



Departamento de Computación
Programa de Maestría

Cómo resolver un problema de logística de distribución
en la empresa “El Industrial”

Proyecto de graduación para optar por el grado de
Máster en Computación con énfasis en Sistemas de Información

Gustavo León Ovares

Cartago, Costa Rica

2012

Resumen

La logística de distribución es un tema crítico dentro de la cadena de valor de toda compañía, ya que su mala administración repercute directamente en la relación con el cliente y en el incremento de los costos de envío del producto.

El siguiente trabajo analiza y presenta una propuesta para resolver el problema de transporte que sucede en una empresa dedicada a la fabricación de cartón corrugado.

Para conocer la logística actual, primero se analiza la cadena de valor donde intervienen todos los procesos productivos de la compañía, luego se ubican los puntos de mejora y se transcriben en formato de especificación de requerimientos del sistema, al departamento de desarrollo de la compañía con el objetivo que se diseñen e implementen los respectivos programas, que serán base para lograr la automatización del proceso de asignación de cargas de despacho.

Uno de los propósitos de este proyecto era decidir si el proyecto se subcontrataba ó se desarrollaba en la misma empresa, sin embargo al analizar los costos, se decide por la opción de desarrollarlo internamente. Inicialmente se propuso crear algoritmos que logran calcular la carga según las reglas de negocio y estadísticas de entrega, sin embargo por un asunto de rendimiento y buenas prácticas de programación, se decide incorporar el concepto de programación lineal a la propuesta. Esto cambió el panorama original, ya que se convierte en una combinación de las dos propuestas anteriores. Por un lado, en la empresa se desarrolla los componentes necesarios para realizar los cálculos de carga correctos y por otro lado se subcontrata a un especialista

que ayudará con el desarrollo del modelo de programación lineal para completar el sistema. Como parte de esta solución, la persona subcontratada decide utilizar el modelo de transporte con ventanas de tiempo, ya que es el que mejor se adapta a la necesidad de la empresa. En este documento se explica este modelo, a nivel de variables y restricciones correspondientes para que posteriormente se construya en una herramienta para programación lineal.

Palabras Clave:

Logística de distribución, Cadena de Valor, Problema de Transporte, Cartón Corrugado, Especificación de requerimientos del sistema, Programación lineal, Modelo de Transporte con Ventanas de Tiempo

Abstract

One of the most important things for any company is the logistics, without good logistics management could be affect the customer's relationship with the company and increasing the operation.

This project is a proposal to solve a transportation problem in a corrugated cardboard manufactures.

As a first step, I worked in the analysis of the current logistics process which involve all the production process of the company, identified the weak points of the process. I'll be ready to show and confirmed the improvement points to the development department. With this information the development department will be able to re-design the logistics process flow and achieve the automation of the load and shipping process.

One of the main purposes of this project was to determine if the project was to be performed by an external company or through the internal resource, after several meetings and a full analysis of cost we decided that the project is likely to be made by the internal resource.

Were convinced that the best for this project was to develop several algorithms and we started the project in that way but after check the main purpose and check the policies & best practices, we considered the best option for this project was to incorporate the linear programming process, saying that we had to work on several fronts requiring more resources than expected, so a major resource development worked on the correct loading calculations and the other one worked on the

development of the programming to advance in the linear program to complete the application system.

During the development was identified to use the transport model with time windows, as a best suited to the needs of the company, this document explains this model, variables levels and restrictions then are available to build into a tool for a linear programming.

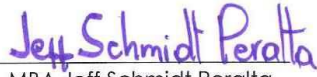
Key words:

Logistics Distribution, Value Chain, Delivery Problem, Corrugated Cardboard, System Requirements, Linear Programming, Transport Model with Time Windows

APROBACIÓN DEL PROYECTO

**“Cómo resolver un problema de logística de distribución
en la empresa “El Industrial”**

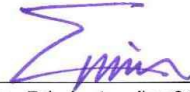
TRIBUNAL EXAMINADOR



MBA Jeff Schmidt Peralta
Profesor Asesor



MBA Roberto Sauma Lizano
Profesional Externo



M.Sc. Edwin Aguilar Sánchez
Profesor Lector / Coordinador
del Programa de
Maestría en Computación

Mayo, 2012

Dedicatoria

A mi esposa e hijos, que por su constante apoyo lograron mantenerme siempre motivado para alcanzar este grado académico.

Agradecimientos

Primero a Dios que me dio la fuerza y sabiduría para finalizar este trabajo y segundo a los profesores Jeff Schmidt, Edwin Aguilar y Marcos Moya, quienes brindaron su excelente aporte profesional en el desarrollo de este trabajo. También a mis compañeros de trabajo y amigos que de forma solidaria me colaboraron con buenos consejos e ideas que al final fueron plasmadas en este documento.

Índice

Resumen.....	ii
Abstract.....	iv
Aprobación del proyecto.....	vi
Dedicatoria.....	vii
Agradecimientos.....	viii
Introducción.....	1
Antecedentes.....	5
El problema.....	6
1. Entorno de trabajo.....	7
1.1. Cadena de valor de la empresa.....	7
1.1.1. Gestión de Ventas.....	7
1.1.2. Proceso de Producción.....	20
1.1.2.1. Proceso de Corrugado.....	21
1.1.2.2. Proceso de Conversión.....	26
1.1.3. Administración de producto terminado.....	28
1.1.4. Proceso de Despacho.....	30
1.2. Factores que inciden negativamente en la cadena de valor.....	34
1.3. La logística actual.....	38
1.3.1. Capacidades disponibles por cada elemento del proceso.....	42
1.4. Rediseño de actividades de la Cadena de Valor.....	43
1.4.1. Fecha de compromiso de entrega de producto.....	43
1.4.2. Excesos de producción.....	43
1.4.3. Validación de conteo de unidades por tarima.....	44
1.4.4. No existe control de ingreso de transporte.....	46
1.4.5. No se tiene el costo del kilómetro recorrido.....	47
1.4.6. Incluir las distancias entre puntos destino.....	48
1.4.7. Falta de información en los indicadores de gestión.....	49
2. Especificación de Requerimientos del Sistema.....	53
2.1. Levantamiento de Requerimientos.....	53
2.2. Esquema del ERS.....	55
2.2.1. Propósito.....	55
2.2.2. Ámbito del Sistema.....	56
2.2.2.1. Objetivos.....	57
2.2.2.2. Actores.....	59
2.3. Visión General del Documento.....	61
2.3.1. Descripción General.....	62
2.3.1.1. Perspectiva del Producto.....	62

2.3.1.2.	Funciones del Producto.....	63
2.3.1.3.	Restricciones.....	63
2.3.1.4.	Suposiciones y Dependencias.....	64
2.3.2.	Requerimientos Específicos.....	64
2.3.2.1.	Interfaces de usuario.....	64
2.3.3.	Requerimientos Funcionales.....	66
2.3.3.1.	Módulo de Seguridad.....	66
2.3.3.2.	Módulo de Parámetros.....	66
2.3.3.2.1.	Registro de horarios de Clientes.....	66
2.3.3.2.2.	Registro de vehículos al sistema.....	68
2.3.3.2.3.	Gestión de Transportes.....	69
2.3.3.3.	Módulo de Planificación.....	69
2.3.3.4.	Módulo de Consultas.....	71
2.3.3.4.1.	Consulta de carga diaria.....	71
2.3.3.4.2.	Consulta de Transporte disponible.....	72
2.3.4.	Requerimientos No Funcionales.....	73
2.3.5.	Diagramas Generales de Casos de Uso.....	75
2.3.5.1.	Ingreso al sistema.....	75
2.3.5.2.	Registro horarios de clientes.....	77
2.3.5.3.	Registrar Zonas de Entrega y clústeres.....	79
2.3.5.4.	Registro de vehículos al sistema.....	81
2.3.5.5.	Control de ingreso diario de vehículos de carga a la compañía.....	83
2.3.5.6.	Ingreso de Pedidos.....	85
2.3.5.7.	Planificación y registro de la producción.....	87
2.3.5.8.	Ingreso de producto terminado.....	89
2.3.5.9.	Planificador de Entregas.....	91
2.3.5.10.	Consultas.....	103
3.	Decisión y justificación de compra o desarrollo interno.....	106
3.1.	Análisis comparativo de implementación de software de logística.....	106
3.2.	Decisión.....	112
4.	Diseño y desarrollo de nuevo modelo de logística de distribución.....	113
4.1.	Enunciado del problema de programación lineal.....	113
4.2.	Formulación del modelo matemático.....	117
4.3.	Explicación del modelo.....	120
4.3.1.	Parámetros.....	120
4.3.2.	Variables.....	122
4.3.3.	Función objetivo.....	123
4.3.4.	Restricciones.....	123
4.4.	Arquitectura del sistema que alimenta al modelo matemático.....	130
4.4.1.	Diseño de la base de datos.....	131
4.4.2.	Estructura de la base de datos.....	142
4.4.3.	Diseño de la interfaz del sistema.....	143
5.	Conclusiones.....	164
Anexos	166
Anexo 1	167
Estimación del costo del proyecto si el producto se desarrolla internamente	167

Anexo 2.....	168
Estimación del costo del proyecto si producto se subcontrata a un tercero.....	168
Anexo 3.....	169
Recuperación de la inversión.....	169
Tabla de Figuras.....	170
Bibliografía	172

Introducción

En el mundo comercial, la misión principal que tiene el proveedor de bienes y servicios hacia sus clientes, es la entrega completa del producto en el tiempo estipulado. En épocas donde la saturación de la flotilla vehicular y las leyes de transporte son más rigurosas, el problema del manejo de la logística de distribución de las empresas se ha vuelto complicado y más aún, si no se cuenta con un sistema eficiente para la distribución de sus mercaderías.

Los proveedores se ven obligados a utilizar la creatividad de manera constante para ofrecer al cliente valor agregado que a la vez los haga sobresalir con su competencia. En la mayoría de los casos un mejor servicio es sinónimo de mantener clientes satisfechos y fieles a una marca y se considera que cuesta 20 veces más establecer una nueva relación con un cliente que mantener la existente¹.

Por otro lado, las empresas clientes han enfocado sus esfuerzos en reducir los costos de sus negocios. Ellos han encontrado la oportunidad de mejorar su productividad con la reducción de sus inventarios y con el uso más eficiente del espacio en sus plantas. Ahora su situación ideal es enviar órdenes de menor tamaño, en entregas más frecuentes y con una mayor exigencia en las entregas a tiempo².

Hasta hace poco tiempo, uno de los únicos medios para lograr lo anterior era mantener inventario en las bodegas del proveedor. La consecuencia de esto para el proveedor, es el consumo de espacio físico y el incremento en el capital de trabajo.

¹ Terry Malloy – Jardin Corrugated Cases Limited, UK – Dec. 2001 “International Corrugated Containers Conference”

² CTI (Corrugated Technologies Inc.) - “Flow Planning Workshop”, april 2005

Estas presiones que se generan sobre el proveedor final en la cadena de suministros han incentivado la búsqueda de nuevas formas de reducir los costos, manteniendo como premisa fundamental la entrega completa, en forma y a tiempo de los productos.

Por lo tanto introduciremos el concepto de la logística, la cual según la Real Academia Española, se define como: *La logística (del inglés logistics) es el conjunto de medios y métodos necesarios para llevar a cabo la organización de una empresa, o de un servicio, especialmente de distribución. La logística es fundamental para el comercio. Las actividades logísticas son el puente entre la producción y los mercados que están separados por el tiempo y la distancia.*

Es común que las empresas registren dentro de sus procesos de negocio los costos de transporte, tiempos de entrega y direcciones de envío de mercadería, estos elementos también se pueden analizar en forma estadística y algunas cuentan con indicadores de cumplimiento con base en valor de flete por tonelada y eficiencia en la utilización del espacio. Sin embargo, se deja de lado la planificación de los embarques por ser considerado de alta complejidad y que a su vez es uno de los procesos más críticos de la operación. Por lo tanto, por ser ésta una de las principales fuentes de control de la logística, se deben hacer esfuerzos por desarrollar proyectos de sistematización que conlleven a la optimización y a la reducción de costos del proceso.

Otro elemento clave para alcanzar el éxito de un proceso logístico es la fluidez en la comunicación de todos sus actores: cliente, vendedores, servicio al cliente, facturación, departamento de distribución, transportistas, etc. Para esto se deben definir canales adecuados y consistentes, de manera que este componente no produzca atrasos durante el proceso. Se debe tener presente que la industria de los

dispositivos móviles vive un verdadero auge y cada vez es más necesario aprovechar este recurso a favor. La información completa de mapas de ciudades, tráfico de carreteras, ubicación en línea de unidades de transporte, son elementos de uso frecuente y el mercado ofrece diversas alternativas.

En el mercado existen varias opciones de sistemas para el control de almacenes, control de transporte y distribución. Estos a la vez permiten integrarse a los ERP's³ de las compañías, sin embargo por la particularidad de cada empresa en el manejo de la logística, hace que este tipo de implementaciones requiera de muchos recursos tecnológicos, humanos y un apoyo total de la dirección general de la compañía, para que la puesta en marcha sea exitosa. Por lo general estos sistemas no se adaptan al 100% a los requerimientos solicitados por el tipo de mercadería que se maneja, por esta razón se ve necesario realizar adaptaciones especiales, que algunas veces, provoca que los proyectos fracasen o requieran gran cantidad de tiempo y costos adicionales para llevarlos a cabo. En muchos casos los clientes también solicitan ciertas condiciones, que al final se convierten en un mayor número de restricciones que deben ser consideradas al momento de planear los embarques. Además, como comentamos anteriormente, la tendencia de hacer pedidos más pequeños y más frecuentes, hace que la logística de distribución sea compleja y a la vez medular en la cadena de valor⁴.

³ Sistemas de planificación de recursos empresariales, o ERP (por sus siglas en inglés, Enterprise resource planning)

⁴ Michael Porter, profesor de la escuela de negocios de Harvard, en su libro "Competitive Advantage" 1985, proponía la Cadena de Valor como una poderosa herramienta de análisis para la planeación estratégica de los negocios, básicamente, facilitando la identificación de ventajas competitivas en el seno de la organización.

También tenemos que considerar que existen organizaciones con departamentos de Tecnologías de Información, los cuales se pueden aprovechar para realizar el desarrollo a la medida y a gusto del usuario. Aun así este tipo de esquemas requieren más tiempo que una compra de software comercial, ya que se debe empezar desde cero y al igual que sucede con la compra de una aplicación, no se inicia con la idea concreta desde el primer momento, sino que va tomando forma mientras se avanza con el desarrollo de la aplicación.

Antecedentes

La empresa *El Industrial* tiene más de 20 años de experiencia en el diseño y producción de empaques de cartón corrugado y suplementos de embalaje. Es de capital costarricense y está ubicada en la provincia de San José. Actualmente vende sus productos en el mercado local, resto de Centroamérica y el Caribe. Su fuerza laboral la componen 230 colaboradores entre personal operativo, supervisores, personal de ventas, personal de logística y área administrativa.

En estos últimos años la compañía se ha enfocado en mejorar la atención al cliente por medio de la implementación de sistemas integrados, que comprenden parte de la cadena de valor empresarial. Los sistemas para el manejo de servicio al cliente fueron desarrollados internamente e incluyen los módulos de pedidos, control de inventarios y facturación. Para sistematizar los procesos productivos, se contrató un proveedor externo especialista en software para manufactura de empaque.

El problema

El problema que enfrenta la empresa El Industrial es que no se dispone de un modelo para la administración eficiente y efectiva de la logística de despacho y distribución, que le permita:

- Asegurar el logro de sus compromisos de entregas puntuales y controlar sus costos.
- Administrar la planificación de las entregas y los recursos de transporte requeridos en forma sistematizada.
- Optimizar las rutas de entrega

1. Entorno de trabajo

1.1.Cadena de valor de la empresa

1.1.1. Gestión de Ventas

El departamento de ventas es el área encargada de llevar a cabo el contacto inicial, asesoramiento, facturación y servicio postventa hacia los clientes.

El departamento está integrado por:

- La Gerencia de ventas.
- Ejecutivos de ventas.
- Personal de servicio al cliente.
- Diseño de empaque.
- Diseño gráfico.
- Despacho de producto.

Su objetivo principal es garantizar que los requisitos solicitados por el cliente a través de los pedidos, han sido establecidos de manera clara y objetiva, acordados con el cliente y asegurar también su cumplimiento [3]. Además se encargan de establecer mecanismos de comunicación efectiva con el cliente, incluyendo los cambios en los contratos y consulta de sus pedidos.

El gerente de ventas es la máxima autoridad para tomar decisiones en cuanto a situaciones de ventas se refiere. Es responsable de asignar a los Ejecutivos de Ventas

los diferentes clientes actuales y potenciales, determinando si se puede o no vender el producto, estableciendo los acuerdos económicos y condiciones de pago, aprobando las cotizaciones y participa en la aprobación de acuerdos de precios de producto.

Los Asistentes de Servicio al Cliente son los responsables de atender a los clientes actuales y potenciales, dar seguimiento a las cotizaciones, atender los pedidos, documentar los contratos de ventas y dar seguimiento a los despachos.

Como plataforma de apoyo tecnológico se utiliza un sistema desarrollado internamente, llamado Sistema Gestor de Producto (SGP), en donde principalmente se ingresan los datos del cliente y las especificaciones de todos los productos.

A continuación se detalla el proceso de la gestión de ventas, desde el contacto inicial con el cliente, hasta la entrega del pedido al área de producción.

Atención de clientes potenciales.

- Los Asistentes de Servicio al Cliente atienden a los clientes potenciales que se ponen en contacto con la empresa, sea por vía telefónica, escrita o personal, recabando la información básica para poder contactarlo luego.
- El Gerente de Ventas designa al Ejecutivo de Ventas para que atienda al cliente potencial, recopilando la información básica, sea por vía telefónica o visita personal, para determinar: Información General, por ejemplo, razón social, contactos, teléfonos, dirección y el volumen de compras estimado, entre otra información relevante.

Características Técnicas del Producto.

- El Ejecutivo de Ventas, junto con el Gerente de Ventas, determinan si el cliente cumple con el estándar mínimo definido y si la fabricación del producto es factible para la empresa.

Determinación y documentación de los requerimientos de producto del cliente.

- Ante la necesidad de empaque de un Cliente, el Ejecutivo de Ventas o personal de Servicio al Cliente, obtiene los requerimientos necesarios para elaboración de un producto, tanto para uno nuevo (que cumple con los requisitos) como para un recurrente.

Estudio de factibilidad técnica

- El vendedor hace la solicitud y la envía al Departamento de Ingeniería de Empaque, para que éste valide la producción del producto. En esta etapa se valora la capacidad de satisfacer las necesidades del Cliente, de no ser así, la empresa analizaría las limitaciones y los cambios que se deben realizar al diseño original de manera que pueda ser fabricada.
- El Departamento de Ingeniería de Empaque debe validar la producción de la caja, para casos de proyectos especiales, se consulta con programación o el ingeniero de procesos, sobre proyectos troquelados con papel blanco, combinaciones poco frecuentes, o troquelados con proceso complicado.
- Posteriormente el Sistema Gestor de Producto (SGP) debe realizar por sí mismo la validación de especificaciones del cliente contra las limitaciones de materia prima y maquinaria.

- Cuando se confirma la factibilidad de la confección de la caja, se procede a la confección de la muestra, la cual será enviada al cliente para su respectiva aprobación.

Establecimiento de los acuerdos económicos con los clientes.

- El Ejecutivo de Ventas, procede a preparar la cotización basado en la información estructural del producto suministrada por el Departamento de Ingeniería de Empaque, para desarrollos nuevos o en las muestras / especificaciones suministradas por el Cliente, determinando el área de Ventas y el test (combinación de papeles) del Producto.
- Los Precios son actualizados por la Gerencia de Ventas y aprobados por la Gerencia General.
- La cotización es aprobada por la Gerencia de Ventas, excepto en aquellos casos especiales en que existan acuerdos comerciales con los clientes (por ejemplo un método para el cálculo de precios), los cuales se documentan mediante cartas de entendimiento o contratos, o que el precio sea igual o superior al precio especial, incluyendo las condiciones de pago con que cuenta el cliente.
- La cotización debe indicar si el costo de los troqueles⁵ y fotopolímeros⁶ corren por cuenta del cliente cuando apliquen, excepto en aquellos casos en que existan otras condiciones negociadas con el Cliente o sean excluidos a discreción de la Gerencia de Ventas.

⁵ La Real Academia define Troquel como un instrumento o máquina con bordes cortantes para recortar con precisión planchas, cartones, cueros, etc.

⁶ Plancha o paño de material flexible similar a un sello de hule, utilizado para la impresión del arte sobre la caja.

- El Ejecutivo de Ventas / Asistente de Servicio al Cliente dará seguimiento a la cotización, guardando en forma electrónica en la carpeta de cotizaciones aprobadas.
- Si el Cliente aprueba la cotización se procede según el Diseño y Desarrollo.

Diseño y desarrollo

- Los vendedores son los encargados de recopilar los requerimientos necesarios para el diseño de los productos. Estos datos recolectados son incluidos en la pantalla de información “Solicitud de Desarrollo del Producto”, para ser verificado por el Departamento de Ingeniería de Empaque e iniciar el proceso de la realización del diseño.
- Los usuarios del SGP, especialmente los vendedores, deben utilizar la pantalla de consulta de seguimiento de proyectos, para estar enterados del estado y la etapa en que se encuentra cada proyecto y de esta manera poder dar la información exacta al cliente.
- Si existen cambios en los requerimientos del producto, se deben ingresar para retroalimentar el sistema y de esta manera, llevar el adecuado control y seguimiento de los productos. Estos procesos forman parte del sistema de trazabilidad.

Desarrollo del proyecto

- Es efectuado por el Jefe de Ingeniería de Empaque o el Encargado de Desarrollo de Proyectos, comparando los elementos de entrada aportados por el Cliente

contra las limitaciones técnicas de proceso y materia prima. Una vez validados estos elementos y mediante el uso del SGP, la persona a la que se le asignó el proyecto, completa los datos referentes a: definiciones técnicas, uso o no de troquel y su tipo, acabados y materiales complementarios.

Diseño estructural y diseño gráfico

- Los vendedores entregan al Departamento de Ingeniería de Empaque, la solicitud de la muestra a elaborarse a partir de una muestra suplida por el cliente o un producto primario. Cuando es necesario verificar las condiciones bajo las cuales se usa el empaque, los encargados del Departamento de Ingeniería de Empaque se comunican con el cliente o lo visitan para observar el proceso, detectar las necesidades y desarrollar solución factible. Por otra parte, cuando el Cliente requiere de una muestra (dummy), el Encargado de Confección de Muestras elabora la misma y la entrega, debidamente identificada, al departamento de Arte & Diseño donde el Diseñador Gráfico procede al montaje de cada uno de los paneles y flaps impresos sobre la muestra previamente entregada. Una vez finalizada, se le entrega al Ejecutivo de Ventas para que la lleve al Cliente.

Aprobación del diseño.

- Cuando se tiene certeza que el producto cumple con los estándares y requerimientos del cliente se procede a elaborar la Tarjeta Maestra, la ficha estructural, el diseño de impresión y la muestra en caso de que haya sido solicitada.

- Esta documentación es entregada al cliente para su debida revisión, verificación y validación. Posteriormente devuelve la documentación debidamente aprobada para continuar con el proceso de fabricación de cajas. En ocasiones el cliente devuelve el diseño con algunas correcciones que deben pasar nuevamente el proceso de factibilidad.

Etapas del desarrollo de empaque [4].

Elaboración de planos y elaboración de troqueles.

- El Departamento de Ingeniería de Empaque realiza el plano del troquel en AUTOCAD, éste es impreso y entregado al taller de troqueles, para la elaboración del mismo. El Departamento de Ingeniería de empaque recibe la solicitud de troquel y el plano aprobado por el cliente. Este es un requisito para que el troquel comience a fabricarse y su falta de aprobación puede causar atrasos.
- Se genera el patrón de troquelado que consiste en la preparación del plano de troquel y se imprime para ser entregado al taller, junto con la documentación e indicaciones respectivas. Además se elaboran los planos para montaje de paños de impresión.

Realización de documentos para enviar al cliente.

- El Departamento de Arte y Diseño recibe del encargado de Tarjetas Maestras la documentación (Tarjeta Maestra, la ficha estructural y diseño de la caja) previamente aprobada por el cliente, para continuar con el proceso de diseño gráfico. Esta documentación generalmente es asignada al diseñador que previamente había desarrollado el proyecto.

- En ocasiones el diseño gráfico aprobado por el cliente es enviado vía fax, otras veces el vendedor entrega una fotocopia, sin descripción de colores, ni características, lo que ocasiona que del Departamento de Arte y Diseño deba estar llamando al vendedor para asegurarse de tener la información real.
- Una vez recibido el arte y la solicitud de fotopolímeros aprobados (requisitos indispensables para comenzar con la confección de fotopolímeros), se procede a la fabricación de los paños de impresión.

Proceso de Fotocomposición

Separación de colores

- El diseñador gráfico realiza la separación de colores a partir del diseño aprobado por el cliente, y lo entrega junto con una carpeta que contiene: el diseño de impresión, aprobado por el cliente, donde se indica si es una caja nueva o con cambios, si lleva código de barras, y otra información necesaria para realizarlos negativos y fotopolímeros de los clisés y la separación de los colores.

Realización de negativos o clisés

- Con la documentación de la carpeta y el arte enviado por correo electrónico del diseñador al Área de Fotocomposición inicia el proceso de elaboración de los clisés. El encargado del área de Fotocomposición envía el arte al programa especializado para proceder a imprimir el negativo en la filmadora.

- Cuando sea necesario enviar a realizar los negativos fuera de la empresa, por mal estado de la fotocomponedora, no se lleva un control de los tiempos de entrega de esta empresa externa, pero reconocen un margen de tiempo no mayor de 24 horas.
- El control que se lleva en el Área de Fotocomposición es una bitácora, donde se detalla, el nombre de la caja, el número de producción y fecha de finalización de los clisés.

Montaje de paños

- El encargado del área de fotocomposición entrega a los encargados del taller de Montaje, los fotopolímeros, la hoja de control de Artes, el diseño de impresión, el plano de guías y el plano de medidas.
- El encargado del área de fotocomposición le hace entrega de fotopolímeros a taller de montaje, que algunas veces no son para su montaje inmediato, por lo que se almacenan en un mueble, como una cola de pendientes. Se realiza una prueba de impresión positiva, la cual es llevada para aprobación del Jefe de Arte y Diseño. Una vez que se aprueba es pasado a producción, este control se lleva con un listado de los paños entregados diariamente a producción.

