9.48})$$

- Registro de la información relativa a las órdenes finalmente enviadas:

$$DO_T^i = S_T^i \quad (\text{Ecuación 9.49})$$

- Tasa de terminación del trabajo en proceso:

$$O_T^i = I_{T-Li}^i \quad (\text{Ecuación 9.50})$$

- Entrada al inventario de trabajo en proceso:

$$I_T = S_T^{i-1} \quad (\text{Ecuación 9.51})$$

- Trabajo en proceso (asumiendo que se conocen sus condiciones iniciales):

$$P_T^i = P_{T-1}^i + I_T - O_T^i \quad (\text{Ecuación 9.52})$$

- Previsión de la demanda para el nodo “i”:

$$\hat{u}_T^i = \alpha^i * D_{T-1}^{i+1} + (1 - \alpha^i) * \hat{u}_{T-1}^i \quad (\text{Ecuación 9.53})$$

$$0 < \alpha^i \leq 1 \text{ Para todo } i.$$

- Ordenes (asumiendo no integración en la cadena de suministro):

$$OP_T^i = \text{Max} [(\hat{u}_T^i + \hat{u}_T^i * (\beta_S * SS_T^i + \beta_{SL} * L^i) - (\beta_S * Y_T^i + \beta_{SL} * P_T^i)), 0] \quad (\text{Ecuación 9.54})$$

- Ordenes: en la forma de la heurística de anclaje y ajuste, con los ajustes fraccionales de los inventarios y del trabajo en proceso. La previsión de la demanda se identifica como el término inicial, y los otros dos términos son los de ajuste. Incluye la no negatividad de los pedidos:

$$OP_T^i = \text{Max} [(\hat{u}_T^i + \hat{u}_T^i * (\beta_S * SS_T^i + \beta_{SL} * Y_T^i) + \beta_{SL} * (\hat{u}_T^i * L^i - P_T^i)), 0] \quad (\text{Ecuación 9.55})$$

Modificaciones para obtener la cadena de suministro parcialmente integrada:

- Ordenes (descuenta las unidades pedidas con anterioridad y aún no recibidas):

$$OP_T^i = \text{Max} [(\hat{u}_T^i + \hat{u}_T^i * (SS_T^i + L^i) - (P_T^i + Y_T^i) - B_{T-1}^{i-1} + ib_T^i), 0] \quad (\text{Ecuación 9.56})$$

- Información sobre inventarios de los nodos siguientes, en el banco de información en “t”:

$$Ib_T^i = \hat{u}_T^i * (SS_T^{i+1} + L^{i+1}) - (P_T^{i+1} + Y_T^{i+1}) + ib_T^{i+1} \quad (\text{Ecuación 9.57})$$

- Entregas deseadas (incluye las órdenes recibidas con anterioridad y aún no satisfecha):

$$DS_T^i = B_{T-1}^i + D_T^{i+1} \quad (\text{Ecuación 9.58})$$

- Previsión de la demanda (información del nodo n, el detallista, confiada a toda la cadena):

$$\hat{u}_T^i = \hat{u}_T^n \text{ para todo } i = 1 \dots n \quad (\text{Ecuación 9.59})$$

Previsión de la demanda nodo n:

$$\hat{u}_T^n = \alpha^n * D_{T-1}^{\text{Clientes}} + (1 - \alpha^n) * \hat{u}_{T-1}^n \quad (\text{Ecuación 9.60})$$