Finalización del proyecto en el SGP o dar de alta al producto

- En caso que el expediente del nuevo producto aprobado por el cliente esté completo, el Encargado de Desarrollo de Proyectos procede de la siguiente manera:

- El Encargado de Desarrollo de Proyectos debe indicar en las observaciones del SGP el tipo de paletizado que corresponde, de acuerdo con aquellos definidos los modelos recomendados para paletizar embalajes.
- También revisa este espacio para verificar si este producto sustituye a otro producto, el cual debe ser congelado inmediatamente, dejando evidencia en el sistema.
- En el SGP inscribe el Área de Ventas, define el Sector y la Actividad al que pertenece el producto y procede con la verificación de los demás campos.
- En el SGP se asigna el código del cliente al proyecto, luego se actualizan los pesos al proyecto y asigna la ruta de proceso. Esta ruta se toma de acuerdo con la sugerencia generada por el SGP o en caso de duda, la ruta que indique el Jefe de Programación de la Producción.
- El Plano de Troquel luego se exporta al servidor desde AutoCAD⁷ a un archivo en formato pdf (Adobe Acrobat) usando como nombre el Código de Proyecto en la ubicación “O:\Artes\Troqueles”, el cual estará disponible para consultas en piso.
- En el SGP se finaliza el proyecto de forma que se le asigna el código de producto de acuerdo con el generado automáticamente por el SGP. En este punto el sistema cambia el producto al estatus activo, de manera que ya puede ser utilizado en el resto del proceso.

⁷AutoCAD es un programa para diseño de dibujos en dos o tres dimensiones, actualmente comercializado por la empresa AutoDesk.

Tarjeta Maestra Gráfica:

- Se solicita al Departamento de Arte y Diseño que imprima la Tarjeta Maestra Gráfica y se entrega la respectiva tarjeta maestra estructural, ficha estructural y diseño de impresión ya aprobado e ingresado en el sistema.

Revisión de la Tarjeta Maestra Completa

- El expediente completo de documentos junto con la Tarjeta Maestra completa se entrega al Ejecutivo de Ventas.

Inscripción del Pedido [3]

- El expediente completo de documentos junto con la Tarjeta Maestra completa y firmada se entrega a las Asistentes de Servicio al Cliente, quienes ingresan el primer pedido en el sistema y de acuerdo a lo estipulado en la cotización.

Atención de Pedidos y seguimiento de Despacho

- Los Asistentes de Servicio al Cliente atienden los pedidos de los Clientes con o sin compromiso de inventario (forma parte de los acuerdos comerciales con los clientes), a través de órdenes de compra, programación de entregas o en forma verbal, y dan seguimiento a los despachos de acuerdo con las siguientes directrices:

Para el caso de los clientes sin compromiso de inventarios:

- los Asistentes de Servicio al Cliente documentan los pedidos de los clientes en pedido de ventas tipo regular, a través del Sistema de Contratos, indicando el nombre del Cliente, el código del producto, la

cantidad solicitada y la fecha inicial de entrega, según la disponibilidad de producción indicado por el Sistema de pedidos.

- El Programador de la Producción visualiza el Contrato de Ventas en el Sistema de Pedidos, procediendo a revisar y actualizar el Programa de Producción, de acuerdo con la guía para la programación y control de la producción, con el fin de verificar la capacidad de la organización para cumplir con los requisitos del cliente.
- En caso de que la fecha asignada por el Sistema de pedidos sea posterior a la fecha requerida por el Cliente, los Asistentes de Servicio al Cliente informan al Ejecutivo de Ventas para que consulten con el Programador de la Producción la posibilidad de cumplir con la fecha de entrega requerida por el cliente. Así mismo, cuando se requiere anticipar la fecha de entrega, los Asistentes de Servicio al Cliente y/o el Ejecutivo de Ventas verifican la nueva fecha de entrega con el Programador de la Producción.
- Los Asistentes de Servicio al Cliente y/o el Ejecutivo de Ventas proceden a informar al Cliente, por vía telefónica o correo electrónico, los cambios a las fechas de entrega solicitadas.
- Los Asistentes de Servicio al Cliente basados en las fechas de compromiso acordadas, incluyendo las solicitudes negociadas con el cliente para retrasar el despacho, actualizan en el Sistema de Pedidos, la autorización de la fecha de entrega, para que el Encargado de Despacho proceda a despachar los productos a los Clientes.

Para el caso de los clientes con compromiso de inventarios:

- Los Asistentes de Servicio al Cliente y/o Ejecutivos de Ventas en coordinación con el Programador de la Producción, verifican la existencia en inventarios y el producto en proceso, generan el pedido de ventas tipo inventario en el Sistema de Pedidos, para la fabricación del producto que se utilizará para atender las entregas programados por los clientes.
- El Programador de la Producción teniendo en cuenta los acuerdos comerciales con los clientes (mínimos y máximos de inventario de producto terminado) y el pedido de ventas, procede a programar las cantidades requeridas para satisfacer las necesidades y expectativas de los clientes, de acuerdo con la guía para la programación y control de la producción.
- Los Asistentes de Servicio al Cliente programan las entregas a los clientes a través de Pedido de Ventas, tipo orden de despacho, en el Sistema de Pedidos, autorizando la fecha de entrega y cantidad a entregar, para que el encargado de despacho proceda a despachar los productos a los clientes, de acuerdo con la guía para el despacho del producto terminado.
- Para el seguimiento del despacho de los pedidos de los clientes, todos los días hábiles se lleva a cabo una reunión de coordinación con el personal de ventas, diseño y desarrollo, pre-prensa, programación de la producción y despacho, en la cual se conoce el estado de cumplimiento del programa de entregas y de la disponibilidad de troqueles y clisés, además se acuerdan los cambios en los compromisos de entrega (Asistentes de Servicio al Cliente se lo comunican al

cliente) y cantidades a producir (Programador de la Producción actualiza el Programa de producción), entre otros aspectos pertinentes.

Acciones en caso de reprogramaciones o cancelaciones de contratos.

- Si por alguna razón se hace necesario la cancelación de un pedido de un cliente, los Asistentes de Servicio al Cliente eliminan el Contrato de ventas en el Sistema de contratos. Si el Programador de la Producción ha pasado el pedido de ventas al Sistema CorrTrim⁸, los Asistentes de Servicio al Cliente proceden a notificar al Programador de la Producción, mediante correo electrónico, detallando número de contrato, cliente y código del producto, para que proceda a la actualización del programa de producción, de acuerdo con la guía para la programación y control de la producción.
- Una vez que el Programador de la Producción esté de acuerdo en eliminar el Contrato de ventas que ya ha pasado al Sistema CorrTrim, los Asistentes de Servicio al Cliente para que procedan a eliminar el Contrato de ventas en el Sistema de Pedidos.

1.1.2. Proceso de Producción

El departamento de producción es el encargado de coordinar la producción de los pedidos de los clientes, gestionando una correcta distribución de los mismos y garantizando que el producto cumpla con la calidad y los requerimientos estipulados, las fechas de entrega acordadas, las cantidades y las capacidades de producción de las máquinas; también de optimizar la utilización de materias primas y materiales [3].

⁸ Software para planificación del Corrugador. Marca registrada CTI (Corrugated Technologies Inc.)

El proceso inicia con la planificación diaria de producción, donde se definen las cantidades (en unidades) y el tipo de productos a producir, luego pasa por los procesos de corrugado, conversión y por último la entrega a la bodega de producto terminado.

1.1.2.1. Proceso de Corrugado

La fase de corrugado es el proceso medular dentro de la planta, ya que en este punto es donde se lleva a cabo el proceso de producción de la lámina con base en sus tres principales insumos: el papel, el vapor y el adhesivo. Posteriormente la lámina será transformada en la caja de acuerdo a los requerimientos del cliente.

La Corrugadora tiene la capacidad de producir 2 órdenes al mismo tiempo, es decir puede corrugar dos tipos de láminas simultáneamente. Para lograrlo se utilizan 2 guillotinas al final del proceso para separar las respectivas órdenes de acuerdo a las medidas y la cantidad solicitada. [8]

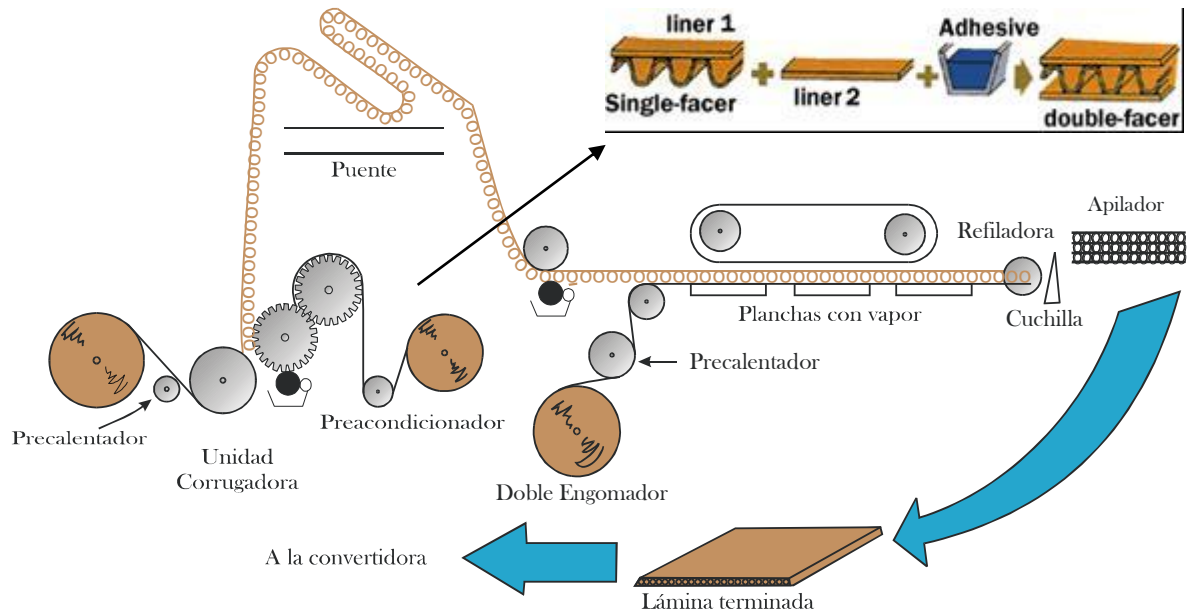


Figura 1 Proceso de Corrugado

A continuación se detalla el proceso de corrugado:

Alistamiento de máquina al inicio de turno

- En la preparación de la máquina se debe de hacer antes del arranque y se verifican las condiciones de operación. Diariamente se revisan los siguientes aspectos en todo el Corrugador para garantizar su óptimo funcionamiento:
 - La presión de vapor.
 - Las temperaturas de la máquina.
 - Las aberturas entre los rodillos corrugadores superior e inferior.
 - Las válvulas de aire.
 - Los ajustes de las guías de goma.
 - Verificación de las bombas y válvulas para el abastecimiento de goma.

- Verificación que las llaves de entrada de vapor a las planchas de la mesa de secado estén abiertas y medir la temperatura de la planchas.

Alimentación de Papeles y Reporte de Consumo

- El Montacarguista aproxima las bobinas de papel a la Corrugadora, según el tipo de papel que sugiere el programador en el plan de producción.
- El Operador del Corrugador verifica las etiquetas de las bobinas contra el plan de producción, para ver si son las correctas. La verificación se relaciona con el ancho, gramaje, tipo de papel y procedencia del mismo.
- El operador del corrugador inicia el proceso de alimentar los portarrollos, de acuerdo al tipo de producto a corrugar y según el plan de producción.
- El encargado registra las bobinas que monta al corrugador en el sistema de consumo de papel del corrugador, en donde se digita el turno, la orden de producción y el consumo de acuerdo a los kilos consumidos.

Arranque de los cabezales de la maquina corrugadora

- Encender los cabezales de la máquina según el tipo de flauta a producir para iniciar con el enhebrado de los papeles. Ambos papeles el liner interior y corrugado medio se enhebran por el sistema de los empalmadores, los cuales garantizan un proceso continuo de la operación. El papel liner se enhebra por los precalentadores, y el medio por los preacondicionadores.
- El liner ingresa por el rodillo de presión, y simultáneamente el medio pasa por las masas corrugadoras, formando la flauta y pegándose al liner, obteniéndose una cara sencilla. Ver figura 1.

- La cara sencilla la llevamos por las bandas transportadoras del puente hasta llegar a unirlo con el papel liner exterior.
- Se enhebra el liner exterior por el otro precalentador y llevarlo a la entrada de la mesa de secado, para que sea unido a la cara sencilla mencionada anteriormente.
- Se pasa por el doble engomador en el rodillo superior e inferior donde se aplica la goma en las crestas de las flautas de la cara sencilla, para luego unirlo al liner exterior y formar la lámina de cartón a la entrada de la mesa de secado.
- La lámina es transportada por la sección de planchas calientes de la mesa de secado por la lona transportadora y unido al liner exterior, por medio de presión ejercida por las zapatas de la banda y por la transferencia de calor de las planchas, con el fin de obtener un pegado óptimo de los papeles y formar el cartón corrugado al ancho de la bobina indicada en el plan de producción.

Operación del slitter

- La lámina de cartón seca pasa luego al slitter, que es donde efectuamos los cortes y los escores longitudinales especificados en el plan de producción. Estos scores o hendiduras juegan un papel muy importante cuando la caja se utilice, ya que son los que permiten doblarla y armarla correctamente sin que se produzcan rasgados en el papel. Este proceso se aplica para las guillotinas inferior y superior.
- El proceso del slitter es automático, a través de una computadora se ingresan las especificaciones de acuerdo a la orden que se va a producir, se introducen principalmente los siguientes datos:
 - Número de orden
 - Tipo de marcado que lleva la lámina

- Cantidad y posiciones de los marcadores dentro de la lámina.

Operación de la guillotina

- La lámina pasa a la guillotina, para hacer los cortes transversales y las cantidades requeridas de acuerdo al plan de producción. Mediante esta operación, garantizamos que los cortes transversales de las láminas corrugadas cumplen con las medidas especificadas por el cliente.
- Una vez recibido el plan de producción, se procede al ajuste de las medidas en la guillotina en el computador asignado para este proceso.
- Se arranca proceso de corrugado, desde este punto se gobierna la velocidad de toda la Corrugadora.
- En todo momento se puede visualizar estado actual de la corrida en cuanto al número de cortes y metros lineales corridos.
- Se procede a revisar la medida, los scores y el corte de las láminas, una vez verificadas las medidas se le da a la máquina la velocidad de operación requerida.
- Las láminas continúan por las bandas que las transportan a los estacker o apiladores. Aquí son apiladas, contadas en cantidades definidas para luego ser entarimadas.
- Las láminas son identificadas con su respectiva boleta, que se generan en el módulo de CorrTag⁹, el cual forma parte del sistema de producción.
- Por último las láminas son llevadas por los montacargas de uñas a las zonas de almacenamiento de productos en proceso láminas.

⁹ Software para impresión de boletas. Marca registrada CTI (Corrugated Technologies Inc.)

1.1.2.2. Proceso de Conversión

El proceso de conversión es donde se procede con la transformación de la lámina corrugada en el empaque corrugado (cajas de cartón) solicitado por el cliente [5].

El proceso de conversión se detalla a continuación:

- El programador de la producción envía el programa de conversión en forma impresa al Supervisor de producción, el Operario de montacargas, el Operador de conversión y el encargado de prelistamiento.
- El operador de conversión recibe el programa digital en las PC de cada máquina.
- El encargado de prelistamiento inicia el proceso de requisición de insumos y herramientas necesarias para convertir las láminas. Estos insumos son colocados en un área definida cerca de la máquina que convertirá el material.
- El operario de montacargas, de acuerdo al programa de impresoras, identifica las láminas en la bodega de producto en proceso y las transporta a la zona de alimentación de láminas en la máquina.
- El operario de la máquina y ayudantes de proceso basados en el programa de producción identifican la orden siguiente y seleccionan tarjeta maestra de producción en la PC en el sistema de CorrPlan, posteriormente inician con el alistamiento de la máquina.
- El operador inicia el alistamiento cuando se detiene la máquina, se activa el punto cero de la máquina del botón de puesta en punto cero automático en el panel de la máquina.
- Los ayudantes de proceso abren la máquina dejando una separación entre módulo que permita a los ayudantes de proceso ingresar a la máquina e inician el lavado

de las tintas de la cama de impresión. Seguidamente inician con el desmontaje y montaje de paños para la nueva orden de producción. Una vez desmontados los paños deben colocarlos en el gancho y llevarlos al proceso de lavado del paño.

- Los ayudantes de proceso y el operador de la máquina realizan los ajustes específicos según la máquina. Se procede a cerrar los módulos de la impresora e imprimen una lámina para verificar el corte y los registros de impresión, realizan los ajustes finos y repiten el paso. En este mismo punto se verifica contra tarjeta maestra el diseño mecánico y gráfico para asegurarse que está acorde con lo solicitado por el cliente y deja evidencia en la lista de chequeo de impresión.
- El operador de la maquina inicia el proceso de producción dando la orden a los ayudantes e inicia la producción de cajas o láminas.
- Las cajas son contadas por un dispositivo electrónico y luego expulsadas a la zona de revisión, donde un ayudante de proceso verifica la cantidad por bulto, impresión, cortes de los flaps y pegado de la caja, para luego pasar a la flejadora y colocar la cantidad de flejes que indique la tarjeta maestra para los casos específicos de lo contrario debe llevar dos flejes.
- Los ayudantes de proceso reciben las cajas en la zona de paletizaje e inician el acomodo de las cajas de acuerdo a lo especificado en la tarjeta maestra para cajas que deben llevar un acomodo y tarima especifica, de lo contrario van acomodadas en tarima genérica de proceso (Largo 140 cm x Ancho 160 cm).
- El operador de la máquina una vez completada la tarima procede a declarar la cantidad de cajas o laminas en el sistema CorrPlan para generar la boleta de

producto terminado. Este proceso se repite para cada una de las tarimas de producto.

1.1.3. Administración de producto terminado

Recepción de producto terminado en bodega de producto terminado

- El producto ingresa a Bodega de Producto Terminado, una vez que haya concluido su ruta productiva definida en CorrLink¹⁰, el Ayudante de Bodega verifica el número de unidades por paquete en forma aleatoria y paquetes por tarima, validando así la información contenida en la Boleta de Producción [6].
- En caso de no coincidir, bien sea, el número de lote, orden de producción, cliente, número de bulto y camas o si está mal paletizado, devolvemos la tarima al último proceso productivo, quien originó la inconformidad y se notifica este hecho al Supervisor de Producción, para que tome los correctivos necesarios.
- Para garantizar la integridad del producto y ciertos requerimientos especiales de paletizado que solicitan los clientes, se verifican las condiciones de ingreso, comparándolas contra la lista de clientes que reciben productos paletizados los modelos recomendados para paletizar embalajes secundarios. Otras especificaciones internas de paletizado son definidas en las Tarjetas Maestras de Producción.
- Si todo está en orden, el Ayudante de Bodega desprende la copia de la Boleta de Producción, permitiendo el ingreso de las tarimas al área de Bodega de Producto Terminado y colocando la posición Boleta de Producción o al transporte de manera directa, registrando esta información en el Sistema de Despacho.

¹⁰ Software para registro de producción. Marca registrada CTI (Corrugated Technologies Inc.)

Ubicación y almacenamiento dentro de bodega de producto terminado.

- Una vez ingresado el producto, se almacena en las áreas de la Bodega de Producto Terminado, hasta el momento de su entrega, ubicándolo en las zonas definidas según la distribución de ubicaciones en Bodega de Producto Terminado (BPT).
- El material recibido y puesto para almacenar tendrá como máximo tres niveles o tarimas de altura. Este producto debe cumplir con las siguientes condiciones, fleje en buenas condiciones, tarimas en buen estado y plástico si así es requerido.
- Los productos tales como insertos, separadores y láminas, deben ser almacenados a un solo nivel para evitar su deterioro o una caída que pudiera ocasionar un accidente laboral.

Tiempo de almacenamiento y control de envejecimiento del inventario.

- De acuerdo a lo planificado, se mantiene un inventario de productos solo para aquellos clientes aprobados por Gerencia General estos se definen como Clientes con stock de seguridad, estos parámetros son definidos en el Sistema de Contratos, se estima un tiempo máximo en inventario, las cantidades y toneladas que representan este producto.
- En general se establecen 30 días promedio en stock de inventario, en casos especiales, cuando por situaciones que la Gerencia General, considere pertinentes los plazos de rotación para algunos pedidos podrán ser mayores, siempre que así se establezca en el listado de stock para clientes aprobado.

- El tiempo de envejecimiento es controlado por el Gerente de Ventas, quien consulta en L:\Papel, el archivo Inv Prod.xls en la hoja PEGAS, las cantidades de productos cuya antigüedad es clasificada de la siguiente forma:

Clasificación	Criterio
Obsoletos	Sin movimiento desde hace 6 meses
Excesos	Productos que representan más de 30 días de inventario
Rezagados	El inventario tiene más de 30 días de permanencia

- El Jefe de Calidad determina si la calidad de los productos, cumple con lo requerido por el Cliente en cuanto resistencia, determina las causas de la existencia de estos inventarios y toma acciones correctivas.

Gestión de producto terminado no conforme.

- De acuerdo a lo establecido en el control de producto no conforme, cuando el departamento de Control de Calidad ha calificado a un lote de producto terminado como no conforme, se procede a informar a los Encargados de Bodega, al Ejecutivo de Ventas y al Supervisor de Producción.
- El material determinado como no conforme, es trasladado al Área de Producto no Conforme, en donde se toman las acciones necesarias para su reparación si aplica.

1.1.4. Proceso de Despacho

El departamento de Despacho pertenece al área de Ventas y es el responsable de coordinar adecuadamente las actividades de entrega de producto terminado al cliente,

en relación con la programación y el control de los despachos, el trámite de los transportistas y el trámite de la documentación [7].

Todos los días, posterior a la reunión diaria de coordinación de producción, ventas y despacho, se procede a la distribución y entrega de los pedidos correspondientes de acuerdo a lo establecido en el control de despacho de producto terminado.

Programación y control del despacho.

- El Asistente de Servicio al Cliente (el Facturador después de las 6:00 p.m. y los sábados) basados en las fechas de compromiso acordadas, actualizan en el Sistema de Contratos, la autorización de la fecha de entrega, para que el Encargado de Despacho proceda a despachar los productos a los clientes.
- El Encargado de Despacho consulta el “Reporte de contratos por fechas de entrega” y pendientes a despachar del propio día, del día posterior y de los días anteriores (despachos pendientes) en el “Sistema de Contratos”, con el fin de programar y proceder a cargar los camiones para el despacho a los clientes.
- El Encargado de Despacho consulta diariamente la Cola de despacho en el “Sistema de Facturación” y determina aquellos clientes con problemas de crédito y solicita al Encargado de Crédito y Cobro la autorización para proceder con el despacho.
- El Facturador basado en el “Sistema de Facturación”, imprime los tiquetes que anteceden al alisto donde se indican los lotes y las ubicaciones (original y copia), de los productos para el proceso de despacho.
- El Facturador entrega estos documentos al Montacarguista para que los traslade al área de despacho, entregando la copia de la misma al Transportista para que

procede al conteo y verificación del producto. Le adjunta la boleta de protección del producto terminado para que solicite a Calidad el Certificado respectivo.

- Antes de iniciar el proceso de carga el facturador debe dar la aprobación del estado del vehículo de acuerdo a la inspección establecida para el transporte de cajas.
- Los lotes por despacharse se ingresan al “Sistema de Facturación” y se procede a la emisión de la factura, tomando en cuenta los siguientes criterios:
 - Para lotes completos, el Transportista retira de la tarima el original de la boleta de producto terminado, el cual es entregado al facturador y procede a ingresarlo al sistema.
 - Para lotes parciales, el Transportista anota la cantidad a despachar en el registro de salida diaria de la bodega de producto terminado (BPT), anotando el código, descripción y cantidad del producto a transportar, además actualiza el saldo del lote en la boleta de producto terminado e ingresa la información en el sistema.
 - En el caso que el material a despachar se encuentre en mal estado, el Transportista utiliza el registro de salida diaria de BPT, entregándolo al encargado de facturación y éste a su vez al encargado de despacho que procede a elaborar el Reporte diario de producto dañado el cual es remitido al Asistente de Costos para su respectivo rebajo del “Sistema de Inventarios”.
- El Facturador emite control de pago de fletes basado en la Factura, la cual será utilizada para el seguimiento del costo de transporte.

Liquidación de documentos

- Todo Transportista independiente debe cancelar al Encargado de Despacho los siguientes documentos:
 - Factura original firmada por el cliente.
 - Control de tiempo de Transportistas.
 - Trámite de Factura presentada ante el cliente.

Control del servicio de transportes

- A los transportistas se les evalúan los siguientes aspectos:
 - Disciplina en la prestación del servicio
 - Estado mecánico del transporte.
 - Condiciones legales relacionados con el transporte de mercancías.
 - Condiciones de limpieza y protección al producto transportado.

1.2. Factores que inciden negativamente en la cadena de valor

Como en todo proceso, durante el análisis de la cadena de valor se observan aspectos negativos que inciden directamente en el buen desempeño de la logística de despacho. Algunas tienen que ver con malas prácticas adoptadas por los diferentes usuarios o también obedecen a un patrón cultural.

Dentro de los factores encontrados podemos mencionar los siguientes:

- Las Fechas de entrega de producto no siempre son las mismas que las pactadas al ingresar el pedido. Esto origina atrasos en la entrega, porque se debe estar llamando al cliente el mismo día de la entrega para confirmar el correspondiente recibo de producto. Esta situación se da por alguna de las siguientes razones:
 - La fecha se ingresa aproximada porque el ejecutivo de ventas administra la reposición de inventario del cliente. Esto como parte del servicio de asesoría que se brinda en la compañía.
 - El cliente solicita atrasar la fecha porque no tiene campo en sus bodegas.
- Existen problemas con excesos de producción o mal conteo de unidades, de los cuales se han identificado las siguientes razones:
 - Se programan más unidades de lo requerido. Esto usualmente sucede para lograr un aumento en la productividad, en donde el programador de planta produce una cantidad mayor de lo solicitado sobre un producto de alto movimiento, porque sabe que posiblemente se despache muy pronto. Este mismo efecto sucede cuando el vendedor solicita cambios en forma verbal para cubrir futuras emergencias. El efecto que esto ocasiona en la bodega, es que se tenga que utilizar más espacio de lo requerido y esto a

su vez provoca pasillos poco transitables para el montacargas, además se tiene que invertir más de tiempo de conteo en la división de pedidos.

- No se tiene un proceso de conteo físico en la última ruta de proceso, es decir, el operador de la máquina no tiene forma de validar la cantidad incluida en cada tarima. El módulo de impresión de boletas por tarima no controla la cantidad que se digita, ni tampoco lleva un acumulado de boletas por pedido, lo que provoca que se den errores de ingreso de cantidades a la bodega.
- No se cuenta con un control automatizado de ingreso de transportes a la compañía. Esto significa que no existe la forma de asignar los viajes por prioridad de acuerdo a la entrada.
- El proceso de asignación de destinos de entrega de producto utilizado en la asignación de fletes, se realiza en forma manual y no incluye la distancia entre puntos, en su lugar solamente se indica la zona donde se entregará la mercadería. Cada zona tiene un monto de pago debidamente autorizado por la gerencia y periódicamente se hacen revisiones del costo de cada viaje. Para lograr el objetivo de este proyecto es necesario manejar la combinación de las variables de distancia y capacidad de transporte en forma automatizada, de manera que se pueda calcular las rutas y el costo de las mismas en una forma más clara y justa para ambas partes (transportista y compañía).
- Falta mayor detalle en la consulta actual de indicadores de la gestión de logística. Al día de hoy se utiliza un reporte de uso gerencial para monitorear el aprovechamiento volumétrico, de acuerdo a la utilización de espacio de cada

transporte. Cada vez que se realiza un envío, el sistema registra el transporte utilizado, la fecha, la capacidad disponible y el espacio que utilizó cada cliente en viaje, sin embargo no se muestra gráficamente la zona visitada ni el costo correspondiente en la misma consulta. La gerencia General ha definido como meta lograr un 80% de aprovechamiento, no obstante el promedio de los últimos meses ha estado en 72% de eficiencia¹¹.

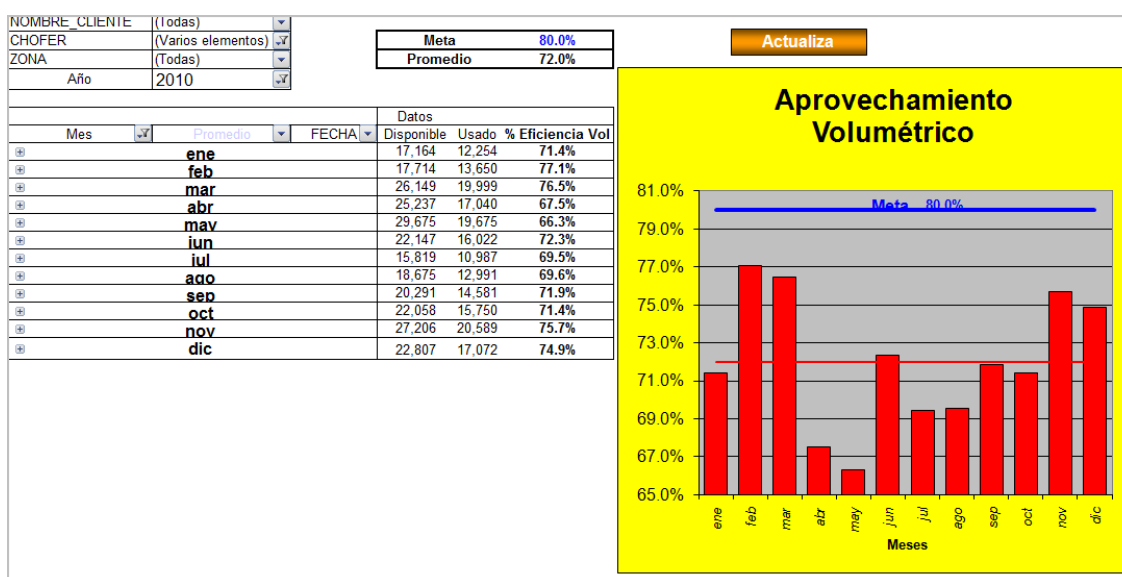


Figura 2 Estadística de aprovechamiento volumétrico

También el departamento de contabilidad emite un informe mensual referente al gasto por transporte, el cual se confecciona en forma manual y se presenta a la Gerencia General como otro indicador de gestión. El cuadro se muestra a continuación:

¹¹ En la figura 7 se muestra el aprovechamiento del último año. Los valores de los últimos tres meses fueron: octubre 71.4%, noviembre 75.7% y diciembre 74.9%.

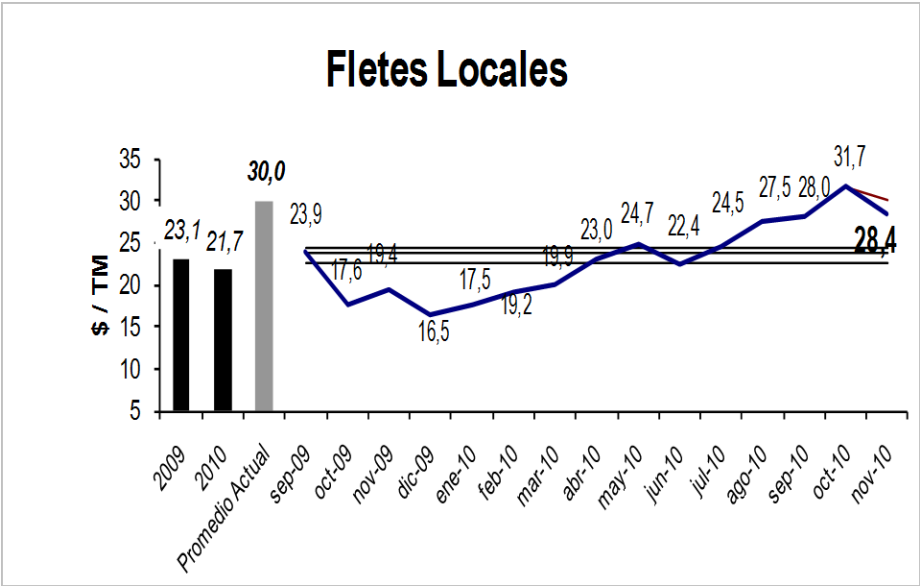


Figura 3 Estadística de costo de fletes por tonelada

1.3.La logística actual

Actualmente no se dispone de un sistema de logística de distribución y la mayoría del proceso se realiza en forma manual. El modelo incluye manejo de subcontratos con proveedores de transporte y algún tipo de ayuda del sistema de facturación para el cálculo automático de cubicajes de acuerdo a capacidad de compartimiento de carga de los vehículos. Sin embargo, carece de un proceso automatizado de carga, ruteo y entrega en las bodegas del cliente, por lo tanto, al momento de los envíos, no se tiene una idea clara de si las entregas se realizan con un nivel de satisfacción aceptable, sino hasta el otro día que se emiten los reportes de análisis de eficiencia. Los principales elementos utilizados en el proceso actual, se mencionan a continuación:

Cola de despacho. El despacho de productos depende los departamentos de producción (disponibilidad de existencias) y de ventas quien le da el visto bueno de entrega, según acuerdo con el cliente.

The screenshot shows the 'SPQ Sistema de Despacho' interface. At the top, there's a date filter set to 'Jueves 03/02/2011'. Below that is a table with columns: 'Código', 'Nombre Cliente', 'Artículo', 'Nombre Artículo', 'F. Entrega', 'Solicitado', 'Inventarios', 'Cubicaje', 'Huella', 'CC', 'OC', 'Orden', 'Contacto', 'Despacho', 'Confirmación'. The table lists various orders from clients like 'CARTEX MANUFACTURERA S.A.', 'COMPAÑIA DE GALLETTAS POZUELO', etc. Below the table, there are status indicators (Problema de Crédito, Inactivo, Atrasado) and a 'Nota Confirmación Despacho' section with a date 'Jueves a partir de las 07:00 horas'. At the bottom, there are eight 'Huella' (Huellas 1-8) input fields and a 'Nota Contrato' field.

Figura 4 Cola de pedidos para despachar

En esta pantalla se selecciona el pedido a despachar dependiendo de las existencias actuales. También consultan la información de producción (Figura 3), para tener un panorama claro de la producción que está por salir.

Programa Conversion al 08-02-2011, 08:52:17 AM

Seleccionar maquina: [R2.2] Impresora

# O.P.	Cliente	Codigo	Cantidad ordenada	Cantidad programada	Piezas disponibles	Piezas ingresadas	Fecha/Hora inicio	Tiempo planeado	Maquina
25362	YOBEL LOGISTIC	Y000025	6000	2343	2343	0	08-02-2011 08:52:23 AM	00:48	R1.2 R2.2
25365	FRANCISCOLAS IND. PAJARA PANA	P0780111	5000	4837	4837	0	08-02-2011 09:32:23 AM	00:59	R1.2 R1.2 R1.2 R1.2 R1.2 R2.2
25363	YOBEL LOGISTIC	Y000024	3000	3000	3000	0	08-02-2011 10:31:23 AM	00:37	R1.2 R2.2
20447	ALIMENTOS HENRIZ DE COSTA	A000035	3000	3028	3028	0	08-02-2011 09:14:00 AM	00:54	R1.2 R1.2 R1.2
20445	ALIMENTOS HENRIZ DE COSTA	A000036	3000	3019	3019	0	08-02-2011 09:47:00 AM	01:43	R1.2 R2.2

Figura 5 Consulta de pedidos en producción

Cálculo de cubicaje teórico de acuerdo a producto-cantidad. Esta es una herramienta del sistema calculan el cubicaje con respecto a la cantidad a despachar.

The screenshot shows a window titled 'Cubicaje de Artículos' with the following fields and values:

- Artículo: CAJAS
- Descripción: CAJA PCD 100 MODIF
- Longitud: 1.32
- Ancho: 1.81
- Alto: 2.12
- Unidades por bulto: 1000
- Cantidad: 1,000
- Cubicaje Total: 2.826384

A 'Regresar' button is located at the bottom of the window.

Figura 6 Ventana para cálculo de cubicaje

Flotilla y cubicaje disponible. La flotilla está disponible siempre para Empaques Santa Ana. Las tarifas de fletes se registran en el sistema y hay diferentes clasificaciones según sea la capacidad del vehículo.

ID	Transportista	Placa	Largo Mts	Ancho Mts	Alto Mts	Capacidad N°	Estado	Gravamen
1	Davier Mora	24042	5.9	2.36	2.02	28.12648	A	
4	G soto 1	23044	7.1	2.5	2.4	42.6	A	
5	G.Soto Nuevo	139799	7.27	2.33	2.37	40.145667	A	
7	Molino	Molino	14.6	2.3	2.7	90.666	I	
8	Gerardo Soto Furgón	141585	14.7	2.3	2.7	91.287	A	
9	Millas del Castillo 1	124491	14.6	2.3	2.7	90.666	A	
10	Millas del Castillo 2	139037	7.83	2.32	2.37	43.052472	I	
12	Royner Nuñez Gonzales	146150	7.2	2.34	2.64	44.47872	A	
17	Marcos Vargas 2	178759	4.32	2.22	2.03	19.468512	A	
20	Pablo A. Amador Rodriguez(chambero)	20076225	0	0	0	0	A	
22	Marvin Valverde	150434	6	2.3	2.36	32.568	I	
23	Marvin Valverde	25933	5.48	2.34	2.44	31.286608	I	
25	Victor Calvo Sandi	Varios	14.7	2.3	2.7	91.287	I	
31	Luis G. Vargas Alfaro	c-120553	4.6	1.74	1.69	13.52676	A	
32	Eduardo Gonzalez	145940	4.45	1.88	2.02	16.89932	A	
39	Geovanni Blanco Cambronero	160750	4.4	2.1	1.82	16.8168	A	

Figura 7 Tabla de Flotilla de transporte

Tabla de tarifas autorizadas para fletes. Cada zona de envío tiene un monto de pago debidamente autorizado por la gerencia y periódicamente se hacen revisiones del costo de cada viaje. Se clasifica de acuerdo a la capacidad de cada transporte y se considera la distancia aproximada a esa zona.

Zona	Ruta	Lugar	Precio	Estatus
GAM	DEVOLUCIONP	PARCIAL DE 25% A 75 %	999.99	✓
GAM	DEVOLUCIONT	TOTAL DE 75% A 100%	999.99	✓
MOLINO	MOLINO	RECICLADO	999.99	✓
INTERIOR	ZONA 1A	PALMARES, SAN RAMON	999.99	✓
INTERIOR	ZONA 1B	ATENAS, GRECIA	999.99	✓
INTERIOR	ZONA 2A	CARTAGO	999.99	✓
INTERIOR	ZONA 2B	LLANO GRANDE	999.99	✓
INTERIOR	ZONA 2C	TURRIALBA	999.99	✓
INTERIOR	ZONA 3A	BARRANCA, PUNTARENAS	999.99	✓
INTERIOR	ZONA 3B	LIBERIA	999.99	✓
INTERIOR	ZONA 4A	GUAPILES	999.99	✓
INTERIOR	ZONA 4B	PUERTO VIEJO, SARAPIQUI	999.99	✓
INTERIOR	ZONA 4C	SIQUIRRES, 28 MILLAS	999.99	✓
INTERIOR	ZONA 5A	CIUDAD QUESADA	999.99	✓
INTERIOR	ZONA 5B	VENECIA, CUTRIS, MUELLE PITAL	999.99	✓
INTERIOR	ZONA 5C	VIRGEN DE SARAPIQUI	999.99	✓
INTERIOR	ZONA 5D	CAMBIO RUTA-ZONA 5	999.99	✓
INTERIOR	ADICIONAL	HACIA OTRA RUTA-ZONAS 1,2,3,4,7	999.99	✓
INTERIOR	ADICIONALSUB	VIAJE LARGO DENTRO DE SU SUB-ZONA	999.99	✓
GAM	GAM	SAN JOSE, ALAJUELA, HEREDIA	999.99	✓

Figura 8 Tabla de Tarifas

Otras consideraciones:

- El viaje lo componen uno o varios destinos, dependiendo si se lleva mercadería para entregar para varios clientes y que no se desvían considerablemente de la ruta principal. El destino principal se selecciona de acuerdo a que tan representativa es la carga que se transporta.
- El objetivo es cargar de acuerdo a distancia y de menor tiempo de descarga a mayor tiempo de descarga. El cálculo lo hacen a según la experiencia, no tienen ninguna herramienta que les ayude a identificar la mejor ruta.
- Restricción de placas. Se restringe el acceso al área metropolitana y en horas pico.
- Condiciones de tránsito. Se comunican con los transportistas por medio de radios o teléfonos celulares.
- También se toma en cuenta el horario de recibo de mercadería y donde vive el transportista para efectos que no tome mucho tiempo regresar a su casa.
- En ocasiones es más rentable enviar 2 camiones pequeños que un furgón, o viceversa. Dependiendo del tamaño de la tarima o el precio del flete se toma la decisión. Otras veces se hacen envíos con un

desperdicio con más de un 60% ya que por el tipo de tarima algunos furgones no permiten 2 estibadas.

1.3.1. Capacidades disponibles por cada elemento del proceso

Actualmente la infraestructura del proceso de logística de distribución de la empresa, incorpora los siguientes elementos:

Personal de logística de distribución

1 coordinador de despacho disponible en todo momento.

2 facturadores

2 operadores de montacargas

1 persona encargada de acomodamiento de cargas, más los 18 transportistas

Planta física

Capacidad de bodega para 500 toneladas.

Capacidad de muelles de carga para 5 camiones y 4 contenedores simultáneamente.

18 camiones con una capacidad total de 855 metros cúbicos.

2 Montacargas que pueden mover hasta 8 toneladas por hora

3 computadoras que permiten: visibilidad de carga a despachar, visibilidad de producto terminado y visibilidad de producto en proceso.

18 equipos de radiocomunicación y una base central

1.4.Rediseño de actividades de la Cadena de Valor

Para rediseñar las actividades, se tomará como referencia los factores que inciden negativamente en la cadena de valor. Dentro de las acciones a seguir se coordinará con el departamento de informática para solicitar las mejoras necesarias para corregir o minimizar el factor negativo dentro del proceso.

1.4.1. Fecha de compromiso de entrega de producto

Se envía solicitud al departamento de desarrollo para la modificación al módulo de ingreso de pedidos, en el cual se debe incluir un campo de confirmación de fecha de recibo de mercadería en sus bodegas. El objetivo es que el personal de servicio al cliente se encargue de confirmar anticipadamente la fecha, sin que el personal de despacho invierta tiempo en esta tarea.

Este rediseño afecta directamente el proceso de Atención y seguimiento de despacho, para el caso de los clientes sin compromiso de inventario. El requerimiento consiste en incluir un campo tipo check, donde el encargado indica que la fecha de entrega está confirmada, inmediatamente quedará activada la línea de despacho en el proceso correspondiente.

1.4.2. Excesos de producción

Los excesos de producción se dan principalmente por decisión del programador de la producción, ya que por un asunto de aprovechamiento de sobrantes de material,

decide producir más de lo acordado en el pedido, otras veces sucede porque el vendedor le solicita en forma verbal que produzca un porcentaje mayor ya que el cliente enviará una orden de compra posteriormente. Para corregir este problema, se convoca a una reunión con el programador de planta, el jefe de producción y el gerente de ventas para comentarles el efecto que está ocasionando esta mala práctica en la bodega de producto terminado. Lo primero que se acuerda, es no producir más de lo que se acuerda con el cliente y si es necesario aprovechar algún saldo de materia prima, se producirán las láminas, pero se quedarán sin convertir hasta que ingrese un nuevo pedido. En el sistema de producción se considerarán estas láminas extra de manera que se producirán solamente la diferencia. Otra medida a tomar es que si un vendedor necesita una cantidad adicional de producto, solamente podrá solicitarla al departamento de producción a través de un nuevo pedido de cliente. Lo anterior se aplicará inmediatamente y forma parte del proceso de planificación diaria de producción.

1.4.3. Validación de conteo de unidades por tarima

Por un asunto de flexibilidad, hace algunos años se le había solicitado al proveedor del software de producción, que se deshabilitara la opción de validación de unidades por tarima. Esto permite que el operador incluya la cantidad que desee en cada tarima sin ninguna especie de control. Por lo anterior se convoca a una reunión a los involucrados del departamento de producción y se acuerda activar la función de control lo antes posible. La primera acción es efectuar una videoconferencia con el

proveedor y solicitarle su pronta intervención para corregir esta inconsistencia en el sistema. Se decide activar el control con dos objetivos:

1. Como un pedido lo conforman desde una a varias tarimas, el sistema llevará el control de cuantas unidades acumuladas se han incluido en las boletas. Por lo tanto, estas unidades nunca serán mayores al contador general que incluye el PLC (en inglés Programmable Logic Controller ó Controlador lógico programable) de la máquina convertidora.
2. La especificación de cada producto incluye la forma como debe paletizarse el producto, es decir una tarima está compuesta por unidades por bulto, bultos por cama y número de camas. El resultado de esta forma por tarima puede ser utilizada como validación de ingreso de cantidades, es decir la cantidad nunca debe ser mayor a la cantidad permitida. El proveedor accede al cambio y agrega una mejora adicional que consiste en incluir una tolerancia permitida en la última tarima, de manera que se puedan incluir un exceso no mayor al 5% de la cantidad acordada con el cliente. Esta cantidad es pactada con todos los clientes ya que es común producir un poco más en forma controlada para cubrir posibles faltantes por efectos de pruebas o problemas con las máquinas convertidoras (material que se pierde durante el proceso).

1.4.4. No existe control de ingreso de transporte

Al no existir un control automatizado de ingreso de transportes a la compañía, el orden de asignación de cargas se realiza en forma manual. Para avanzar con las mejoras y siendo este un componente importante en el diseño del nuevo modelo de logística de distribución, es necesario mantener el control de ingreso y registrarlo en el sistema. Para este fin, se solicita al departamento de diseño gráfico de la compañía, el boceto de un carnet de ingreso a la compañía, que incluya el número de placa, el nombre del dueño del vehículo y un código de barra identificando la placa y la entrada o salida según corresponda.

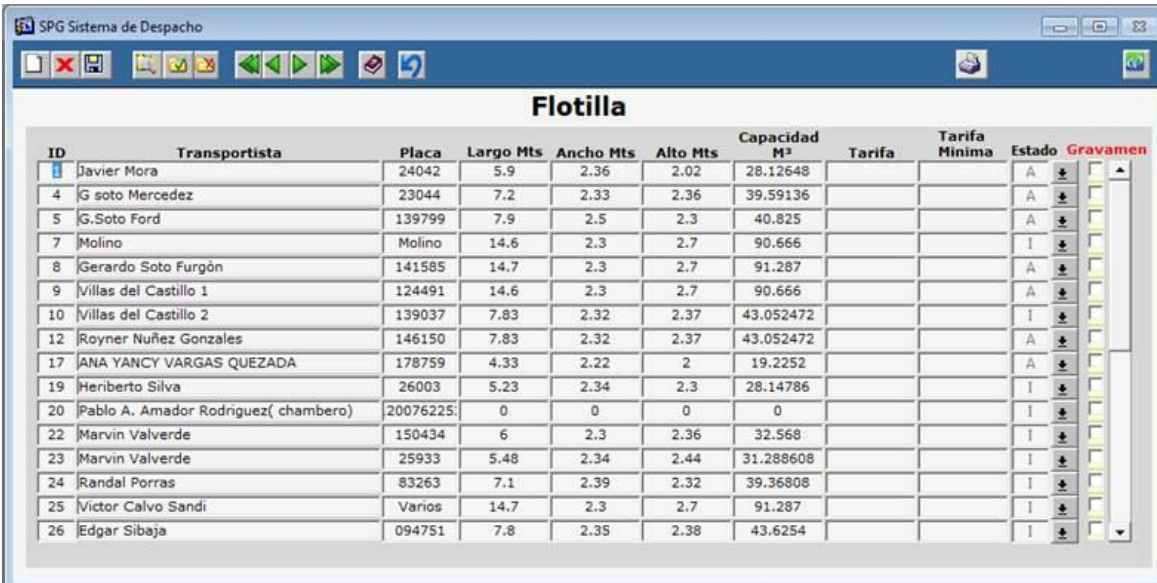


Figura 9 Carnet de transportista

Además se solicita al departamento de informática de la compañía, una aplicación que registre en una base de datos esta captura, por medio del uso de un lector de código de barras, en donde el encargado de seguridad obtiene el movimiento de entrada o salida del transporte y esta a su vez será mostrada en línea al departamento de despacho, con el fin de que los encargados puedan contar con mejor visibilidad sobre los tipos de transporte disponibles en el patio y en el orden que entran a la compañía.

1.4.5. No se tiene el costo del kilómetro recorrido

Para poder realizar el cálculo del costo del recorrido en cada viaje, es necesario incluir el valor de cada kilómetro de acuerdo a cada vehículo. A su vez, es necesario incluir el valor mínimo de pago del viaje en el caso que el vehículo recorra pocos kilómetros. Este valor es un incentivo para que el transportista traslade cargas a poca distancia. Para cumplir con este requerimiento, se solicita al departamento de informática de la compañía, que incluya estos dos campos en la base de datos y además modifique la pantalla de ingreso de flotillas vehiculares para que incorpore estos campos y que la gerencia respectiva asigne los costos según las características de cada vehículo.



The screenshot shows a software window titled 'SPG Sistema de Despacho' with a toolbar and a main table titled 'Flotilla'. The table contains the following data:

ID	Transportista	Placa	Largo Mts	Ancho Mts	Alto Mts	Capacidad M ³	Tarifa	Tarifa Minima	Estado	Gravamen
1	Javier Mora	24042	5.9	2.36	2.02	28.12648			A	
4	G soto Mercedes	23044	7.2	2.33	2.36	39.59136			A	
5	G.Soto Ford	139799	7.9	2.5	2.3	40.825			A	
7	Molino	Molino	14.6	2.3	2.7	90.666			I	
8	Gerardo Soto Furgón	141585	14.7	2.3	2.7	91.287			A	
9	Villas del Castillo 1	124491	14.6	2.3	2.7	90.666			A	
10	Villas del Castillo 2	139037	7.83	2.32	2.37	43.052472			I	
12	Royner Nuñez Gonzales	146150	7.83	2.32	2.37	43.052472			A	
17	ANA YANCY VARGAS QUEZADA	178759	4.33	2.22	2	19.2252			A	
19	Heriberto Silva	26003	5.23	2.34	2.3	28.14786			I	
20	Pablo A. Amador Rodriguez(chambero)	20076225	0	0	0	0			I	
22	Marvin Valverde	150434	6	2.3	2.36	32.568			I	
23	Marvin Valverde	25933	5.48	2.34	2.44	31.288608			I	
24	Randal Porras	83263	7.1	2.39	2.32	39.36808			I	
25	Victor Calvo Sandi	Varios	14.7	2.3	2.7	91.287			I	
26	Edgar Sibaja	094751	7.8	2.35	2.38	43.6254			I	

Figura 10 Nueva pantalla de mantenimiento de la flotilla vehicular

1.4.6. Incluir las distancias entre puntos destino.

Actualmente el encargado de despacho asigna en forma manual la zona geográfica correspondiente a cada dirección de entrega de mercadería, previamente confirmada por el departamento de servicio al cliente, la cual a su vez, será utilizada posteriormente para el pago de fletes. Con base en esto y como parte de la nueva propuesta, se solicitan las siguientes mejoras en el proceso:

1. El administrador del sistema debe definir los clústeres¹² o grupos geográficos de destinos de clientes, el objetivo es trazar segmentos dentro del mapa que corresponden a zonas donde llegarán las cargas.
2. Se compra una licencia de un software de ubicación geográfica que permite calcular distancias entre puntos dentro del mapa de Costa Rica.
3. El departamento de desarrollo de la empresa emite un listado de las bodegas o destinos de clientes visitados en el último año. El objetivo es utilizar esta lista para iniciar con la búsqueda en el mapa geográfico.
4. Se solicita al departamento de desarrollo de sistemas que diseñe una pantalla que permita capturar los clústeres y que tenga también la funcionalidad de asignarle los destinos correspondientes¹³.
5. La persona encargada de ubicar las bodegas del cliente dentro de estos grupos, utiliza el mapa geográfico y obtiene las distancias y tiempos de traslado entre cada destino, luego los ingresa al sistema con sus respectivos clústeres.
6. Con base en esta información se obtiene una muestra de datos para enviar al especialista que será subcontratado para diseñar el modelo de programación

¹² Los Clústeres son grupos geográficos que incluyen lugares considerados cercanos entre sí.

¹³ Ver figura 38 en capítulo 4.4.3 Diseño de la interfaz del sistema. Corresponde al mantenimiento de clústeres-destinos en el Sistema de Gestión de Planificación de Cargas.

lineal que posteriormente será utilizado en el sistema de cálculo automático de cargas.



Figura 11 Software de administración de mapas geográficos

1.4.7. Falta de información en los indicadores de gestión

Los indicadores actuales no cuentan con la información suficiente para tomar decisiones. Se rediseña la consulta actual y se incorporan los datos de aprovechamiento volumétrico y la estadística de costo por tonelada en la misma ventana, de manera que el encargado tenga disponible toda la información sin necesidad de solicitar estos datos a otros departamentos. Esta información se genera en una tabla dinámica Excel por medio de un conector ODBC¹⁴. La hoja permite seleccionar los periodos que desea analizar, además puede filtrar las zonas y escoger si desea mostrar todos los fletes o si requiere separar los fletes que transportaron producto, de los que llevaron otro tipo de mercadería, como por ejemplo tarimas o materia prima (Ver figura 12).

¹⁴ ODBC: Open DataBase Connectivity: Estándar de acceso a base de datos

PERIODO		(Varios elementos)					
Con factura		(Todas)					
			Datos				
Zonat	Mes		Diponible por Viaje	PESO Kg	\$Unit x TM	COSTO \$	% Eficiencia Vol
GAM	oct-11		12,597	967,877	20.65	19,986	59%
	nov-11		13,302	1,067,949	20.57	21,971	61%
	dic-11		11,955	948,720	20.65	19,588	60%
	ene-12		10,549	840,745	21.85	18,368	59%
Total GAM			48,403	3,825,290	20.89	79,913	60%
INTERIOR	oct-11		14,218	1,553,707	39.24	60,960	66%
	nov-11		18,254	2,198,730	34.81	76,531	75%
	dic-11		19,576	1,709,960	39.23	67,089	55%
	ene-12		17,074	1,707,777	41.28	70,505	59%
Total INTERIOR			69,123	7,170,173	38.37	275,086	63%
VILLAS	oct-11		635	90,040	24.29	2,187	86%
	nov-11		91	12,700	24.63	313	84%
	dic-11		544	72,600	26.39	1,916	83%
	ene-12		1,453	201,859	25.08	5,063	88%
Total VILLAS			2,722	377,199	25.13	9,479	86%
OTROS	oct-11		578	33,149	29.34	972	32%
	nov-11		518	21,939	23.77	522	25%
	dic-11		1,275	22,945	56.86	1,305	12%
	ene-12		447	4,454	86.64	386	7%
Total OTROS			2,818	82,487	38.61	3,185	17%
Total general			123,066	11,455,150	32.10	367,662	61%

Figura 12 Detalle de Fletes

Además se incluyen los siguientes gráficos:

- Costo por tonelada de acuerdo a la zona donde se envía el producto. Se obtiene dividiendo el monto total pagado de acuerdo a la zona, entre el total de toneladas vendidas según la zona.

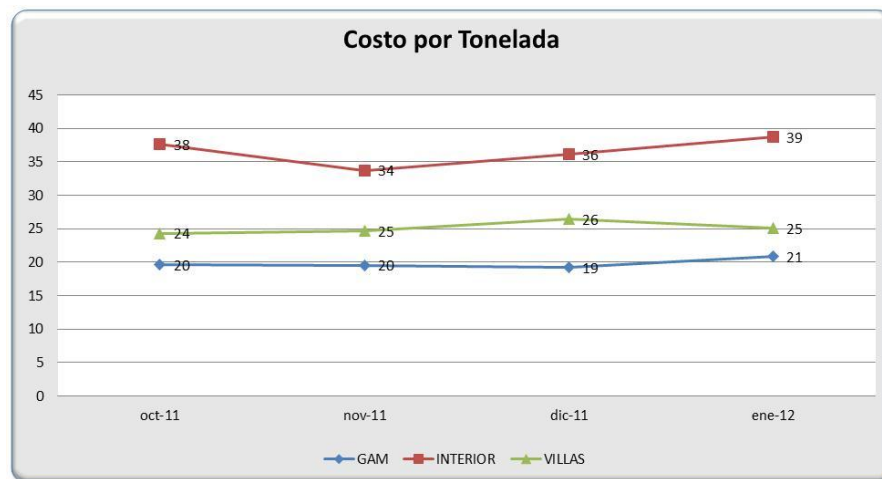


Figura 13 Costo por tonelada de acuerdo a Zona

- Aprovechamiento volumétrico por zona. Se obtiene dividiendo los metros cúbicos transportados de acuerdo a la zona, entre el total de metros cúbicos disponibles según la zona.

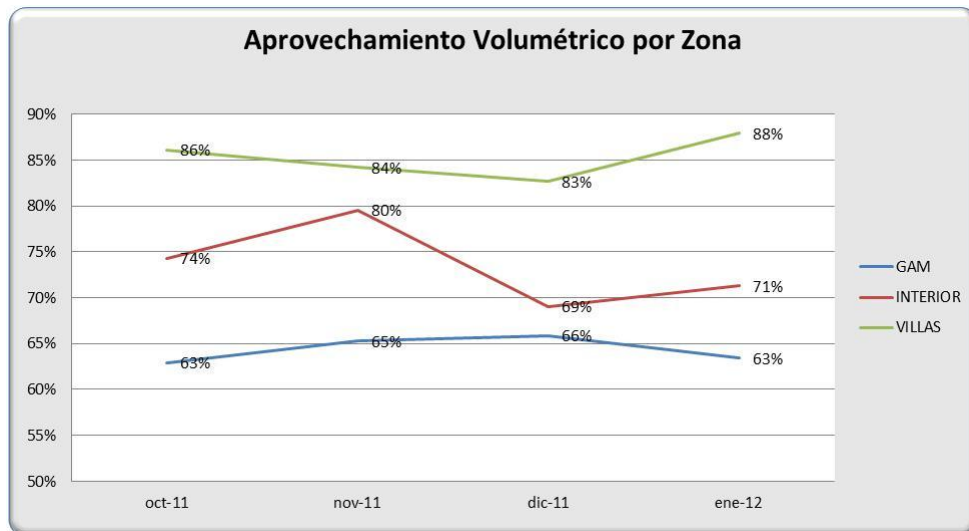


Figura 14 Aprovechamiento Volumétrico por Zona

- Costo por tonelada total: Se obtiene dividiendo el monto total pagado entre el total de toneladas vendidas.

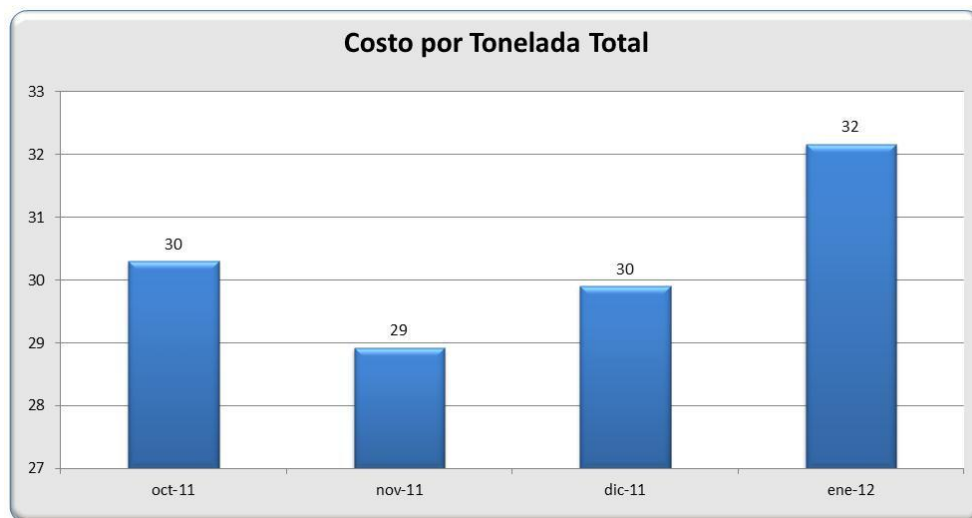


Figura 15 Costo por Tonelada Total

- Aprovechamiento volumétrico total: Se obtiene dividiendo los metros cúbicos transportados totales entre el total de metros cúbicos disponibles totales.

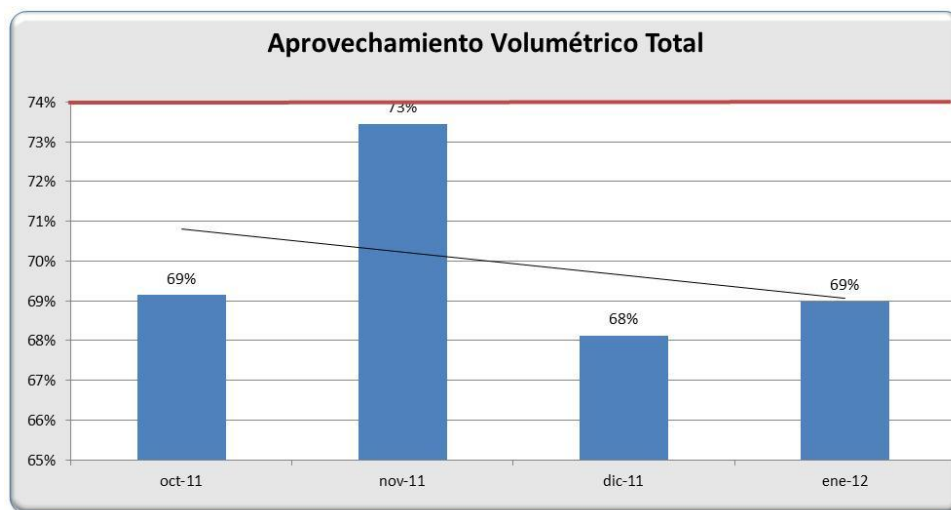


Figura 16 Aprovechamiento Volumétrico Total

2. Especificación de Requerimientos del Sistema

En esta sección se analizarán los requerimientos de la aplicación solicitada, donde se presentan de una manera organizada las necesidades de los usuarios, describiendo de manera clara las funcionalidades que en un futuro el sistema debe proveer para cumplir con los objetivos planteados.

La documentación de la especificación de requerimientos de software será con base en el estándar IEEE-830std-1998 de la IEEE para especificaciones de requerimientos de software.

2.1. Levantamiento de Requerimientos

Es por esto que el conjunto de actividades descritas a continuación, parten del ciclo de vida del llamado Proceso Unificado de Software el cual servirá como línea base para el establecimiento de las actividades y las etapas de la fase del análisis.

Código	SYS-001
Nombre	Definición General del sistema solicitado
Descripción	<p>El problema que enfrenta la empresa El Industrial es que no se dispone de un sistema para la administración eficiente y efectiva de la logística de despacho y distribución, que le permita:</p> <ul style="list-style-type: none">• Asegurar el logro de sus compromisos de entregas puntuales y controlar sus costos.• Que permita administrar la planificación de las entregas y los recursos de transporte requeridos en forma sistematizada.• Optimizar las rutas.

	<p>Se busca el diseño, desarrollo y aplicación de una herramienta informática adecuada, que logre alcanzar y mantener la puntualidad en las entregas de producto a los clientes, con el menor costo posible en todo el proceso logístico de distribución. Permitiendo optimizar el aprovechamiento volumétrico, el transporte, así como el tamaño y variedad de la flota requerida.</p> <p>Este trabajo abarca el análisis y diseño del sistema de logística de distribución de la empresa El Industrial, no obstante no incluye la etapa de implementación.</p>
Personal Involucrado	<p>Gerente General</p> <p>Encargado de logística de distribución</p> <p>Encargados de despacho de mercadería</p> <p>Personal del área de informática</p> <p>Proveedores de software de logística de distribución</p>
Actividades:	<ul style="list-style-type: none"> • Sesiones conjuntas de trabajo en donde se reúnen a los principales interesados del sistema, con el propósito de obtener la información de la problemática desde los diferentes puntos de vista de los afectados y plantear el escenario de éxito del sistema
Producto Asociado	Documento de Especificación de Requerimientos de Software

Código	SYS-002
Nombre	Especificación de Requerimientos de Usuario
Descripción	Definir los requerimientos funcionales del sistema para su uso según las necesidades del departamento de logística de distribución de la empresa El Industrial.
Personal	Encargado de logística de distribución

Involucrado	Encargados de despacho de mercadería
Actividades:	<ul style="list-style-type: none"> • Análisis de la documentación existente: manuales de procedimientos, informes de salida del sistema actual • Entrevista estructurada con usuarios directos del sistema para determinar las tareas comunes sobre las que necesitan el sistema • Entrevista estructurada con encargados de departamento para definir los requerimientos de información deseados para el nuevo sistema
Producto Asociado	Documento de Especificación de Requerimientos de Software

2.2. Esquema del ERS.

El objetivo general de la especificación de requerimientos (ERS) del sistema de Logística de Distribución es plasmar en un documento escrito los requisitos y las funcionalidades que debe de reunir el sistema a analizar. Este documento tendrá la finalidad de representar las acciones que debe realizar el sistema, su alcance y limitaciones.

2.2.1. Propósito

Definir cuáles son los requerimientos que va tener el sistema para realizar en forma automatizada la logística de distribución de producto a los clientes.

Con este documento se podrá dejar claro todos los aspectos necesarios para el desarrollo del Sistema de logística de distribución y así el sistema abarcará todas las funcionalidades que la empresa El Industrial desea automatizar.

De igual forma, como existe la posibilidad que el producto lo desarrolle un proveedor externo, este documento servirá de guía para la empresa que va a desarrollar el sistema de logística de distribución.

2.2.2. **Ámbito del Sistema**

El producto a diseñar es un sistema que contendrá los procesos de:

- a) Entregas con base a fecha/hora requerida y prioridades predefinidas
- b) Administración de Transporte (Incluye Control de viajes diarios)
- c) Asignación de Carga a transportar de acuerdo a capacidad
- d) Asignación de cargas adicionales de acuerdo a zonas de entrega.
- e) Visibilidad de la carga diaria en todo momento (En tránsito y producto por enviar).

Beneficios

1. No se deja a la memoria de los operadores con qué recursos se cuenta para planificar el día.
2. El sistema ayuda a calcular la carga de transporte en forma automática.
3. Se asignan las cargas a los transportistas en forma equitativa.

4. Se pueden utilizar alertas de advertencia que se generen cuando el sistema no alcance o sobrepase un valor de parámetro del sistema, por ejemplo alertar si el envío de carga se realiza con alto desperdicio.
5. Los nuevos indicadores de gestión mostrarán una información más clara y con mucho más detalle. Además con esta mejora se pueden analizar los datos diariamente y con la ventaja que se pueden tomar decisiones al momento.

2.2.2.1. Objetivos

OBJ-001	Mantener las entregas puntuales.
Descripción	El módulo debe lograr y mantener las entregas puntuales de producto a cliente, de acuerdo a la cantidad, fecha y hora pactada.
Importancia	Alta
Comentarios	El Industrial debe garantizar que la fecha de entrega ingresada en el sistema, debe ser correcta y confirmada para que el sistema funcione según lo requerido.

OBJ-002	Control de costos de envío.
Descripción	El sistema deberá controlar en forma anticipada los costos de envío de despachos. La idea es emitir alertas si en determinado viaje, no se cumple con un mínimo de utilización de carga.
Importancia	Alta
Comentarios	Actualmente el sistema permite el envío de mercadería sin considerar la utilización del espacio. Al final de mes se refleja este descontrol en los indicadores de desempeño del departamento (costo por tonelada).

OBJ-003	Administrar los recursos disponibles.
Descripción	El sistema deberá gestionar en forma automatizada los recursos que necesita el planificador para funcionar en forma correcta. Estos son: Gestión de Transporte (incluye control de ingreso y salida de la compañía) y disponer de información completa para agilizar los movimientos dentro de la bodega de producto.
Importancia	Alta
Comentarios	Actualmente algunos de estos procesos existen, pero en forma aislada o se llevan de forma manual.

OBJ-004	Administrar la planificación de las entregas.
Descripción	El sistema deberá administrar la planificación de las entregas en forma automática, con la ayuda de algoritmos que consideran variables y parámetros como fechas de entrega, prioridades, tamaño de las cargas, transporte disponible, etc.
Importancia	Alta
Comentarios	Actualmente este proceso se realiza en forma manual.

OBJ-005	Optimizar las rutas.
Descripción	El sistema debe incluir una opción de administración de las rutas posibles de entrega, de manera que las mismas pueden ser referidas al momento de planificar los envíos.
Importancia	Alta
Comentarios	Actualmente este proceso se realiza en forma manual. La idea es que cada vez que se envíe una carga a uno o varios clientes, el sistema guarde la secuencia de entrega y las distancias entre cada destino, de esta manera cuando se repita la ruta o se utilice alguno de los destinos en nuevas entregas, el sistema sugiera utilizar las rutas de acuerdo a los históricos.

2.2.2.2. Actores

ACT-001	Administrador del sistema
Descripción	Es el funcionario del departamento de logística que es el encargado de administrar los parámetros generales del sistema.
Comentarios	Usualmente este usuario es la persona que tiene más conocimiento de las funciones que realiza el sistema.

ACT-002	Cliente
Descripción	Es la persona o empresa externa que accede al producto por medio de una compra.
Comentarios	NA

ACT-003	Encargados de Servicio al cliente
Descripción	Son los funcionarios que se encargan de ingresar los pedidos al sistema y también de confirmar las fechas de recibo del producto en las bodegas del cliente.
Comentarios	Esta información es la base del sistema propuesto. Se debe garantizar la confiabilidad de estos datos ya que si no se tiene certeza de las fechas o cantidades, no existiría una forma de automatizarlo.

ACT-004	Producción
Descripción	Es el departamento encargado de registrar las órdenes de producción e ingresar las cantidades fabricadas.
Comentarios	Se utiliza el software de planificación de la producción para determinar la secuencia de fabricación.

ACT-005	Encargado de bodega
Descripción	Es el funcionario del departamento de bodega de producto que se encarga de ingresar el producto que ya finalizó el proceso de

	producción.
Comentarios	Al ingresar el producto, los pedidos confirmados ya se encuentran disponibles para despachar.

ACT-006	Personal de seguridad
Descripción	Son los funcionarios del departamento de seguridad que se encargan de registrar en el sistema, el transporte de carga que ingresa a la compañía.
Comentarios	Este dato será utilizado para conocer la disponibilidad de transporte.

ACT-007	Conductor de transporte
Descripción	Son las personas que conducen los diferentes camiones de la flotilla disponible, para el acarreo del producto donde el cliente.
Comentarios	El conductor se reporta a la entrada y la salida de la compañía, también debe reportar la entrega de producto en la bodega del cliente a los encargados de despacho, para que actualicen el estatus del viaje correspondiente.

ACT-008	Operador de montacargas
Descripción	Es el funcionario del departamento de bodega y logística que se encarga mover la carga que luego será ingresada en los respectivos transportes.
Comentarios	EL sistema debe suministrar la información necesaria para que este proceso se realice en forma ágil, basado en listas de salida de tarimas de acuerdo a su ubicación dentro de la bodega.

ACT-009	Encargados de despacho
Descripción	Son los funcionarios del departamento de logística que se encargan de llevar a cabo la planificación y envío de producto al cliente.
Comentarios	Estos usuarios son los principales actores del módulo de logística y

	conocen todo el proceso desde la confirmación del cliente hasta la entrega en la bodega del cliente.
--	--

2.3. Visión General del Documento

El presente documento está compuesto por secciones. En la primera sección “Descripción General” se indica cual es el objetivo del sistema, se indican cuales funcionalidades va a proveer dicho sistema.

La siguiente sección “Requerimientos Específicos”, se detallan los requerimientos comentados con los usuarios durante la etapa de entrevistas y levantamiento de requerimientos.

El apartado “Requerimientos Funcionales” define el comportamiento interno del software: cálculos, detalles técnicos, manipulación de datos y otras funcionalidades específicas que muestran cómo los casos de uso serán llevados a la práctica; los “Requerimientos No Funcionales”, son requerimientos que especifican criterios que pueden usarse para juzgar la operación del sistema en lugar de sus comportamientos específicos.

Se presentan el diagrama general de casos de uso en el que se muestra cómo se van a relacionar los distintos módulos que componen el sistema y cuál será la interacción de los actores con el sistema computacional.

La sección de “Casos de Uso” detalla en forma clara cada uno de los procesos identificados, indica cuales campos son requeridos para el adecuado funcionamiento de la aplicación así como los informes necesarios que deberá proveer la aplicación.

2.3.1. Descripción General

El sistema Logística de Distribución está integrado por Control de Transportes, Costo de Fletes, Destinos de Clientes y Planificador de Entregas. Debido a su naturaleza el sistema se relaciona también con los siguientes módulos: Pedidos de clientes, Crédito y Cobro, Inventario de Producto Terminado y Producción.

2.3.1.1. Perspectiva del Producto

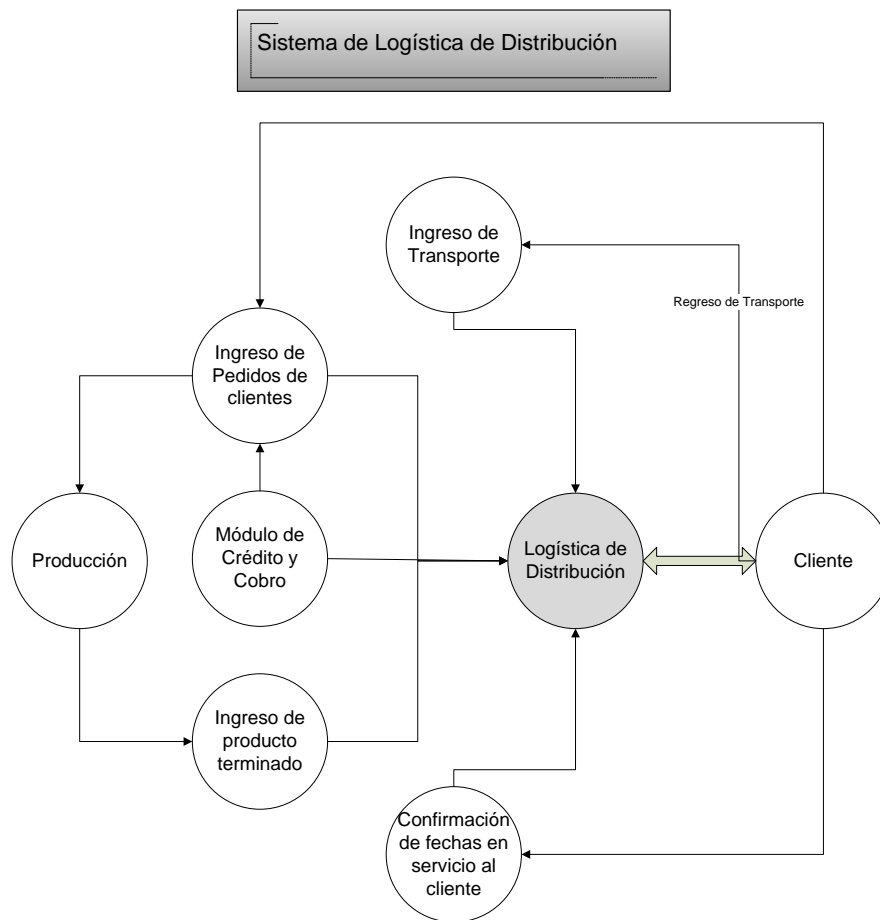


Figura 17 Módulos que conformarán el sistema Logística de Distribución y sus relaciones con los otros módulos del sistema general.

2.3.1.2. Funciones del Producto

Este sistema administrará los siguientes procesos:

- a) Administración de parámetros de clientes (tipo entarimado, tiempos de espera, requisitos de transporte, etc.)
- b) Administración de zonas y destinos de entrega
- c) Administración de Transporte (Incluye Control de viajes diarios)
- d) Administración de planificador de entregas
- e) Visibilidad de la carga diaria en todo momento (En tránsito y por enviar).

2.3.1.3. Restricciones

RST-001	Ambiente del sistema
Descripción	El sistema puede ser una aplicación cliente servidor o web.
Importancia	Alta
Comentarios	Para utilizar el sistema logística de distribución, el usuario debe accederlo de las oficinas de la empresa a través de la red interna.

RST-002	Limitaciones de tecnología
Descripción	El Industrial no posee tecnología para obtener la distancia recorrida por cada viaje que realiza el transporte.
Importancia	Alta
Comentarios	El sistema debe tener la capacidad de administrar las rutas para conocerlas en forma anticipada, es decir antes de enviar el transporte.

2.3.1.4. Suposiciones y Dependencias

SUP-001	Base de datos
Descripción	La base de datos que se utilizará es Oracle 9i
Importancia	Alta
Comentarios	NA


SUP-002	Sistema operativo de las estaciones de trabajo
Descripción	El sistema operativo que se utilizará es Microsoft Windows Xp o mayor.
Importancia	Alta
Comentarios	NA

SUP-003	Información actual básica necesaria para el nuevo sistema
Descripción	<p>El sistema actual debe contar con al menos la siguiente información:</p> <ul style="list-style-type: none">• Pedidos de clientes que indiquen cantidad y fecha de entrega acordada y respetada por ambas partes• Inventario de producto que indique saldo y el cubicaje correspondiente.• Flotilla de transporte que indique el cubicaje disponible en forma individual.• Ubicación de destinos por cliente con su respectiva distancia.• Tarifas de cobro por distancia recorrida.
Importancia	Alta
Comentarios	NA

2.3.2. Requerimientos Específicos

2.3.2.1. Interfaces de usuario

RINT-001	Ventanas
Descripción	Todas las ventanas del sistema deben incluir botones con íconos fáciles e comprender y además que realicen las funciones básicas de minimizar, maximizar cerrar. También los módulos que su

	<p>funcionalidad incluye ingreso o mantenimiento de datos, el sistema incluirá botones de agregar registro, borrado, avance de registros, consulta (modo query), cancelar e imprimir donde aplique. Se adjunta un ejemplo de barra de herramientas estándar utilizado en los sistemas de El Industrial.</p> 
Importancia	Alta
Existencia	No existe
Funciones	A crear
A realizar por	Proveedor seleccionado o equipo de trabajo interno
Comentarios	NA

RINT-002	Tratamiento de errores de datos o de programa
Descripción	Todos los módulos deben visualizar claramente de que trata un error cuando este sucede y debe proporcionarle opciones al usuario para saber cómo proceder.
Importancia	Alta
Existencia	No existe
Funciones	A crear
A realizar por	Proveedor seleccionado o equipo de trabajo interno
Comentarios	NA

2.3.3. Requerimientos Funcionales

2.3.3.1. Módulo de Seguridad

RQF-001	Ingresar al sistema
Descripción	El sistema debe validar el ingreso de los usuarios al sistema
Actores:	ACT-001 Administrador del sistema ACT-006 Encargados de despacho
Casos de uso relacionados:	CU-Ingreso al sistema
Objetivo	OBJ-001
Importancia	Alta
Descripción	<p>El sistema debe de verificar que el usuario exista y que esté habilitado para el uso del sistema.</p> <p>Los campos que se utilizarán para validar al usuario son:</p> <ul style="list-style-type: none">• Código del usuario.• Contraseña.• Base de datos <p>La validación del usuario se hará con la base de datos Oracle.</p> <p>La contraseña y el código del usuario serán validados aplicando el Case Sensitive.</p>

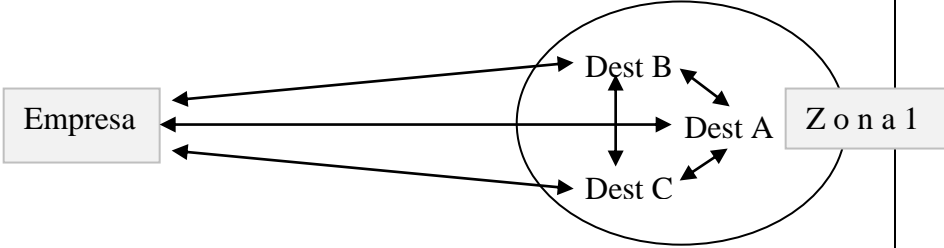
2.3.3.2. Módulo de Parámetros

2.3.3.2.1. Registro de horarios de Clientes

RQF-002	Registrar horarios de Clientes
Descripción	El sistema debe registrar los horarios de recepción en cada bodega de destino del cliente.
Actores:	ACT-001 Administrador del sistema
Casos de uso relacionados:	CU-Registrar parámetros de clientes
Objetivo	OBJ-001 y OBJ-004
Importancia	Alta

Comentarios	Actualmente existe un módulo de mantenimiento de horarios de recepción de producto por cada destino del cliente. Existen 2 formas de establecer este horario: el primero es el registro de un valor fijo en el sistema (predefinido por el cliente), el otro es la confirmación que realiza servicio al cliente sobre el día/hora de recepción por parte del cliente.
--------------------	---

RQF-003	Registrar zonas y asociar destinos de entrega por medio de clústeres.
Descripción	El sistema debe incluir un mantenimiento de zonas geográficas con sus respectivos destinos de clientes, los cuales son vinculados a un clúster cada vez que se envía una carga a uno o varios clientes.
Actores:	ACT-001 Administrador del sistema y ACT-006 Encargados de Despacho
Casos de uso relacionados:	CU-Registrar zonas de entrega y clústeres
Objetivo	OBJ-002 y OBJ-005
Importancia	Alta
Comentarios	<p>Cuando se ingresa un nuevo destino de bodega de cliente, se debe incluir la zona geográfica a la que pertenece y la distancia que existe desde la empresa hasta ese punto. Posteriormente se registrará las distancias entre los demás destinos pertenecientes a la misma zona asignada, tal y como se explica seguidamente.</p> <p>Cada vez que se realiza un envío, el sistema guarda la ruta con sus diferentes puntos de destino y las respectivas distancias entre ellos. A este grupo se le llama clúster.</p> <p>Escenarios:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Se realiza un viaje de la empresa hacia el punto A = 35 Km 2. Otro día se realizar un viaje de la empresa hacia punto B (1) y luego continúa hacia A (2). La distancia sería: de la empresa hacia el punto B hay 30 Km y de B hacia A hay 20

	<p>Km por lo tanto se deben pagar 50 Km al transportista.</p> <p>3. En otra ocasión se envía mercadería a la misma zona hacia los puntos B (1), C (2) y por último A (3), entonces las distancias quedan de la siguiente forma: De la empresa hacia el punto B hay 30 km, de B hacia C hay 15 km y por ultimo de C hacia el punto A hay 15 Km, por lo tanto hay que pagar 60 Km por ese transporte.</p> <p>4. Si se deben ajustar estas distancias, se debe ingresar al mantenimiento de zonas/destinos y registrar los kilómetros correctos, así como los tiempos de desplazamiento.</p> 
--	--

2.3.3.2.2. Registro de vehículos al sistema

RQF-004	Registrar vehículos al sistema
Descripción	El sistema debe incluir un módulo de control de registro de vehículos a la compañía. El objetivo es tener registradas todas las placas que han sido autorizadas para brindar el servicio de transporte hacia las bodegas de los clientes.
Actores:	ACT-001 Administrador del sistema
Casos de uso relacionados:	CU-Registro de vehículos al sistema
Objetivo	OBJ-002, OBJ-003 y OBJ-0004
Importancia	Alta
Comentarios	Se debe incluir una mejora al módulo de registro de vehículos, en la cual, se agregarán dos campos que identifiquen el costo por kilómetro para cada vehículo y también el valor mínimo que se debe pagar en el caso de que los kilómetros recorridos sean

	relativamente pocos.
--	----------------------

2.3.3.2.3. Gestión de Transportes

RQF-005	Gestión de Transportes
Descripción	El sistema debe incluir un módulo de control de ingreso y salidas de transportes de la compañía, los cuales serán identificados por medio de la placa de circulación.
Actores:	ACT-006 Personal de Seguridad y ACT-007 Conductor de transporte
Casos de uso relacionados:	CU-Gestión de transportes
Objetivo	OBJ-003 y OBJ-0004
Importancia	Alta
Comentarios	Se debe incluir una mejora al módulo de mantenimiento de transporte, en la cual, se agregará una asociación de zona de entrega - Transporte, en donde cada zona tendrá asociada un transporte exclusivo. De esta forma el jefe de logística se asegura que el transportista conoce bien la zona y tomaría un menor tiempo realizar la entrega correspondiente.

2.3.3.3. Módulo de Planificación

RQF-006	Administración de Planificador de entregas
Descripción	<p>El sistema debe incluir un módulo que será utilizado para planificar las entregas de producto.</p> <p>El sistema debe tener toda la visibilidad de los recursos disponibles, así como los pedidos a despachar con información de cliente, cantidades y fechas de entrega correctas.</p> <p>El sistema debe verificar que el producto se encuentre disponible en la bodega de producto terminado y que los diferentes ingresos de transportes hayan sido incluidos al sistema para que el planificador</p>

	<p>lleve a cabo su función.</p> <p>El sistema incluye una función en donde el encargado de despacho le solicita que sugiera las diferentes entregas de acuerdo a las confirmaciones de los clientes, al transporte disponible, a los tamaños de carga, zonas-destinos de entrega y hora de recibo en la bodega del cliente.</p> <p>El sistema permite incluir las distancias de destinos que no existan en las diferentes zonas geográficas.</p> <p>El sistema permite realizar la función de sugerencia las veces que desee el operador.</p> <p>Cuando la información está completa, se podrá tener visibilidad de los transportes a utilizar, los pedidos correspondientes, rutas, los costos de envío y el aprovechamiento de espacio correspondiente.</p> <p>El sistema permite cambiar prioridades, eliminar o modificar pedidos incluidos en cargas o cambiar el transporte a utilizar. En este momento se puede solicitar al sistema que sugiera nuevamente las cargas con base en esas modificaciones.</p> <p>El sistema permite emitir los “picking list” de cada pedido que deben entregarse al operador del montacargas para que realice la salida de producto de la bodega y lo coloque en el muelle de carga donde será ubicado el transporte.</p> <p>El módulo debe permitir el ingreso de una marca que corresponde a la entrega completada cuando el transportista se retira de la bodega del cliente. Este paso se ejecuta cuando el transportista llama por radio y reporta al encargado de despacho.</p>
Actores:	ACT-003 Encargados de Servicio al Cliente, ACT-004 Producción, ACT-005 Encargado de bodega, ACT-007 Conductor de transporte, ACT-008 Operador de Montacargas, ACT-009 Encargados de Despacho y ACT-002 Cliente
Casos de uso relacionados:	CU-Ingreso de pedidos CU-Planificación y registro de producción

	<p>CU-Ingreso de Producto Terminado</p> <p>CU-Administrador de Cargas</p> <p>CU-Elimina Cargas</p> <p>CU-Planifica Pedidos</p> <p>CU-Entrega de Producto</p> <p>CU-Reporte de entrega de producto</p>
Objetivo	OBJ-001, OBJ-002, OBJ004 y OBJ005
Importancia	Alta
Comentarios	<p>Es el proceso más importante del sistema y requiere que todos los parámetros mencionados en los requerimientos anteriores, se encuentren debidamente registrados.</p> <p>Posterior a la planificación y ubicación de producto en el muelle respectivo, se pasan las boletas de cada tarima al encargado de despacho para que proceda con la confección de la factura y continúe el proceso tal y como se realiza actualmente.</p>

2.3.3.4. Módulo de Consultas

2.3.3.4.1. Consulta de carga diaria

RQF-007	Consulta de carga diaria
Descripción	El sistema debe permitir la consulta de carga diaria, donde se muestre el detalle de pedidos que están pendientes de entrega, los que están en proceso de carga y los que ya han sido enviados el cliente y los que ya fueron entregados.
Actores:	ACT-002 Encargados de Servicio al Cliente y ACT-006 Encargados de Despacho
Casos de uso relacionados:	CU-Consulta de carga diaria
Objetivo	OBJ-001 y OBJ-004
Importancia	Alta
Comentarios	Los pedidos pendientes son los que no han sido incluidos en la planificación, los ubicados en proceso de carga son los que fueron

	planificados y no han salido de la compañía, los que fueron enviados al cliente son los que ya salieron de la compañía (registro de salida en el puesto de seguridad) y por último, los que ya fueron entregados, son los que fueron marcados como tal cuando el transportista llamó por radio.
--	---

2.3.3.4.2. Consulta de Transporte disponible

RQF-008	Consulta de transporte disponible
Descripción	El sistema debe permitir la consulta de una cola del transporte que ha ingresado en la empresa, donde muestre la información del vehículo la hora de ingreso o salida y el estatus.
Actores:	ACT-006 Encargados de Despacho
Casos de uso relacionados:	CU- Consulta de transporte disponible
Objetivo	OBJ-002, OBJ-003 y OBJ-004
Importancia	Alta
Comentarios	Este proceso ayuda a controlar la secuencia de ingreso a la empresa y muestra la prioridad de asignación de carga que se utiliza en el proceso de planificación.

2.3.4. Requerimientos No Funcionales

RQN-001	Tiempo de proceso
Descripción	El sistema no debe tardar más de 10 segundos en realizar el proceso de planificación de las entregas.
Objetivo	NA
Importancia	Alta
Comentario	NA
Imagen	NA

RQN-002	Usuarios Oracle
Descripción	Se deben utilizar los mismos usuarios Oracle existentes en los sistemas actuales, para la administración de la seguridad del nuevo sistema de logística de distribución.
Objetivo	NA
Importancia	Alta
Comentario	NA
Imagen	NA

RQN-003	Bitácoras
Descripción	El sistema de incluir bitácoras internas o campos de auditoría vinculados a los movimientos de ingreso y anulación de las diferentes aplicaciones del sistema.
Objetivo	NA
Importancia	Alta
Comentario	NA
Imagen	NA

RQN-004	Incorporar parámetros actuales
Descripción	<p>El sistema de vincular los parámetros actuales que se utilizan en el sistema, para no duplicar la información. Estos datos son:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Zonas geográficas de entrega. • Horarios de recepción de producto. • Maestro de Transportes.
Objetivo	NA

Importancia	Alta
Comentario	NA
Imagen	NA

2.3.5. Diagramas Generales de Casos de Uso

2.3.5.1. Ingreso al sistema

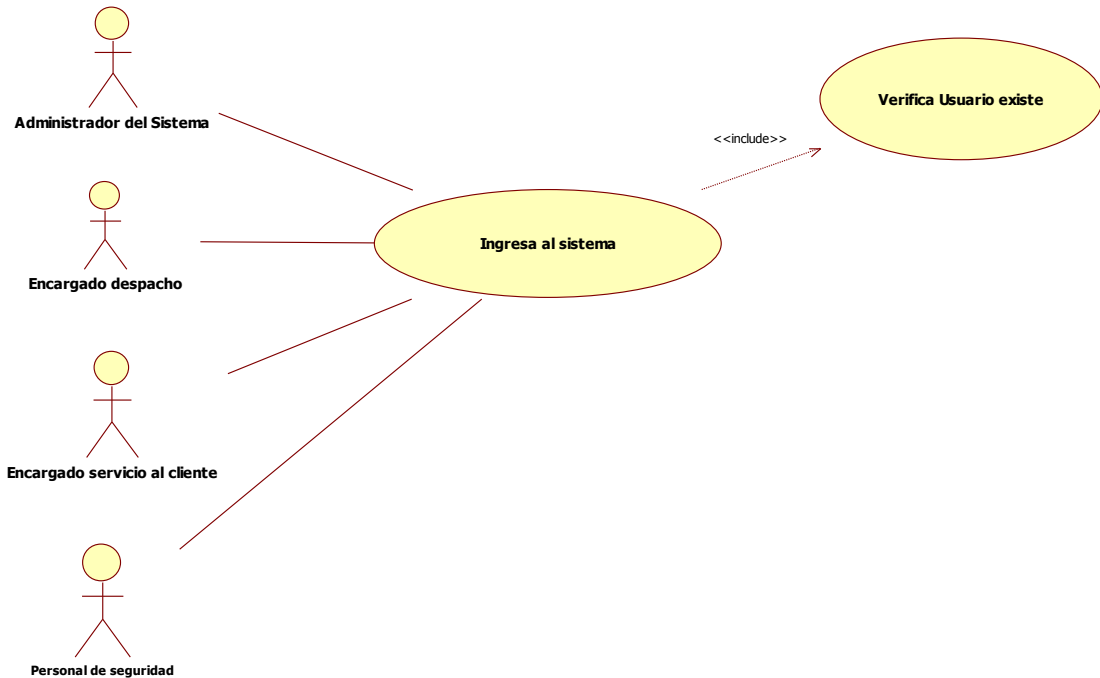


Figura 18 CU-Ingreso al sistema (RQF-001)

CASO DE USO		INGRESO AL SISTEMA	
Actores	ACT-001 Administrador del sistema, ACT-002 Encargados de Servicio al Cliente y ACT-006 Encargados de Despacho		
Descripción	Permite proteger el acceso al sistema planificador de entregas, el cual es utilizado por el administrador del sistema, servicio al cliente y encargados de despacho, los cuales se identifican por medio de un usuario y una clave.		
Precondición	NA		
Secuencia Normal	Paso	Acción	
	1	El Sistema pregunta nombre de usuario, contraseña y nombre de la base de datos.	

	2	El usuario ingresa su nombre de usuario, contraseña y base de datos correspondiente, posteriormente selecciona aceptar.
	3	El Sistema verifica que el nombre de usuario y contraseña existan. En caso de no existir, se informa del error y se vuelve al paso 1.
Postcondición	<p>El sistema presenta por default el nombre de la base de datos a la cual se conecta generalmente para los otros sistemas.</p> <p>Luego de ser validado el usuario puede ingresar a las opciones de acuerdo al nivel de autorización otorgado:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Administrador: Todas las opciones y ya es un usuario actual del sistema. • Encargados de despacho: Planificador de entregas, mantenimiento de zonas y consulta de carga. Estos usuarios ya están creados en la base de datos. • Servicio al cliente: Consulta de carga. Estos usuarios ya se encuentran creados en la base de datos. 	
Excepciones	Paso	Acción
	1	NA
Comentarios	NA	

2.3.5.2. Registro horarios de clientes

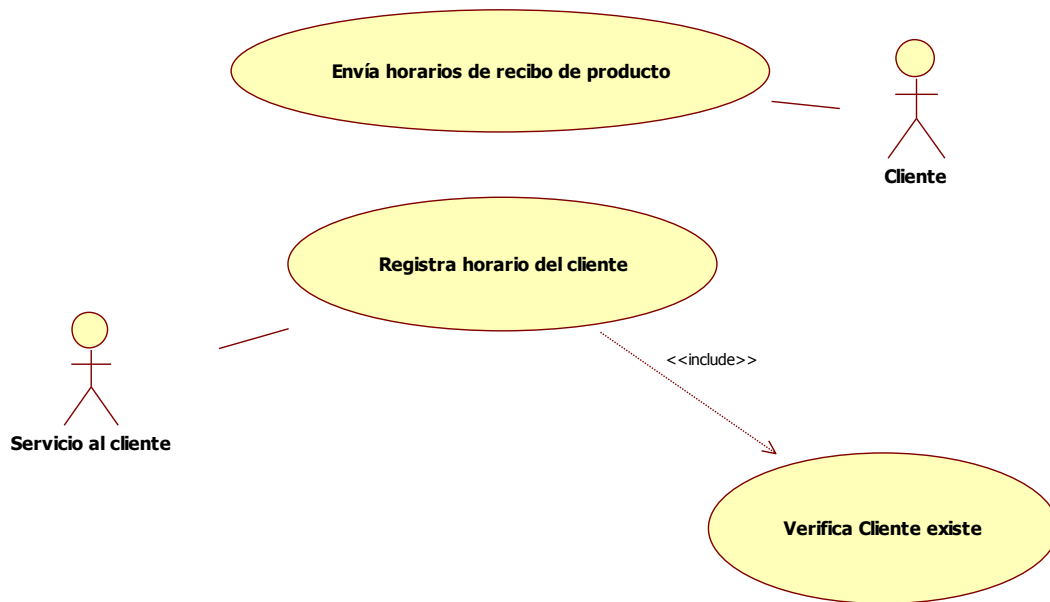


Figura 19 CU-Registrar horarios de clientes (RQF-002)

CASO DE USO		REGISTRAR HORARIOS DE CLIENTES
Actores	ACT-001 Administrador del sistema	
Descripción	Permite registrar los horarios de recepción de mercadería en los diferentes destinos de los clientes, los cuales serán considerados posteriormente en la planificación de cargas.	
Precondición	El cliente debe existir en la base de datos. Se debe acordar con el cliente anticipadamente cuales serán los horarios o ventanas de tiempo para dicha recepción.	
Secuencia Normal	Paso	Acción
	1	El administrador ingresa el código de cliente. Puede buscarlo en una lista de valores que se incluye en este campo.
	2	Si digita directamente el código, el cliente lo verifica en la base de datos.

	3	Si existe muestra los valores asociados. El sistema permitirá incluir el día o los días permitidos, así como un rango de horas para cada uno.
	4	El usuario puede incluir, modificar o borrar los campos deseados y luego presionar el botón correspondiente a la actualización en la base de datos.
Postcondición	Al actualizar, los valores se encuentran inmediatamente disponibles para incorporar en el cálculo de entregas diarias.	
Excepciones	Paso	Acción
	1	Si no ingresa horario de recepción de producto en la bodega del cliente, el sistema solicitará este valor cuando el pedido sea confirmado antes de despachar.
Comentarios	NA	

2.3.5.3. Registrar Zonas de Entrega y clústeres

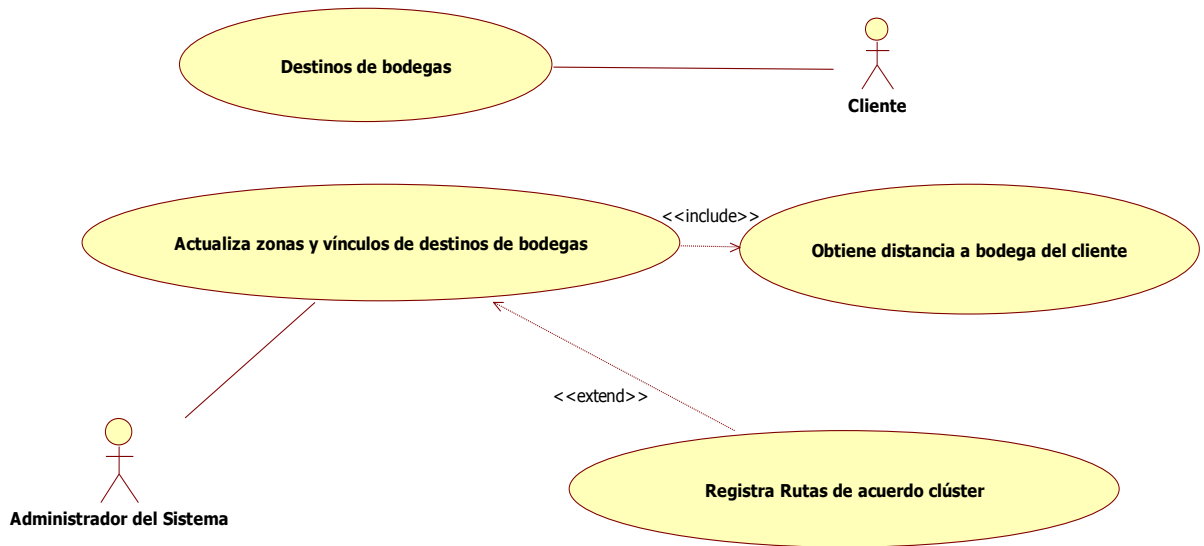


Figura 20 CU-Registrar zonas de entrega y clústeres (RQF-003)

CASO DE USO	REGISTRAR ZONAS DE ENTREGA	
Actores	ACT-001 Administrador del sistema y ACT-006 Encargados de Despacho	
Descripción	Permite registrar las zonas geográficas con sus respectivos destinos de clientes.	
Precondición	Se debe utilizar una herramienta de mapeo geográfico para obtener la distancia del centro de distribución hacia la bodega del cliente y si existen puntos cercanos, también se deben registrar las distancias entre sí.	
Secuencia Normal	Paso	Acción
	1	Ingresar el código de zona ó seleccionar de lista de valores.
	2	Validar que código exista.
	3	Asociar destinos a zonas.
	4	Si destino existe, se pueden modificar las

		coordenadas correspondientes y también actualizar las distancias entre los puntos asociados.
	5	Se pueden crear nuevos puntos de destino. Antes se debe conocer el código de cliente y la dirección de entrega para ubicar en el mapa, con el fin de conocer las coordenadas geográficas respectivas y la distancia y tiempo que posteriormente se registrarán en el sistema.
Postcondición	NA	
Excepciones	Paso	Acción
	1	Por un asunto de consistencia, el sistema no permitirá borrar asociaciones de destinos si estos ya han sido utilizados en rutas anteriores.
Comentarios	NA	

2.3.5.4. Registro de vehículos al sistema

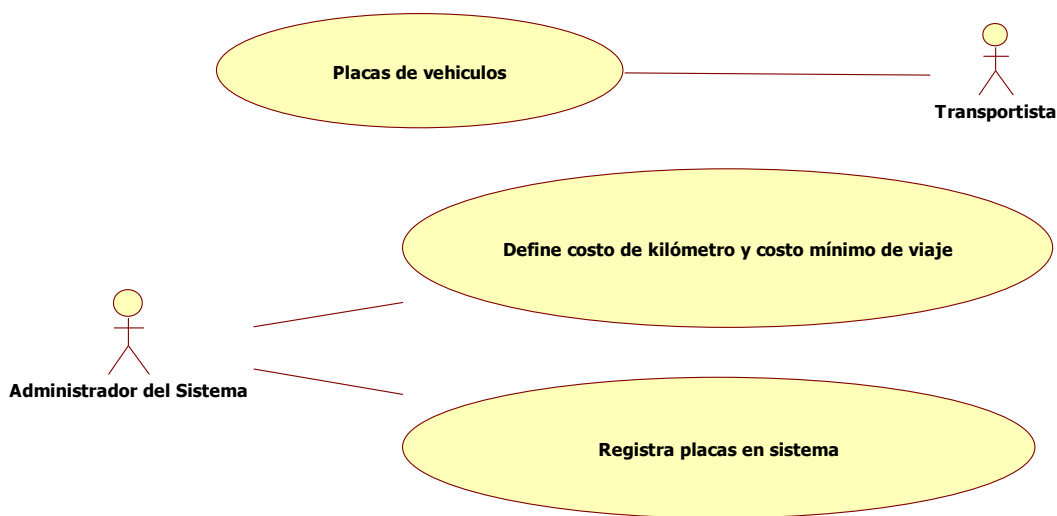


Figura 21 CU-Registro de vehículos al sistema (RQF-004)

CASO DE USO		REGISTRO DE VEHICULOS AL SISTEMA
Actores	ACT-001 Administrador del sistema y ACT-007 Conductor de transporte.	
Descripción	Permite el registro de la flotilla vehicular al sistema por medio de la placa oficial.	
Precondición	NA	
Secuencia Normal	Paso	Acción
	1	El dueño del transporte presenta las características y requisitos establecidos para el registro del vehículo en el sistema.
	2	El administrador verifica los documentos y acuerda junto al dueño del vehículo la tarifa por kilómetro y costo mínimo de un viaje en el caso que sean pocos kilómetros.
	3	El administrador ingresa el vehículo y sus características respectivas al sistema.

Postcondición	<ul style="list-style-type: none"> Después de ingresado al sistema, la placa queda habilitada para utilizarse en gestión de transporte. 	
Excepciones	Paso	Acción
	1	NA
Comentarios	Este programa está en operación actualmente, solamente deben incluirse dos campos que corresponden al costo por kilómetro y al costo mínimo por viaje.	

2.3.5.5. Control de ingreso diario de vehículos de carga a la compañía

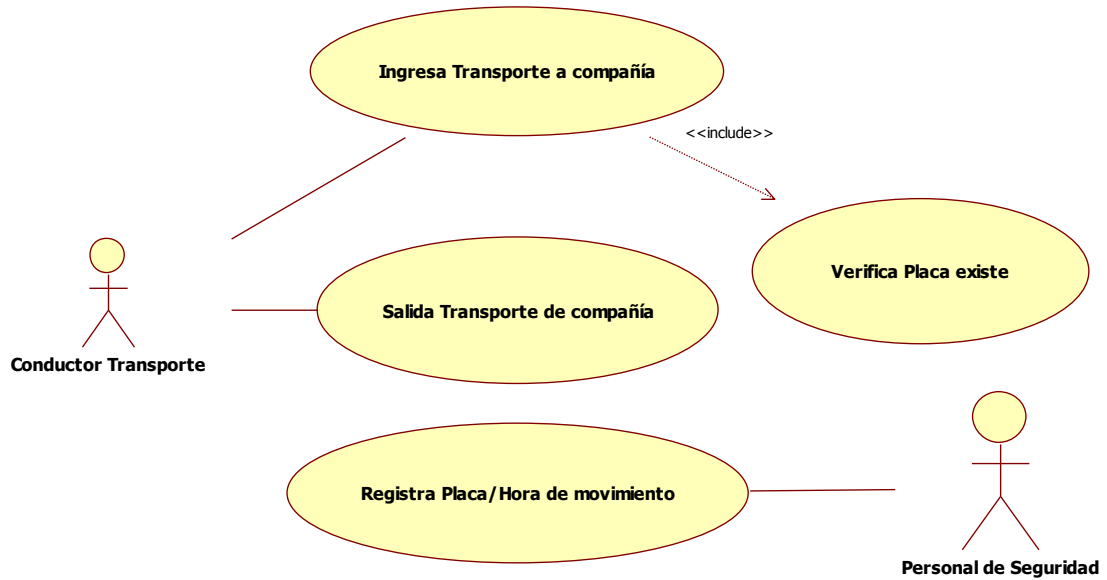


Figura 22 CU-Gestión de transportes (RQF-005)

CASO DE USO		GESTION DE TRANSPORTES
Actores	ACT-006 Personal de Seguridad y ACT-007 Conductor de transporte	
Descripción	Permite el control de ingreso y salidas de transportes de la compañía, los cuales serán identificados por medio de la placa de circulación.	
Precondición	El vehículo debe existir en la base de datos de la compañía. Al transportista se le entrega un carnet de identificación que corresponde al número de placa que conduce, el cual debe presentar cada vez que ingresa a la compañía para que aparezca disponible en el área de asignación de cargas.	
Secuencia Normal	Paso	Acción
	1	El vehículo ingresa o sale de la compañía.
	2	El transportista entrega el carnet al oficial de seguridad.

	3	El oficial de seguridad verifica que el número de placa coincida con la del carnet.
	4	El oficial de seguridad ingresa la placa al sistema y selecciona ingreso o salida dependiendo del tipo de movimiento. Internamente el sistema guarda la fecha y hora del movimiento.
	5	El oficial de seguridad devuelve el carnet al transportista.
Postcondición	La marca de ingreso o de salida de la compañía es utilizada por el sistema para disponer o no del transporte cuando se planifican las entregas. También para mostrar la hora de salida al momento de consultar el estatus de las cargas.	
Excepciones	Paso	Acción
	1	El sistema debe controlar si es entrada, que el último movimiento haya sido de salida ó viceversa.
Comentarios	NA	

2.3.5.6. Ingreso de Pedidos

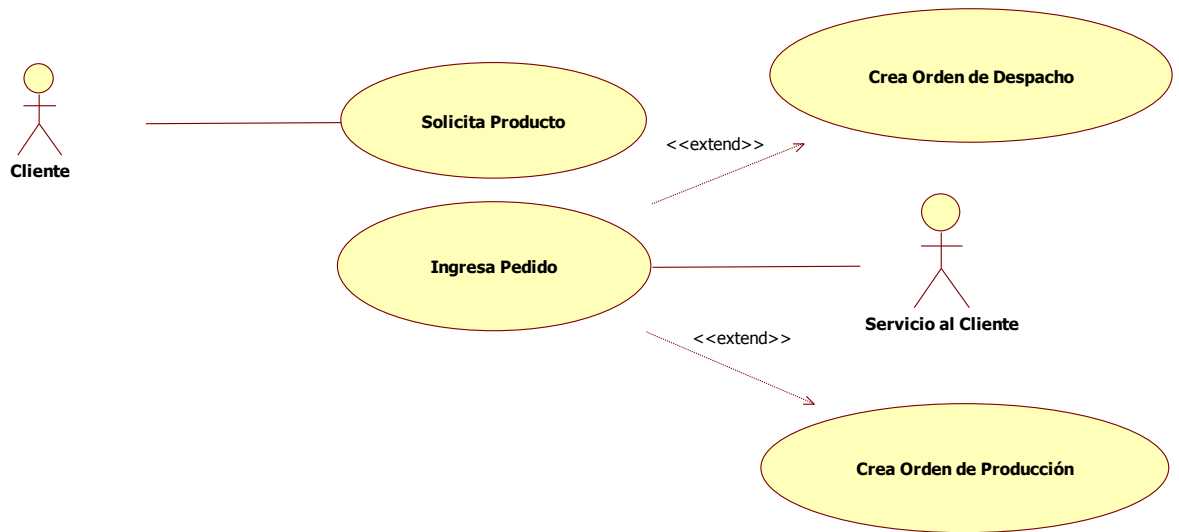


Figura 23 CU-Ingreso de pedidos (RQF-006)

CASO DE USO		INGRESO DE PEDIDOS	
Actores	ACT-002 Cliente y ACT-003 Encargados de Servicio al Cliente		
Descripción	Permite el registro de pedidos de cajas al sistema. Se refiere a la funcionalidad de poder dar de alta, baja o modificar una solicitud de producto cuando es requerido por el cliente.		
Precondición	<ol style="list-style-type: none"> 1. El cliente solicita producto mediante el envío de una orden de compra que respalda la solicitud. 2. El diseño de producto debe existir en la base de datos y debe estar previamente aprobado por el cliente. 		
Secuencia Normal	Paso	Acción	
	1	El encargado ingresa al módulo de pedidos	
	2	El encargado genera un nuevo número de pedido e ingresa el código del cliente respectivo	
	3	El sistema verifica que exista el cliente y revisa la información crediticia. Si tiene problemas de crédito	

		envía una alerta y no permite continuar.
	4	El encargado ingresa el código de producto y la cantidad requerida.
	5	El sistema verifica la existencia del producto y si la cantidad es permitida.
	6	Si el producto existe, el encargado ingresa la fecha requerida por el cliente.
	7	El sistema verifica que exista disponibilidad de producción para la fecha solicitada.
	8	Si no existe espacio, el operador puede buscar una fecha aproximada que se encuentre disponible y luego comunica al cliente.
	9	El encargado da de alta al pedido.
Postcondición	El pedido es ingresado a la base de datos y envía una solicitud electrónica de requerimiento al sistema de producción.	
Excepciones	Paso	Acción
	1	Si el pedido ya fue programado en producción, no puede ser anulado por los encargados de servicio al cliente. Este solo puede ser anulado por un responsable que previamente ha coordinado con el programador de la producción.
	2	El encargado no puede cambiar la fecha original de entrega utilizada por el programador para planificar la producción. Sin embargo sí puede cambiar las fechas de despacho de producto.
Comentarios	Este programa no debe incluirse en el diseño del sistema, ya que actualmente está en operación.	

2.3.5.7. Planificación y registro de la producción

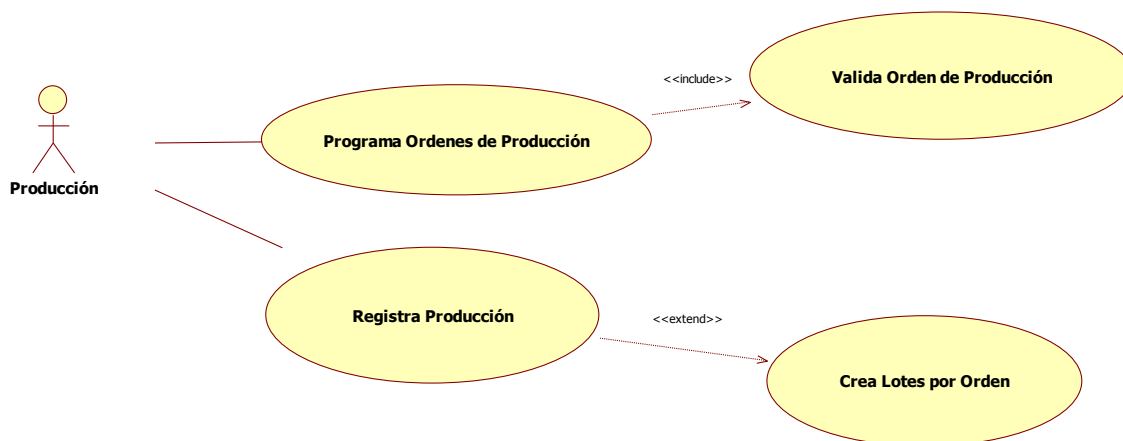


Figura 24 CU-Planificación y registro de producción (RQF-006)

CASO DE USO		PLANIFICACION Y REGISTRO DE PRODUCCION
Actores	ACT-004 Producción	
Descripción	Permite la planificación y registro de producción de pedidos.	
Precondición	Debe existir una solicitud de producto por parte del cliente y estar debidamente ingresada al sistema de pedidos.	
Secuencia Normal	Paso	Acción
	1	El programador ingresa al sistema de planificación de la producción.
	2	El programador selecciona las órdenes que desea programar de acuerdo a su fecha de entrega.
	3	El programador ejecuta el proceso de simulación.
	4	El sistema muestra la simulación de producción por orden, proceso y por turno
	5	El programador aprueba la simulación
	6	El sistema le da de alta a la planificación e inmediatamente aparecen las órdenes en línea en las diferentes operaciones de la planta.
	7	Los operadores de cada proceso ingresan al módulo

		de captura de información de producción.
	8	El operador selecciona la orden que desea procesar
	9	El sistema verifica la orden de acuerdo a su secuencia planificada.
	10	Si la orden es correcta, el operador debe incluir la cantidad producida y generar los lotes correspondientes a cada tarima.
Postcondición	EL sistema graba en la base de datos los lotes por orden de producción y producto.	
Excepciones	Paso	Acción
	1	N/A
Comentarios	Este programa no debe incluirse en el diseño del sistema, ya que actualmente está en operación.	

2.3.5.8. Ingreso de producto terminado

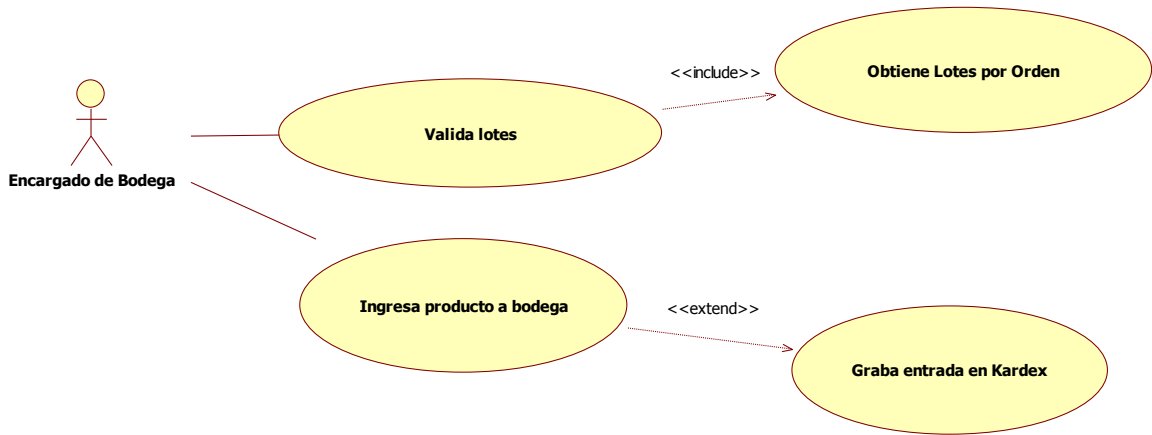


Figura 25 CU-Ingreso de Producto Terminado (RQF-006)

CASO DE USO	INGRESO DE PRODUCTO TERMINADO	
Actores	ACT-005 Encargado de bodega	
Descripción	Permite el ingreso de lotes por orden de producción, que corresponden al producto solicitado por el cliente.	
Precondición	El lote debe existir en la base de datos. Depende del ingreso de lotes en el proceso de registro de lotes en el sistema de producción.	
Secuencia Normal	Paso	Acción
	1	El encargado de bodega ingresa al módulo de registro de entradas a bodega.
	2	El encargado ingresa el código de lote que viene del proceso de producción.
	3	El sistema verifica que exista en la base de datos. Si no existe no le permite continuar.
	4	Si existe el encargado ingresa la cantidad y ubicación dentro de la bodega.
	5	El sistema verifica que la cantidad sea correcta. De lo contrario emite una alerta.

	6	Si está correcto, el encargado confirma la entrada.
Postcondición	Se registran los lotes en la base de datos y quedan disponibles para facturar en el proceso de despacho.	
Excepciones	Paso	Acción
	1	Si el lote no existe, se coordina con el supervisor de producción en turno para resolver problema en sistema de producción.
Comentarios	Este programa no debe incluirse en el diseño del sistema, ya que actualmente está en operación.	

2.3.5.9. Planificador de Entregas

Administrador de Cargas



Figura 26 CU-Administrador de Cargas (RQF-006)

CASO DE USO	ADMINISTRADOR DE CARGAS
Actores	ACT-009 Encargados de Despacho, ACT-008 Operador de Montacargas y ACT-007 Conductor de transporte
Descripción	Permite efectuar los preparativos y la gestión de carga del

	transporte, previa a la entrega del producto.	
Precondición	Las cargas han sido confirmadas previamente en el proceso de planificación de pedidos.	
Secuencia Normal	Paso	Acción
	1	El encargado de despacho ingresa al módulo de planificación de entregas.
	2	Se posiciona en la sección de selección de fechas y elige el día que desea consultar.
	3	En la sección de administración de cargas, el sistema muestra las cargas que han sido definidas en el proceso de planificación.
	4	El encargado de despacho se posiciona en la carga que desea preparar.
	5	El sistema muestra la información principal de la carga, como transportista, hora de salida y hora de entrega.
	6	El sistema verifica la información del cliente y de los productos. Si todo está correcto permite continuar.
	7	El encargado de despacho selecciona la opción de imprimir los lotes correspondientes a cada pedido incluido en la carga.
	8	El sistema emite las boletas que corresponden a cada lote y el encargado las entrega al operador de montacargas.
	9	El operador de montacargas busca los lotes respectivos y los coloca en la zona de carga
	10	El transportista procede a cargar el transporte de acuerdo al orden sugerido en la carga planificada.
Postcondición	Después de preparada la mercadería en el respectivo transporte, el sistema actualiza el estatus como “Alistada”.	
Excepciones	Paso	Acción

	1	Si el cliente tiene problemas de crédito, el sistema emite una alerta y no permite continuar el proceso.
	2	Si el producto tiene problemas de disponibilidad en bodega, el sistema emite una alerta y no permite continuar con el proceso.
Comentarios	N/A	

Elimina Cargas

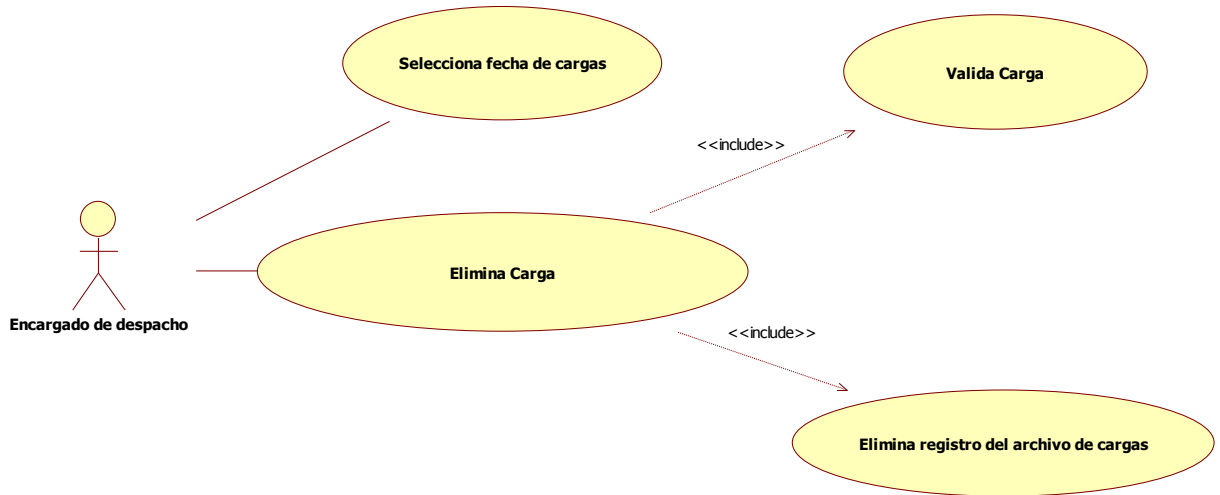


Figura 27 CU-Elimina Cargas (RQF-006)

CASO DE USO		ELIMINA CARGAS
Actores	ACT-009 Encargados de Despacho	
Descripción	Permite eliminar cargas que aun no han sido enviadas para su proceso de entrega.	
Precondición	Las cargas han sido confirmadas previamente en el proceso de planificación de pedidos.	
Secuencia Normal	Paso	Acción
	1	El encargado de despacho ingresa al módulo de planificación de entregas.
	2	Se posiciona en la sección de selección de fechas y elige el día que desea consultar.
	3	En la sección de administración de cargas, el sistema muestra las cargas que han sido definidas en el proceso de planificación.

	4	El encargado de despacho se posiciona en la carga que desea eliminar.
	5	El sistema muestra la información principal de la carga, como transportista, hora de salida y hora de entrega.
	6	El operador presiona el botón de eliminar.
	7	El sistema verifica que la carga no haya sido alistada o enviada y si no hay problema elimina la carga.
Postcondición	El sistema habilita los pedidos vinculados a la carga eliminada, para que estén disponibles para seleccionar en otra carga.	
Excepciones	Paso	Acción
	1	Si la carga ya ha sido enviada al cliente, el sistema no permite eliminarla del sistema
Comentarios	N/A	

Planifica Pedidos



Figura 28 CU-Planifica Pedidos (RQF-006)

CASO DE USO	PLANIFICA PEDIDOS
Actores	ACT-009 Encargados de Despacho
Descripción	Permite efectuar la planificación de entregas a clientes, según las ordenes de despacho ingresadas por el departamento de

	servicio al cliente. Se desplegará inicialmente una lista de pedidos pendientes de entrega y tendrá la visibilidad de todos los recursos disponibles para planificar.	
Precondición	Se debe tener disponible el software de consulta de posiciones geográficas y con el mapa de Costa Rica debidamente actualizado.	
Secuencia Normal	Paso	Acción
	1	El encargado de despacho ingresa al módulo de planificación de entregas.
	2	Se posiciona en la sección de selección de fechas y elige el día que desea planificar.
	3	En la sección de administración de pedidos, el sistema muestra los pedidos con fecha igual a la elegida y que aun no han sido planificados.
	4	El encargado de despacho selecciona sugerir grupos de envío.
	5	El sistema analiza los elementos disponibles como cliente, fechas de entrega, prioridades, zona/destino, transporte y existencias de inventario.
	6	El sistema muestra una sugerencia de grupos de carga y emite alertas en los registros que encuentran problemas. Además el sistema va mostrando el resultado del aprovechamiento de carga en cada transporte y el costo correspondiente.
	7	El encargado de despacho verifica que los grupos de carga sugeridos no posean alertas y procede a aprobar las nuevas cargas.
	8	El sistema asigna un número de carga y despliega el resultado en la sección de administración de cargas.
Postcondición	El sistema graba las nuevas cargas y deshabilita los pedidos para que no puedan ser asignados nuevamente.	

Excepciones	Paso	Acción
	1	<p data-bbox="678 247 1365 338">Si existen alertas, el sistema muestra mensajes según la validación respectiva:</p> <ul data-bbox="727 359 1365 625" style="list-style-type: none"> <li data-bbox="727 359 1198 394">• Cliente con problemas de crédito <li data-bbox="727 415 1243 451">• No hay stock de producto en bodega <li data-bbox="727 472 1365 562">• Pedido sin ruta asignada o distancia sin definir. <li data-bbox="727 583 1101 619">• Sin transporte disponible. <p data-bbox="678 640 1365 730">Si existe una alerta, no es posible continuar el proceso.</p>
Comentarios	N/A	

Entrega de Producto

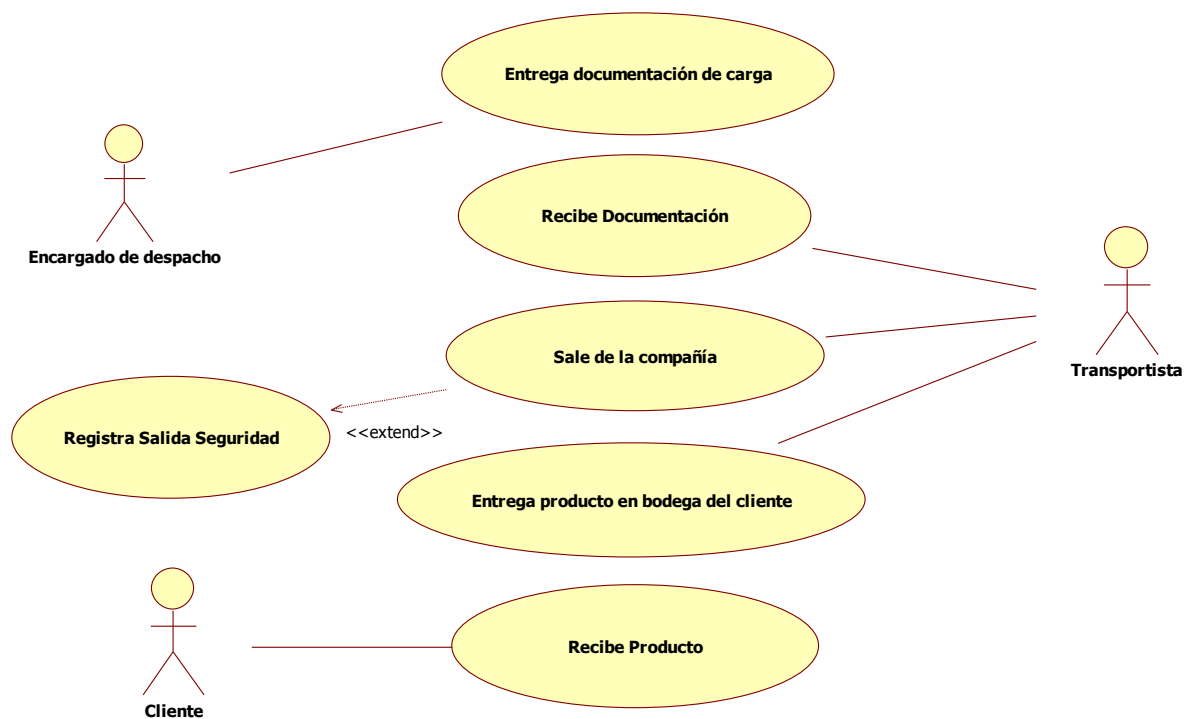


Figura 29 CU-Entrega de Producto (RQF-006)

CASO DE USO		ENTREGA DE PRODUCTO
Actores	ACT-009 Encargados de despacho, ACT-007 Conductor de transporte, ACT-002 Cliente	
Descripción	Permite el control de las cargas a partir de la salida de la zona de carga de la compañía.	
Precondición	El proceso de alistado y facturación debe llevarse a cabo antes de proceder con la entrega en las bodegas del cliente.	
Secuencia Normal	Paso	Acción
	1	El encargado de despacho entrega la documentación respectiva al transportista.
	2	El transportista recibe la documentación y procede a

		salir de la compañía.
	3	El transportista entrega el carnet que lo identifica como transportista, al encargado de seguridad.
	3	El encargado de seguridad ingresa al módulo de control de ingresos y salidas de transporte.
	4	El encargado de seguridad ingresa el número de placa y el respectivo movimiento de salida.
	5	El sistema verifica la placa.
	6	El oficial de seguridad devuelve el carnet al transportista y se dirige hacia la bodega del cliente.
	7	El transportista entrega el producto al cliente en la hora acordada.
	8	El cliente recibe la mercadería
	9	Después de entregada tanto la mercadería como la documentación, el transportista llama a la empresa el Industrial para reportar la entrega.
Postcondición	Por cada registro, el sistema graba internamente una marca de fecha y hora del movimiento.	
Excepciones	Paso	Acción
	N/A	
Comentarios	N/A	

Reporte de entrega de producto

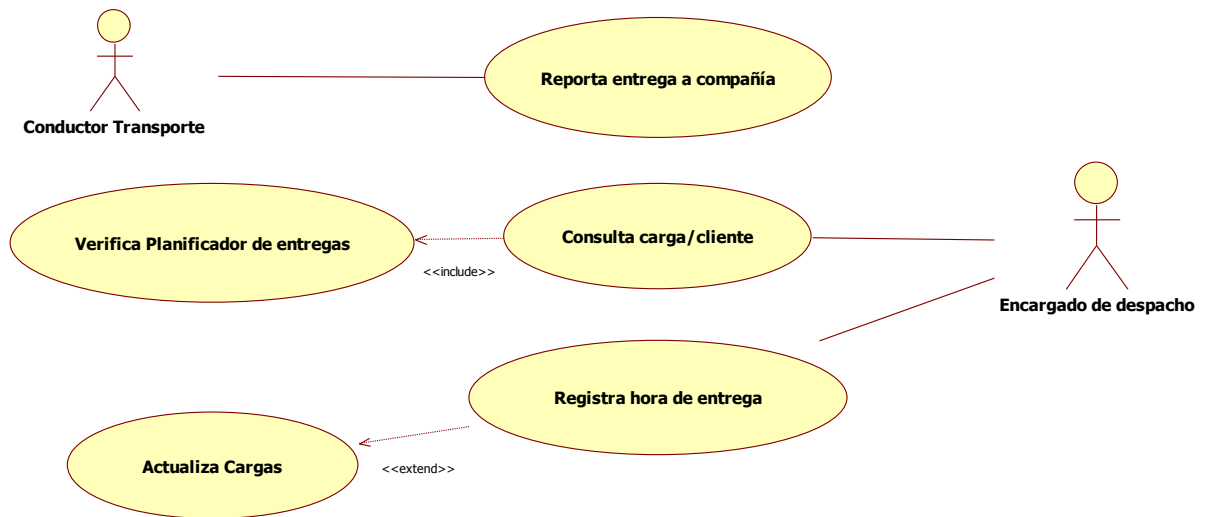


Figura 30 CU-Reporte de entrega de producto (RQF-006)

CASO DE USO		REPORTE DE ENTREGA DE PRODUCTO
Actores	ACT-009 Encargados de despacho y ACT-007 Conductor de transporte	
Descripción	Permite registrar la hora de entrega de producto, de acuerdo a cada cliente.	
Precondición	N/A	
Secuencia Normal	Paso	Acción
	1	El conductor del transporte llama a la compañía para reportar la entrega en la bodega del cliente.
	2	El encargado de despacho ingresa al módulo de planificación de entregas.
	3	Se posiciona en la sección de selección de fechas y elige el día donde se encuentra el pedido que desea actualizar.
	4	En la sección de administración de cargas, el sistema

		muestra las cargas que han sido definidas en el proceso de planificación.
	5	El usuario se posiciona en la carga que desea actualizar.
	6	En la sección de administración de pedidos, el sistema muestra lo pedidos que conforman la carga seleccionada anteriormente.
	7	El encargado de despacho actualiza la hora de entrega para cada pedido que conforma la carga del cliente.
Postcondición	Al actualizar la hora de entrega, la información queda disponible para la consulta de carga diaria.	
Excepciones	Paso	Acción
	N/A	
Comentarios	N/A	

2.3.5.10. Consultas

Consulta de carga diaria

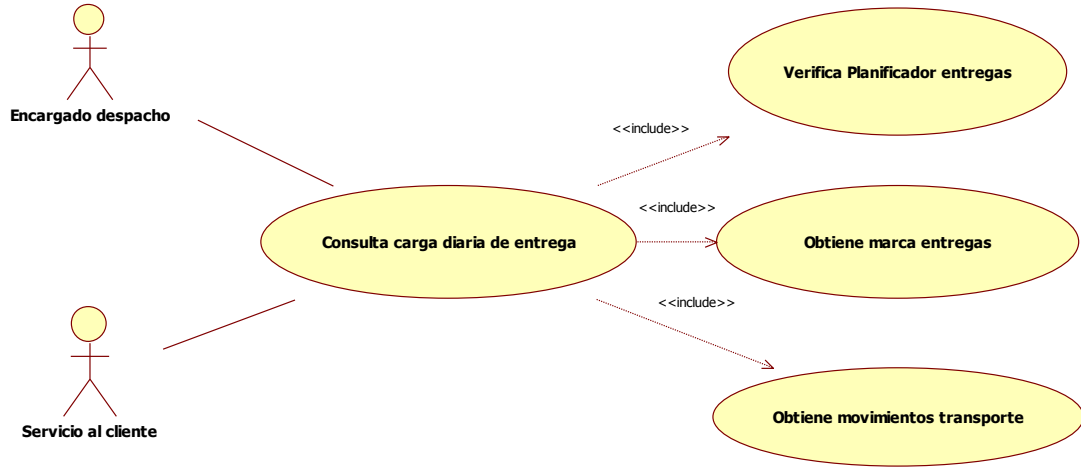


Figura 31 CU-Consulta de carga diaria (RQF-007)

CASO DE USO	CONSULTA DE CARGA DIARIA	
Actores	ACT-002 Encargados de Servicio al Cliente y ACT-006 Encargados de Despacho	
Descripción	El sistema debe permitir la consulta de carga diaria, donde se muestre el detalle de pedidos que están pendientes de entrega, los que están en proceso de carga, los que ya han sido enviados el cliente y los que ya fueron entregados.	
Precondición	Se debe completar el proceso de planificación de cargas para que los usuarios puedan realizar consultas.	
Secuencia Normal	Paso	Acción
	1	El usuario ingresa al módulo de consulta
	2	Se posiciona en la sección de selección de fechas y elige el día que desea consultar.
	3	En la sección de cargas, el sistema muestra las cargas que han sido definidas en el proceso de planificación.

	4	El usuario se posiciona en la carga que desea consultar.
	5	El sistema muestra la información principal de la carga, como transportista, hora de salida y hora de entrega.
	6	En el área de pedidos, el sistema muestra el detalle de productos a entregar, relacionados con la carga seleccionada en la parte superior de la pantalla.
Postcondición	N/A	
Excepciones	Paso	Acción
	N/A	
Comentarios	N/A	

Consulta de transporte disponible

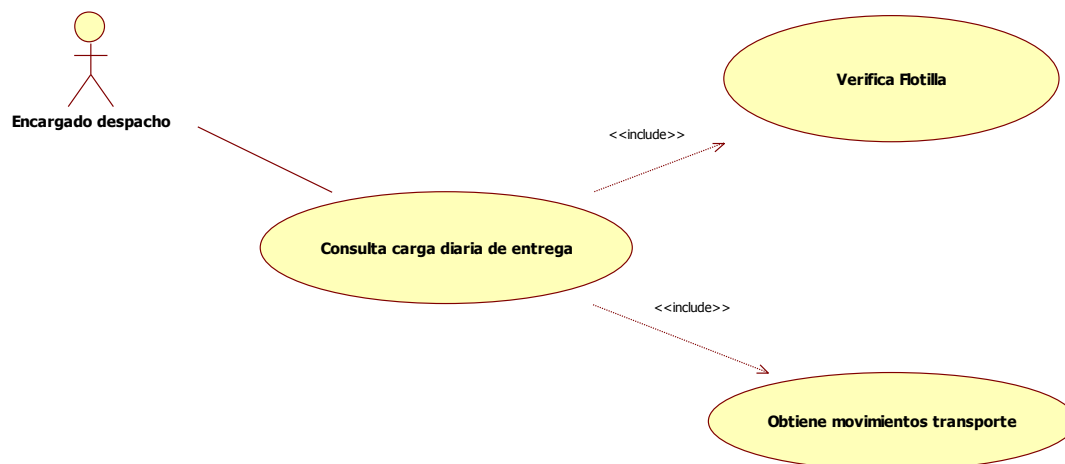


Figura 32 CU-Consulta de transporte disponible (RQF-008)






















CASO DE USO	CONSULTA DE TRANSPORTE DISPONIBLE
Actores	ACT-006 Encargados de Despacho
Descripción	El sistema debe permitir la consulta de transporte disponible, donde se muestre el detalle de vehículos que han ingresado a través del módulo de gestión de transporte. Además se puede consultar el estatus del vehículo, el cual puede ser pendiente de

	asignar, en proceso de carga o fuera de la compañía.	
Precondición	Se debe completar el proceso de ingreso de transporte en la pantalla de gestión de transporte.	
Secuencia Normal	Paso	Acción
	1	El usuario ingresa al módulo de consulta
	2	Selecciona la opción de consulta de cola de transporte.
	3	El sistema muestra los vehículos disponibles.
	4	El sistema permite desplazarse por cada registro o avanzar páginas (scroll)
Postcondición	N/A	
Excepciones	Paso	Acción
	N/A	
Comentarios	N/A	

3. Decisión y justificación de compra o desarrollo interno

En esta sección analizamos algunas opciones que nos van a dar la pauta para decidir si se adquiere un software de planificación estándar, comprado a un proveedor externo o si se desarrolla la aplicación internamente con el equipo de trabajo actual.

3.1. Análisis comparativo de implementación de software de logística

Ítem	Categoría	Detalle	Desarrollo interno	Compra	Subcontrato
1	 Inversión (En USD)	De acuerdo al cálculo realizado en ms-Project y una cotización enviada por un proveedor especialista en el tema.	\$9,600.00	\$50,100.00	\$19,000.00
2	 Tiempo de implementación (En días)		106	30	66
3	 Retorno de la inversión	Basado en un ahorro del 1% sobre el costo de transporte	1 año	5 años	2 años
4	Enlace con MRP	Interfaz directa con el sistema de planificación de la producción			
5	Algoritmo Logístico				
6	Mejores Prácticas del mercado				
7	Uso de nuevas tecnologías				
8	Modificación inmediata	Tropicalización y adaptaciones en forma inmediata			
9	Aplazamiento de otras tareas	Dedicación exclusiva de equipo de trabajo interno			

Para elaborar este análisis se llevó a cabo un estudio de mercado, en donde se tomaron en cuenta proveedores de software de logística y empresas de desarrollo bajo la modalidad de subcontrato.

En síntesis general se determina que el tipo de sistema que se busca es muy particular y las empresas que se dedican a este nicho de mercado, ofrecen alternativas que consisten en instalar un módulo general de administración de cargas (algoritmo de manejo de colas) y el resto de la implementación, se refiere al análisis estadístico y desarrollo de los componentes de información necesarios para que el modelo funcione correctamente.

También se considera la experiencia y conocimiento que tienen las empresas de software especialistas en este tipo de sistemas, en donde incorporan años de conocimiento en el tema.

En cuanto al personal propio o subcontratado se evalúa la calidad técnica de desarrollo y al grado de conocimiento que se tenga en las aplicaciones actuales, con el fin de que la integración del nuevo módulo con el resto de la cadena de valor se logre con mayor rapidez.

Entre las categorías que se consideraron para elaborar el cuadro comparativo tenemos:

Monto de la inversión:

El valor del sistema y la recuperación del monto invertido es una de las principales variables a considerar en la decisión de comprar o desarrollar internamente. En el caso del desarrollo interno se utilizó MS-Project para estimar un proyecto que incorpora en forma macro las

tareas necesarias para desarrollar el producto, con los recursos actuales con que cuenta el departamento de informática de la empresa El Industrial. (Ver anexo 1). Para el caso del cálculo del subcontrato, igualmente se creó un proyecto que incluye las tareas necesarias para desarrollar el producto con un recurso externo. (Ver anexo 2). Por último, para el caso de la compra de un sistema estándar, se contactó un proveedor especialista en el tema y con una solución que ya funciona en otras plantas de corrugado.

Tiempo de implementación:

El tiempo estimado de implementación se calcula de acuerdo a las tareas contempladas en los proyectos de desarrollo interno o bajo el esquema de subcontrato, con la respectiva disponibilidad de tiempo de cada recurso (Ver anexos 1 y 2). Para el caso de la compra a un tercero, el proveedor calcula el tiempo aproximado con base en la experiencia sobre instalaciones efectuadas en otras plantas.

Recuperación de la inversión:

El dato se obtiene con base al ahorro estimado que se va a obtener con la automatización del proceso de la logística de distribución. Se analiza el comportamiento del envío de las cargas, con base en la información estadística de los últimos 6 meses, para determinar el volumen utilizado, el costo unitario y el peso promedio por metro cúbico de acuerdo al destino de envío de la mercadería. Con base a lo anterior se toma como referencia una proyección de ventas de 2,900

toneladas métricas mensuales y se calcula el costo total según el costo unitario derivado en el paso anterior. Por último, a este costo se le aplica un 1% de disminución o ahorro que la Gerencia General de la empresa fija como meta, a partir de la implementación del proceso automatizado, la cual corresponde a un monto proyectado mensual de \$ 779.00. El tiempo estimado que tomará recuperar la inversión, se logra dividiendo el costo total de cada opción entre el ahorro mensual que se estima obtener y luego se traduce en años. (Ver anexo 3).

Interfaz directa con el MRP de la compañía:

Para el caso de la compra del sistema, esta opción tiene la ventaja que se integra en forma implícita con el sistema actual de planificación de la producción ya que pertenecen al mismo proveedor. Lo que significa que el modelo aprovecha datos que provienen del sistema de producción relacionados con productos que están prontos a salir, los cuales pueden considerarse en la preparación de las cargas al momento de planificar la logística de distribución. Para el caso del desarrollo interno, no se incorpora información proveniente del MRP¹⁵ en el alcance del diseño.

Algoritmo Logístico:

Para el caso de la compra del sistema, la opción ya incorpora un algoritmo de planificación automática para la distribución de producto,

¹⁵ Material requirements planning (Planificación de los requerimientos de material)

sin embargo para las otras dos opciones de desarrollo interno y subcontratado, esta funcionalidad debe crearse desde cero.

Mejores prácticas del mercado:

Las funciones de un sistema estándar, se basan en las mejores prácticas del mercado, que además incorporan mejoras y recomendaciones de muchos clientes que pertenecen al mismo sector de mercado donde se encuentra la empresa El Industrial. Generalmente estos sistemas contienen parámetros que permiten trabajar de múltiples maneras, en donde el cliente decide si aprovecha o no las diferentes funcionalidades, sin que esto afecte su manera de trabajar. Por otro lado, el desarrollo propio incorpora las prácticas utilizadas en la misma empresa, muchas de las cuales incluyen vicios y pueden ser tan buenas o tan malas según sean esas formas de trabajo.

Uso de nuevas tecnologías:

Generalmente los proveedores de software se actualizan permanentemente en temas de tecnología informática e incorporan en sus sistemas funcionalidades que dependen del uso de dispositivos que no son de uso común o no están dentro del alcance o interés de empresas como El Industrial. Específicamente para este caso, la opción de compra incluye la adquisición de mapas geográficos digitales para visualización de envíos y software especializado para acomodo de carga dentro de los contenedores. Desactivar estas funcionalidades podría limitar o disminuir la precisión de los cálculos

que conlleven a realizar una planificación eficiente, además esta condición significaría un atraso importante en la implementación, ya que se tendrían que readecuar procesos que sustituyan los procesos automatizados.

Modificación inmediata:

En el caso del desarrollo interno, una de las principales ventajas es que el sistema se puede corregir o mejorar en forma inmediata, además se pueden desarrollar funciones especiales o propias de la empresa que podrían ser consideradas como ventaja competitiva dentro del mercado. Al contrario, en el caso de un contrato de soporte adquirido con la compra de un determinado sistema, cualquier mejora o cambio inmediato, debe ser primero analizado y aprobado por un comité que pertenece al proveedor, en donde se decide si estos cambios convienen al resto de los clientes o corresponde a una particularidad de una empresa en especial. Si se determina que es una particularidad, generalmente el proveedor envía una cotización con su respectivo costo y con el tiempo necesario de desarrollo según sus cálculos.

Aplazamiento de otras tareas:

Se refiere al atraso o aplazamiento de otros proyectos o tareas que deben sacrificarse, por la dedicación parcial o exclusiva del equipo de trabajo interno en el desarrollo de este proyecto. En el caso del subcontrato o compra este punto es mínimo o no aplica.

3.2.Decisión

El cuadro es presentado a la Gerencia General y cada punto se lleva a discusión.

En términos generales se puede concluir que la opción de compra de software estándar lleva la ventaja en temas relacionados con funcionalidad, mejores prácticas, tiempo de implementación, uso de nuevas tecnologías y soporte, sin embargo el costo no está dentro de los planes estratégicos a mediano plazo. Otro de los puntos en contra corresponde a que el software integra una aplicación Microsoft llamada Map-Point, la cual integra mapas detallados de Estados Unidos y Europa, sin embargo para el caso de Costa Rica no aseguran un mapa geográfico completo del país, lo cual podría restarle funcionalidad a la aplicación.

Referente a la opción del desarrollo interno, se cuestiona el tiempo requerido y las consecuencias del aplazamiento de otras tareas, sin embargo la Gerencia está dispuesta a asumir la asignación del recurso por ser una opción económica para sus intereses. Además el tiempo de recuperación de la inversión sería mucho menor comparada con la opción de compra de software.

Por lo anterior, la Gerencia acuerda el uso de recursos internos para el diseño y desarrollo del sistema de logística de distribución a partir de este momento, acorde a los tiempos preestablecidos.

4. Diseño y desarrollo de nuevo modelo de logística de distribución

Este capítulo incluye los detalles del diseño del sistema utilizado para llevar a cabo este proyecto, además se indican las particularidades al momento de su implementación. También incluye la formulación y planteamiento del modelo matemático que será utilizado para obtener la función de planificación y solución al problema, utilizando para ello, modelos de programación lineal. Este modelo se basa en un ejemplo con información de prueba muy similar a los datos reales utilizados en la compañía.

4.1. Enunciado del problema de programación lineal

La empresa el Industrial requiere un algoritmo de programación lineal que le ayude a solucionar un problema de logística de despacho de producto. Actualmente el proceso se realiza en forma manual y no existe ningún control sobre el manejo del costo de envío.

Se cuenta con la siguiente información:

- Pedidos confirmados por servicio al cliente y ventanas de tiempo de entrega.
- Sectorización de destinos (Clúster) y pago por kilómetro.
- Gestión de Transporte: Disponibilidad m³ y control “Primero en entrar, Primero en Salir” de la compañía, utilizado para la asignación cargas.

Qué se busca?

- Puntualidad en las entregas de producto a los clientes.
- Reducir el costo en el proceso logístico de distribución.
- Optimizar el aprovechamiento volumétrico, el transporte, así como el tamaño y variedad de la flota requerida.

Ejemplos de datos y consideraciones

Pedidos:

Cada pedido incluye el producto, los metros cúbicos a utilizar, el destino, el clúster al cual pertenece y la fecha de entrega.

Tabla de Pedidos

No Pedido	No Destino	Destino	Cluster	Cliente	Artículo	Cantidad	Cubicaje m3	Fecha Entrega
100	11	Bodega X1 San José	1	C25	C008101	2000	16	25/02/2012
101	43	Bodega K3 San Carlos	3	A10	A001008	3500	12	25/02/2012
102	25	Bodega A2 Siquirres	2	S67	S001026	2500	22	25/02/2012
103	28	Finca U8 Guápiles	2	S88	T008002	3500	12	25/02/2012
104	77	Bodega L6 Puntarenas	4	P23	P010123	4500	16	25/02/2012
105	13	Bodega R1 Pavas	1	D11	D456681	1000	9	25/02/2012
106	26	Bodega E4 Limón	2	R86	R076589	1500	10	25/02/2012
107	12	Bodega S1 Heredia	1	Y11	Y200201	5600	33	25/02/2012

Destinos:

Cada destino pertenece a un clúster y cada clúster agrupa una serie de destinos con la información de distancia y tiempos de transporte (**Distancias por clúster**). Estos datos serán utilizados posteriormente para calcular el costo del viaje, tomando como base el total de kilómetros recorridos. Otra restricción importante es la ventana de tiempo que se acuerda con cada cliente para recibir su producto (**Horarios**).

Tabla de Destinos

No Destino	Destino	Cluster
0	CD Principal	0
11	Bodega X1 San José	1
12	Bodega S1 Heredia	1
13	Bodega R1 Pavas	1
25	Bodega A2 Siquirres	2
26	Bodega E4 Limón	2
28	Finca U8 Guápiles	2
42	Bodega P9 Zarcero	3
43	Bodega K3 San Carlos	3
77	Bodega L6 Puntarenas	4

Tabla Horarios

No Destino	Horario
11	de 7am a 5pm
12	de 7am a 5pm
13	de 11am a 2pm
25	de 7am a 5pm
26	de 11am a 2pm
27	de 11am a 2pm
42	de 7am a 5pm
43	de 7am a 5pm
77	de 7am a 5pm

Clústeres:

Los Clústeres son grupos geográficos que incluyen destinos considerados cercanos entre sí o vecinos [10]. Esta condición facilita el proceso de agrupamiento de pedidos al momento de calcular los viajes.

Tabla Clúster

Cluster	Horario
0	CD
1	GAM
2	Limón
3	Zona Norte

4 Puntarenas

Tabla distancias por cluster

Cluster	Dest_Origen	Dest_Final	Distancia Km	Tiempo min
1	0	11	15	35
1	0	12	18	40
1	0	13	16	35
1	11	12	17	40
1	11	13	9	25
1	12	13	15	40
1	11	0	15	35
1	12	0	18	40
1	13	0	16	35
1	12	11	17	40
1	13	11	9	25
1	13	12	15	40
2	0	25	130	180
2	0	26	165	240
2	0	28	100	120
2	25	26	47	60
2	25	28	30	30
2	26	28	68	65
2	25	0	130	180
2	26	0	165	240
2	28	0	100	120
2	26	25	47	60
2	28	25	30	30
2	28	26	68	65
3	0	42	70	75
3	0	43	105	135
3	42	43	35	45
3	42	0	70	75
3	43	0	105	135
3	43	42	35	45
4	0	77	108	125
4	77	0	108	125

Transporte:

Se cuenta con la información del transporte disponible, a su vez se tienen los datos de capacidad total en m³ por cada vehículo, el costo por km, el pago mínimo en caso que sean pocos kilómetros de recorrido y la posición en la cual ingresa diariamente a la compañía (Se da prioridad al primero que ingresa).

Tabla Transporte

Placa	Dueño	Capacidad m ³	Costo Km	Pago Min	Posición Ingreso
989765	Juan V.	36	1,200.00	17,000.00	1
412866	Raúl S.	18	850.00	13,000.00	2
891344	Carlos A.	30	1,000.00	15,000.00	3
748569	Jorge S.	13	750.00	10,000.00	4
896554	A&G	47	1,300.00	17,000.00	5

Consideraciones:

1. El modelo debe considerar todos los elementos mencionados anteriormente.
2. No se conoce la ruta de envío, por lo cual el modelo debe calcularla con el objetivo que sea la de menor costo y con el mejor aprovechamiento de espacio.
3. Uno de los objetivos es lograr agrupar los pedidos por el clúster respectivo. De esta manera el sistema deberá construir el viaje de acuerdo a una ruta lógica.

4.2. Formulación del modelo matemático

El problema de logística de distribución identificado anteriormente, aplica dentro de los modelos de solución para ruteo de vehículos, el cual generalmente es una complicación que siempre deben enfrentar las empresas que realizan la distribución

como parte del servicio al cliente. Esto a su vez abarca el cómo resolver la atención de la demanda de los clientes con los medios de transporte existentes o los que se subcontratan.

Enrique Acuña, en su tesis de maestría¹⁶ menciona: *El problema del ruteo de vehículos siempre busca satisfacer la demanda de los clientes a mínimo costo, sujeto a muchas restricciones.*

Para este problema aplicaremos el modelo The Vehicle Routing Problem with Time Windows (VRPTW) o ruteo de vehículos con ventanas de tiempo, ya que es el modelo que mejor se adapta por su funcionalidad y además considera la capacidad de los vehículos y las ventanas de tiempo que estos deben cumplir para realizar las entregas correspondientes.

El ruteo de vehículos con ventanas de tiempo (VRPTW) [11], es una variación del problema de ruteo de vehículos, pero impone restricciones de ventanas de tiempos que deben cumplir los vehículos para realizar sus entregas. En el caso del VRPTW existen dos versiones: con restricciones de ventanas de tiempo blandas, las cual pueden ser violadas a un cierto costo, y con restricciones de ventanas de tiempo enteras las cuales no pueden ser violadas.

El VRPTW puede ser formalmente modelado como se muestra a continuación:

$$1. \quad \text{Min} \quad \sum_k \sum_{ij} c_{ij} \cdot x_{ijk}$$

¹⁶ Enrique Acuña, Tesis de Magister en Gestión de Operaciones de la Universidad de Chile

Sujeto a:

$$2. \quad \sum_k \sum_j x_{ijk} = 1 \quad \forall i \in N$$

$$3. \quad \sum_j x_{0jk} = 1 \quad \forall k \in K$$

$$4. \quad \sum_i x_{ijk} - \sum_i x_{jik} = 0 \quad \forall k \in K, \forall j \in N$$

$$5. \quad \sum_i x_{i,n+1,k} = 1 \quad \forall k \in K$$

$$6. \quad w_{ik} + s_i + t_{ij} - w_{jk} \leq (1 - x_{ijk}) \cdot M \quad \forall k \in K, (i, j) \in A, M \gg 0$$

$$7. \quad a_i \cdot \sum_j x_{i,j,k} \leq w_{ik} \leq b_i \cdot \sum_j x_{i,j,k} \quad \forall k \in K, i \in N$$

$$8. \quad E \leq w_{ik} \leq L \quad \forall k \in K, i \in \{0, n+1\}$$

$$9. \quad \sum_i d_i \cdot \sum_j x_{ijk} \leq C \quad \forall k \in K$$

$$10. \quad x_{ijk} \geq 0 \quad \forall k \in K, i \in A$$

$$x_{ijk} \in \{0,1\} \quad \forall k \in K, i \in A$$

11.

4.3.Explicación del modelo

El modelo de programación lineal entera propuesto distribuye la capacidad de los vehículos entre los diferentes destinos que se visitan durante cada viaje que se realiza en el ruteo. El objetivo de la solución se puede dividir en dos partes: buscar eficiencia en el servicio y reducir los costos del transporte. Esto se puede ver en la función objetivo que incorpora ventanas de tiempo superior e inferior y además busca reducir los costos de transporte. En ocasiones estos dos objetivos se contraponen ya que una mejora en el nivel de servicio no siempre significa una disminución en el costo de transporte.

4.3.1. Parámetros

Los parámetros son aquellos datos necesarios para que el modelo pueda ejecutarse y arrojar una solución al problema de ruteo. A continuación se detallan los distintos parámetros requeridos por el modelo:

- N , es el conjunto de todos los destinos.
- A , es N con el centro de distribución incluido.
- a_i , es el minuto del día inferior en el cual debe llegar el vehículo al destino correspondiente.

- b_i , es el minuto del día superior en el cual debe llegar el vehículo al destino correspondiente.
- k , representa al número de vehículo.
- i , representa al origen ó punto de partida. Cuando se refiere al centro de distribución toma el valor de 0 cuando es de salida o $1+n$ cuando es de regreso. Para $1+n$ se asignará un valor de 99 para diferenciarlo del punto de partida.
- j , representa el destino.
- K , conjunto de vehículos.
- w_{ik} , tiempo inicial del servicio en el origen.
- S_{ki} , es el tiempo que se demora el vehículo k en descargar el producto en el destino i . Para efectos de este proyecto asignamos un tiempo estándar de 30 minutos por vehículo.
- t_{ijk} , es el tiempo, en minutos, que le toma al vehículo k para viajar desde el punto i hasta el punto j , donde los puntos corresponden a un destino o al centro de distribución. Estos tiempos se encuentran en la tabla de distancias por clúster¹⁷ mostradas en el capítulo 4.1.
- w_{jk} , tiempo inicial del servicio en el destino.
- M , se le asigna un valor grande para forzar un resultado. En este caso para obligar a que no se puede partir del destino hasta que llegue al mismo.

¹⁷ Los Clúster son grupos geográficos que incluyen destinos considerados cercanos entre sí o vecinos.

- $[E, L]$, Ventana de tiempo. El tiempo inicial del servicio debe estar dentro de esta ventana de tiempo.
- C_k , es la capacidad de carga, en metros cúbicos, del vehículo k. Estas se presentan en la tabla de transporte mostrada en el capítulo 4.1.
- d_i , es la demanda, en metros cúbicos del destino i .

4.3.2. Variables

Las variables son números reales mayores o iguales a cero. En caso que se requiera que el valor resultante de las variables sea un número entero, el procedimiento de resolución se denomina Programación entera.

- c_{ij} , es el costo de viaje de cada vehículo por minuto, desde el punto i hasta el punto j. Este costo se calcula dividiendo el costo de cada viaje de cada vehículo, por el tiempo que le toma realizar el viaje.
- X_{ijkn} , que toma el valor 1 si el vehículo k va desde el destino i hasta el destino j en el viaje¹⁸ n , de lo contrario se asigna 0. Para este modelo, el centro de distribución se cuenta como un destino más. El centro de distribución se representa como $i = 0$ ó $i = 1 + n$ (regreso).

¹⁸ Un viaje es el trayecto de un vehículo que parte y termina en el CD después de visitar uno o más destinos

4.3.3. Función objetivo

$$\text{Min} \sum_k \sum_{ij} c_{ij} \cdot x_{ijk}$$

La función objetivo representa el costo total del tiempo de viaje o distancia recorrida total. Se requiere encontrar la mínima distancia de recorrido total utilizando el menor número de vehículos. La variable x_{ijk} , toma valor de uno cuando el vehículo k atiende la ruta que va del cliente i al cliente j . El centro de distribución se representa como $i = 0$ cuando el vehículo sale ó $i = 1 + n$ cuando viene de regreso.

4.3.4. Restricciones

A continuación se presenta cada una de las restricciones del modelo y se explica su utilidad:

2. Asignación de rutas.

$$\sum_k \sum_j x_{ijk} = 1 \quad \forall i \in N$$

Limitan la asignación de cada cliente a una sola ruta vehicular, esto es, el cliente es atendido por un sólo vehículo (No incluye el centro de distribución).

Se muestra un ejemplo de acuerdo a los valores indicados en el capítulo anterior:

CLUSTER 1 (11-12-13)

Destino 11

$$\begin{aligned} X1101+X11121+X11131+ X1102+X11122+X11132+X1103+ \\ X11123+X11133+ X1104+X11124+X11134+X1105+ \\ X11125+X11135=1 \end{aligned}$$

3. Asignación de clientes.

$$\sum_k \sum_j x_{ijk} = 1 \quad \forall i \in N$$

Definen el número de clientes j que son directamente alcanzables desde el centro de distribución 0 utilizando el vehículo k , esto es, para cada vehículo k , sólo un cliente j se puede alcanzar partiendo del centro de distribución.

Se muestra un ejemplo de acuerdo a los valores indicados en el capítulo anterior:

Vehículo 1

$$X0111+X0121+X0131+X0251+X0261+X0281+X0421+X0431+X0771=1$$

4. Número de vehículos que llegan al destino es el mismo número que salen del mismo.

$$\sum_i x_{ijk} - \sum_i x_{jik} = 0 \quad \forall k \in K, \forall j \in N$$

Indica para cada unidad vehicular que, la diferencia del número de clientes i desde los cuales el cliente j es directamente alcanzable, con respecto del número

de clientes i que son directamente alcanzables desde el cliente j , es cero, esto es, el número de vehículos que llegan a un cliente es el mismo número de vehículos que sale.

Se muestra un ejemplo de acuerdo a los valores indicados en el capítulo anterior:

Destino 11

$$X1101+X11121+X11131-X0111-X12111-X13111=0$$

$$X1102+X11122+X11132-X0112-X12112-X13112=0$$

$$X1103+X11123+X11133-X0113-X12113-X13113=0$$

$$X1104+X11124+X11134-X0114-X12114-X13114=0$$

$$X1105+X11125+X11135-X0115-X12115-X13115=0$$

5. Cada ruta vehicular tiene un sólo destino que conecta al centro de distribución.

$$\sum_i x_{i,n+1,k} = 1 \quad \forall k \in K$$

Indica para cada unidad vehicular que el número de destinos i desde los cuales el deposito $1+n$ es directamente alcanzable, es sólo uno, esto es, cada ruta vehicular tiene un sólo destino que conecta al centro de distribución.

Se muestra un ejemplo de acuerdo a los valores indicados en el capítulo anterior:

VEHICULO 1

$$X11991+X12991+X13991+X25991+X26991+X28991+$$

$$X42991+X43991+X77991=1$$

6. No se puede iniciar un servicio en j si el cliente i no ha sido atendido y el vehículo no ha llegado al cliente j .

$$w_{ik} + s_i + t_{ij} - w_{jk} \leq (1 - x_{ijk}) \cdot M \quad \forall k \in K, (i, j) \in A, M \gg 0$$

Indica para cada unidad vehicular y cada conexión entre par de rutas, que la suma del tiempo inicial del servicio w_{ik} para el destino i más su tiempo de servicio dado al destino i más su tiempo de recorrido desde el destino i al destino j , menos el tiempo inicial del servicio w_{jk} es menor o igual que $(1 - x_{ijk}) \cdot M$, esto es, no se puede iniciar un servicio en j si el destino i no ha sido atendido y el vehículo no ha llegado al destino j . Aquí M es una constante muy grande.

Se muestra un ejemplo de acuerdo a los valores indicados en el capítulo anterior:

Destino 11

$$W111+0+35-W01 \leq M(1-X1101)$$

$$W112+0+35-W02 \leq M(1-X1102)$$

$$W113+0+35-W03 \leq M(1-X1103)$$

$$W114+0+35-W04 \leq M(1-X1104)$$

$$W115+0+35-W05 \leq M(1-X1105)$$

$$W111+60+40-W121 \leq M(1-X11121)$$

$$W112+60+40-W122 \leq M(1-X11122)$$

$$W113+60+40-W123 \leq M(1-X11123)$$

$$W114+60+40-W124 \leq M(1-X11124)$$

$$W115+60+40-W125 \leq M(1-X11125)$$

7. Se debe llegar al destino dentro de la ventana de tiempo $[a_i, b_i]$.

$$a_i \cdot \sum_j x_{i,j,k} \leq w_{ik} \leq b_i \cdot \sum_j x_{i,j,k} \quad \forall k \in K, i \in N$$

Indica que para cada unidad vehicular y cada destino i , que el tiempo inicial del servicio w_{ik} debe iniciar dentro de la ventana de tiempo $[a_i, b_i]$, donde a_i es el tiempo más temprano posible que puede iniciar el servicio en el destino i y b_i es el tiempo más tarde posible que puede iniciar el servicio en el destino i .

Se muestra un ejemplo de acuerdo a los valores indicados en el capítulo anterior:

Destino 13

$$W_{131} \geq 280(X_{11131} + X_{12131})$$

$$W_{132} \geq 280(X_{11132} + X_{12131})$$

$$W_{133} \geq 280(X_{11133} + X_{12133})$$

$$W_{134} \geq 280(X_{11134} + X_{12134})$$

$$W_{135} \geq 280(X_{11135} + X_{12135})$$

$$W_{131} \leq 420(X_{11131} + X_{12131})$$

$$W_{132} \leq 420(X_{11132} + X_{12131})$$

$$W_{133} \leq 420(X_{11133} + X_{12133})$$

$$W_{134} \leq 420(X_{11134} + X_{12134})$$

$$W_{135} \leq 420(X_{11135} + X_{12135})$$

8. Restricción de salida o llegada al centro de distribución.

$$E \leq w_{ik} \leq L \quad \forall k \in K, i \in \{0, n+1\}$$

Indica que para cada unidad vehicular y en el centro de distribución 0, que el tiempo inicial del servicio wik debe iniciar dentro de la ventana de tiempo $[E, L]$, esto es, el vehículo k , debe tener una salida posible más temprana desde el centro de distribución y una llegada posible más tarde al mismo punto. Para efectos del proyecto asignamos un valor de 900 minutos, ya que el enunciado menciona que la jornada laboral es de 6:00 am a 12 media noche inclusive.

Se muestra un ejemplo de acuerdo a los valores indicados en el capítulo anterior:

Destino 99 (1+ n)

$W991 \leq 900$

$W992 \leq 900$

$W993 \leq 900$

$W994 \leq 900$

$W995 \leq 900$

9. Cumplimiento de demanda.

$$\sum_i d_i \cdot \sum_j x_{ijk} \leq C \quad \forall k \in K$$

Indica que para todo vehículo k , la suma de las demandas de todos los destinos atendidos no debe exceder la capacidad del vehículo.

Se muestra un ejemplo de acuerdo a los valores indicados en el capítulo anterior:

Destino 11

$16 X0111 + 49 X12111 + 58 X13111 \leq 36$

$16 X0112 + 49 X12112 + 58 X13112 \leq 18$

$$16 X_{0113} + 49 X_{12113} + 58 X_{13113} \leq 30$$

$$16 X_{0114} + 49 X_{12114} + 58 X_{13114} \leq 13$$

$$16 X_{0115} + 49 X_{12115} + 58 X_{13115} \leq 47$$

Destino 12

$$33 X_{0121} + 49 X_{11121} + 58 X_{13121} \leq 36$$

$$33 X_{0122} + 49 X_{11122} + 58 X_{13122} \leq 18$$

$$33 X_{0123} + 49 X_{11123} + 58 X_{13123} \leq 30$$

$$33 X_{0124} + 49 X_{11124} + 58 X_{13124} \leq 13$$

$$33 X_{0125} + 49 X_{11125} + 58 X_{13125} \leq 47$$

10. Solo permite variables mayores a 0.

$$x_{ijk} \geq 0 \quad \forall k \in K, i \in A$$

Se refiere a restricciones de no negatividad de las variables x

11. Modelo lineal entero.

$$x_{ijk} \in \{0,1\} \quad \forall k \in K, i \in A$$

Son restricciones que definen al modelo lineal como un modelo lineal entero binario.

4.4.Arquitectura del sistema que alimenta al modelo matemático

En esta sección se detalla la arquitectura de software que será utilizada en el diseño del sistema que será utilizado como base para alimentar el modelo matemático. Nos proporciona una visión global del sistema que vamos a construir e incluye los programas, interacciones y las representaciones de datos que serán utilizadas por estos programas.

Se entiende por arquitectura del software, a la organización fundamental de un sistema encarnada en sus componentes, las relaciones entre ellos y el ambiente y los principios que orientan su diseño y evolución¹⁹. Naturalmente este concepto se debe ajustar a las necesidades y requisitos de este proyecto.

Esta sección describe en términos generales, las ideas principales detrás de la arquitectura escogida para cumplir con el objetivo del sistema.

Este sistema contempla una arquitectura de tres capas:

La capa de presentación o capa superior contiene los componentes de interfaz de usuario (IU). La función principal de la IU es traducir tareas y resultados en datos que el usuario pueda entender.

La capa lógica o de negocio, coordina la aplicación, aplica las reglas de negocio, procesa comandos, toma decisiones lógicas y ejecuta cálculos. También mueve y procesa datos entre las otras dos capas. Cumplen con esto aplicando procedimientos

¹⁹ IEEE 1471-2000: Estándar que establece que la Arquitectura de Software es la organización fundamental de un sistema encarnada en sus componentes, las relaciones entre ellos y el ambiente y los principios que orientan su diseño y evolución.

formales y reglas de negocio a los datos relevantes. Cuando los datos necesarios residen en un servidor de base de datos, garantizan los servicios de datos indispensables para cumplir con la tarea de negocios o aplicar su regla. Esto aísla al usuario de la interacción directa con la base de datos.

El nivel de servicios de negocios es responsable de:

- Recibir la entrada del nivel de presentación (Formularios).
- Interactuar con los servicios de datos para ejecutar las operaciones de negocios para los que la aplicación fue diseñada a automatizar en este caso, el procesamiento de la planificación de cargas, consultas, etc.).
- Enviar el resultado procesado al nivel de presentación.

La capa de datos es donde la información es almacenada y recuperada desde una base de datos o sistema de archivos. La información es luego devuelta a la capa lógica para ser procesada. Si hay o no componentes en esta capa, la base de datos deberá tener implementada alguna lógica del negocio en la capa de presentación, en procedimientos internos ó disparadores (Triggers).

4.4.1. Diseño de la base de datos

En esta sección se describen los pasos para llevar a cabo el diseño de la base de datos del sistema. Ya que en la compañía El Industrial utiliza la base de datos relacional Oracle, en esta etapa se definen las nuevas tablas, vistas e integraciones al modelo de datos actual, considerando el estándar que maneja la compañía. Por otro lado en el

diseño de la base de datos se aplican las reglas de restricciones de integridad para garantizar la consistencia y calidad de información que se obtiene y muestra en las otras capas del sistema.

Diccionario de datos

En esta etapa se definen las tablas que serán utilizadas en el sistema, así como las interrelaciones con la base de datos actual.

Tabla Clientes (arccmc)

Esta tabla ya existe y es parte del núcleo administrativo financiero de la compañía.

Contiene la información principal del cliente.

Campo	Tipo de dato	Tamaño	Descripción
no_cia	Varchar	2	Número de compañía
grupo	Varchar	2	Grupo contable al que pertenece el cliente
no_cliente	Número	6	Número de cliente
nombre	Varchar	100	Nombre del cliente
cedula	Varchar	25	Cédula Jurídica
limite_credito	Número	Entero	Límite de crédito otorgado
direccion	Varchar	200	Dirección de cobro
fecha_ingreso	Fecha		Fecha de ingreso al sistema
telefono	Varchar	18	Teléfono de oficina
estado	Varchar	1	Estado del cliente A=Activo I=Inactivo

Tabla clientes horarios (scp_cont_destinos_horarios)

Esta tabla ya existe y es parte del módulo de pedidos de la compañía. Contiene la información de horarios de recepción en bodegas de clientes y será utilizado en la pantalla de planificación de entregas.

Campo	Tipo de dato	Tamaño	Descripción
no_cia	Varchar	2	Número de compañía
grupo	Varchar	2	Grupo contable al que pertenece el cliente
no_cliente	Número	Entero	Número de cliente
no_destino	Número	Entero	Número de bodega del cliente
día	Varchar	2	Día de la semana que recibe mercadería el cliente.
hi	Varchar	2	Horario de recibo, a partir de esta hora recibe mercadería el cliente
hf	Varchar	2	Horario de recibo, hasta esta hora recibe mercadería el cliente.

Tabla destinos cliente (scp_cont_destinos_cliente)

Esta tabla ya existe y es parte del módulo de pedidos de la compañía. Contiene la información de parámetros adicionales de clientes y será utilizado en la pantalla de mantenimiento de destinos por cliente.

Campo	Tipo de dato	Tamaño	Descripción
no_cia	Varchar	2	Número de compañía
grupo	Varchar	2	Grupo contable al que pertenece el cliente
no_cliente	Número	Entero	Número de cliente
no_destino	Número	Entero	Número de destino del cliente

destino	Varchar	500	Nombre del lugar de donde se encuentra la bodega que recibe el producto.
telefono	Varchar	15	Número de teléfono de la bodega

Tabla clúster (scp_cont_cluster)

Esta tabla es nueva y será parte del modulo de pedidos de la compañía. Contiene la información de los nombres de clúster que serán utilizados en el cálculo de cargas.

Campo	Tipo de dato	Tamaño	Descripción
no_cia	Varchar	2	Número de compañía
cod_cluster	Número	Entero	Código del clúster
descripción	Varchar	50	Nombre del clúster

Tabla clúster destinos (scp_cont_cluster_destino)

Esta tabla es nueva y será parte del modulo de pedidos de la compañía. Contiene la información de los grupos de destinos que serán utilizados en el cálculo de cargas. Se relaciona con la tabla maestra de clúster para obtener la descripción de este grupo.

Campo	Tipo de dato	Tamaño	Descripción
no_cia	Varchar	2	Número de compañía
cod_cluster	Número	Entero	Código del clúster (scp_cont_cluster)
grupo_origen	Varchar	2	Grupo contable al que pertenece el cliente origen.
cliente_origen	Número		Número del cliente origen.
dest_origen	Número	Entero	Código de destino de partida (scp_cont_destinos_cliente).
grupo_final	Varchar	2	Grupo contable al que pertenece el cliente destino.

cliente_final	Número		Número del cliente final.
dest_final	Número	Entero	Código de destino de llegada (scp_cont_destinos_cliente)
distancia	Número		Distancia en kilómetros entre cada punto.
tiempo	Número	Entero	Tiempo de desplazamiento entre cada punto representado en minutos.

Tabla pedidos pendientes (scp_cont_despacho)

Esta tabla ya existe y es parte del módulo de pedidos de la compañía. Contiene la información de los pedidos pendientes por entregar. Se interrelaciona con las tablas de existencias de producto terminado, clientes y destinos, para detallar los pedidos en la pantalla de planificación de entregas.

Campo	Tipo de dato	Tamaño	Descripción
no_cia	Varchar	2	Número de compañía
grupo	Varchar	2	Grupo contable al que pertenece el cliente
no_cliente	Número	Entero	Número de cliente
no_destino	Número	Entero	Número de destino del cliente
contrato	Varchar	15	Número de contrato o pedido del cliente.
articulo	Varchar	15	Código de artículo solicitado
fecha_entrega	Fecha		Fecha acordada de entrega del pedido en bodega destino
cantidad	Número	Entero	Cantidad de producto solicitado
orden_compra	Varchar	50	Orden de compra emitida por el cliente

confirmado	Varchar	2	Bandera que indica si el pedido está confirmado para entregar
hora_entrega	Fecha		Hora confirmada de entrega en bodega del cliente
nota_conf_despacho	Varchar	500	Indicaciones para mostrar a usuarios del departamento de despacho.
contacto_autoriza	Varchar	100	Si es requerido, se indica el nombre de la persona por parte del cliente, que autoriza el envío del producto.
no_carga	Número	Entero	Número de carga asignado por el proceso de planificación de entregas.

Vista Productos (vis_productos)

Esta vista ya existe y es parte del módulo de producto terminado de la compañía. Contiene la información general del producto, la cual será utilizada para la consulta de la especificación y disponibilidad del inventario.

Campo	Tipo de dato	Tamaño	Descripción
no_cia	Varchar	2	Número de compañía
articulo	Varchar	15	Código del artículo
desc_articulo	Varchar	250	Descripción del artículo
peso_unitario	Número		Masa del producto
cubicaje	Número		Cubicaje de la caja
exist_actual	Número	Entero	Existencia actual en bodega
fecha_ult_ing	Fecha		Fecha de último ingreso a bodega

Tabla zonas de entrega (scp_desp_zonas)

Esta tabla ya existe y es parte del módulo de pedidos de la compañía. Contiene la información de las zonas donde son entregados los pedidos de clientes.

Campo	Tipo de dato	Tamaño	Descripción
no_cia	Varchar	2	Número de compañía
cod_zona	Número	Entero	Código de zona
nombre	Varchar	250	Nombre de la zona

Tabla rutas de entrega (scp_desp_ruta_entrega)

Esta tabla ya existe y es parte del módulo de pedidos de la compañía. Contiene la información de las rutas donde son entregados los pedidos de clientes.

Campo	Tipo de dato	Tamaño	Descripción
no_cia	Varchar	2	Número de compañía
ruta	Número	Entero	Número consecutivo que corresponde al código de la ruta.
cod_zona	Número	Entero	Código de zona
cod_lugar	Varchar	20	Código del lugar
lugar	Varchar	250	Nombre del lugar donde será entregado el producto.

Tabla precios por ruta (scp_desp_rutas_precios)

Esta tabla ya existe y es parte del módulo de pedidos de la compañía. Contiene la información de los precios por ruta de acuerdo a la capacidad del transporte utilizado para el envío del producto al cliente. El sistema selecciona el precio según la ruta donde se envía el producto y a la capacidad del transporte utilizado (mayor o igual a “de” y menor o igual a “hasta”).

Campo	Tipo de dato	Tamaño	Descripción
no_cia	Varchar	2	Número de compañía
codigo	Número	Entero	Número consecutivo que corresponde al código de precio.
ruta	Número	Entero	Número consecutivo que corresponde al código de la ruta.
de	Número	Entero	Número que corresponde al valor inicial del rango de capacidad de volumen que abarca esta ruta
hasta	Número	Entero	Número que corresponde al valor final del rango de capacidad de volumen que abarca esta ruta
precio	Número	10,2	Precio de la ruta de acuerdo al rango de capacidad de transporte indicado.
estatus	Varchar	1	Indica si el precio esta A=Activo o I=Inactivo

Tabla rutas destinos (scp_desp_rutas_destinos)

Esta tabla es nueva y será parte del módulo de pedidos de la compañía. Contiene la información correspondiente a la vinculación de los destinos a cada ruta.

Campo	Tipo de dato	Tamaño	Descripción
no_cia	Varchar	2	Número de compañía
ruta	Número	Entero	Código de la ruta (scp_desp_ruta_entrega)
destino	Número	Entero	Código de destino (scp_cont_destinos_cliente)

Tabla Transporte (scp_desp_flotilla)

Esta tabla ya existe y es parte del módulo de pedidos de la compañía. Contiene la información correspondiente a los vehículos autorizados para el transporte de carga al cliente (flotilla). Durante el desarrollo de este proyecto, se solicitó al departamento de informática de la empresa, que agregara los campos de tarifa por kilómetro y la tarifa mínima en el caso que el recorrido sea de pocos kilómetros.

Campo	Tipo de dato	Tamaño	Descripción
no_cia	Varchar	2	Número de compañía
consecutivo	Número	Entero	Número consecutivo que corresponde al código de transporte
dueno	Varchar	100	Persona dueña del transporte
placa	Varchar	15	Matrícula de circulación del transporte
largo	Número	10,2	Largo del compartimiento
ancho	Número	10,2	Ancho del compartimiento
alto	Número	10,2	Alto del compartimiento
capacidad	Número	10,2	Valor en metros cúbicos que corresponde al volumen del compartimiento.
tarifa	Número	10,2	Costo de cada kilómetro recorrido para este vehículo.
tarifa_minima	Número	10,2	El pago mínimo en caso que sean pocos kilómetros de recorrido
ind_gravamen	Varchar	2	Indica si el transporte se encuentra con problemas de circulación S=Si N=No
estado	Varchar	1	Indica si el transporte se encuentra A=Activo o I=Inactivo

Tabla Transporte disponible (scp_desp_control_flotilla)

Esta tabla es nueva y será parte del módulo de pedidos de la compañía. Contiene la información correspondiente al movimiento de ingreso o egreso del transporte a la compañía.

Campo	Tipo de dato	Tamaño	Descripción
no_cia	Varchar	2	Número de compañía
consecutivo	Número	Entero	Número consecutivo que corresponde al código de control de movimiento
placa	Varchar	15	Placa del transporte. (debe existir en scp_desp_flotilla)
fecha_ingreso	Fecha		Fecha/hora de ingreso a la empresa
fecha_salida	Fecha		Fecha/hora de salida de la empresa
estado	Varchar	1	Bandera que indica el estado del transporte. E=Sin asignar, C=En proceso de carga y S=Salió de la empresa.

Tabla Carga Planificada (scp_desp_carga)

Esta tabla es nueva y será parte del módulo de despacho de la compañía. Contiene la información correspondiente a las cargas que han sido planificadas por el personal del área de despacho de la empresa.

Campo	Tipo de dato	Tamaño	Descripción
no_cia	Varchar	2	Número de compañía
no_carga	Número	Entero	Número consecutivo que corresponde al código de carga asignado por el sistema.
fecha_entrega	Fecha		Fecha de entrega de los pedidos consolidados que viajan en el mismo

			transporte (consolidado)
Placa	Varchar	45	Placa del transporte utilizado. (debe existir en scp_desp_flotilla)
cod_cluster	Número	Entero	Código del clúster donde será enviada la carga (scp_desp_cluster)
utilizado_m3	Número	10,2	Valor que indica el volumen utilizado en el viaje.
costo	Número	10,2	Costo del viaje
estado	Varchar	1	Bandera que indica el estado de la carga. Nulo=Sin alistar, C=En proceso de carga, S=Salió de la empresa y F=Carga entregada.

4.4.2. Estructura de la base de datos

Muestra el diseño de las tablas del sistema, así como las relaciones entre ellas.

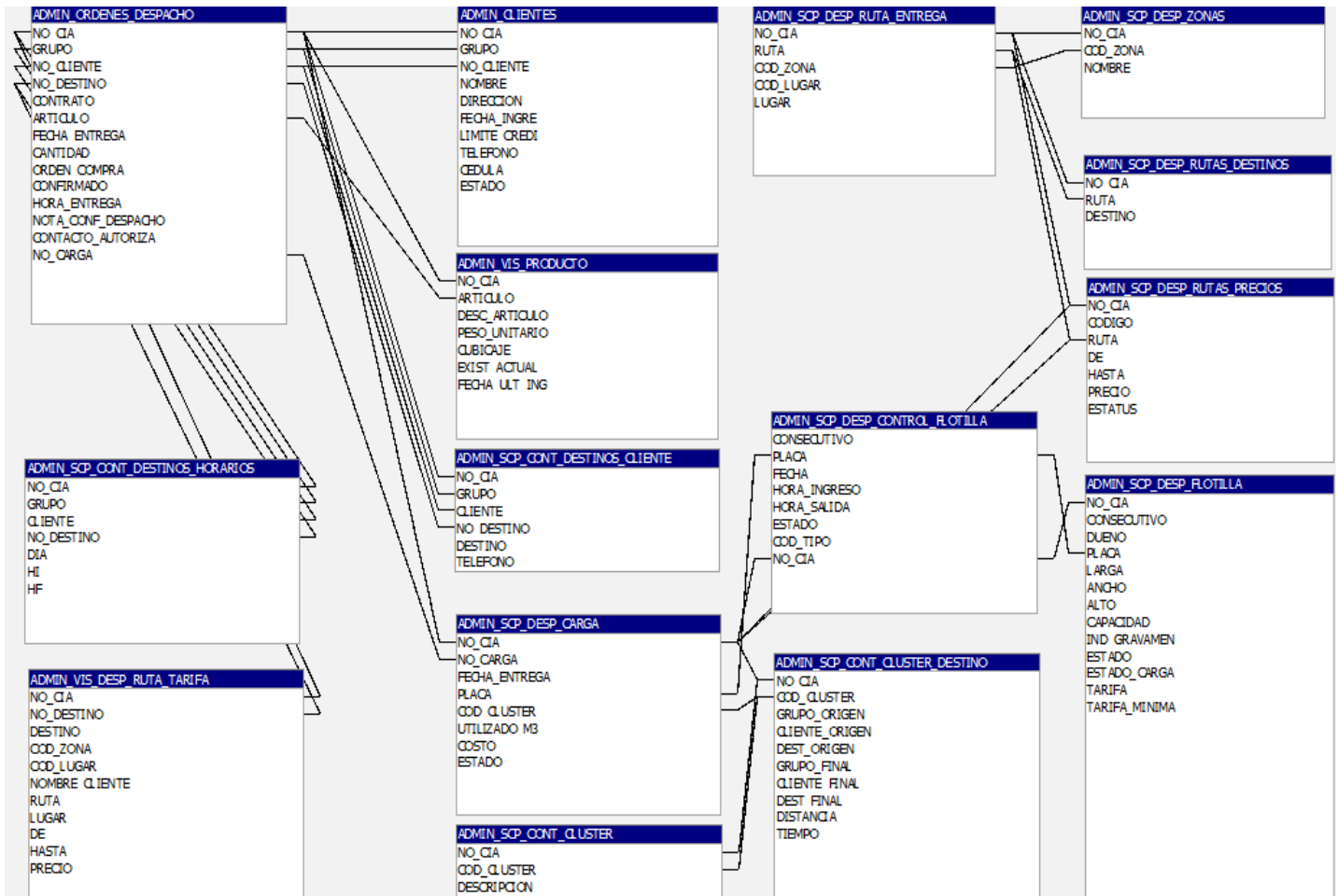










Figura 33 Estructura de la base de datos

4.4.3. Diseño de la interfaz del sistema

En la siguiente sección presentamos el diseño de la interfaz del sistema propuesto para interactuar con el usuario. Se define la forma de realizar las consultas y la información mostrada, resultados del sistema, así como también la distinción de opciones de acuerdo al tipo de usuario. Como herramienta principal de desarrollo se utilizó MS-Visual Studio y también se muestran las pantallas de los módulos operativos de la compañía y los cuales se relacionan directamente con este sistema, los cuales fueron desarrolladas en Developer-Oracle.

En todas las pantallas utilizamos el siguiente estándar de botones:

	Actualizar Base de datos
	Crear nuevo registro
	Eliminar registro
	Modo consulta de registros
	Aplicar consulta de registros
	Anular consulta de registros
	Inicio, retrocede, avanza o último registro
	Salir del sistema

Pantalla de ingreso

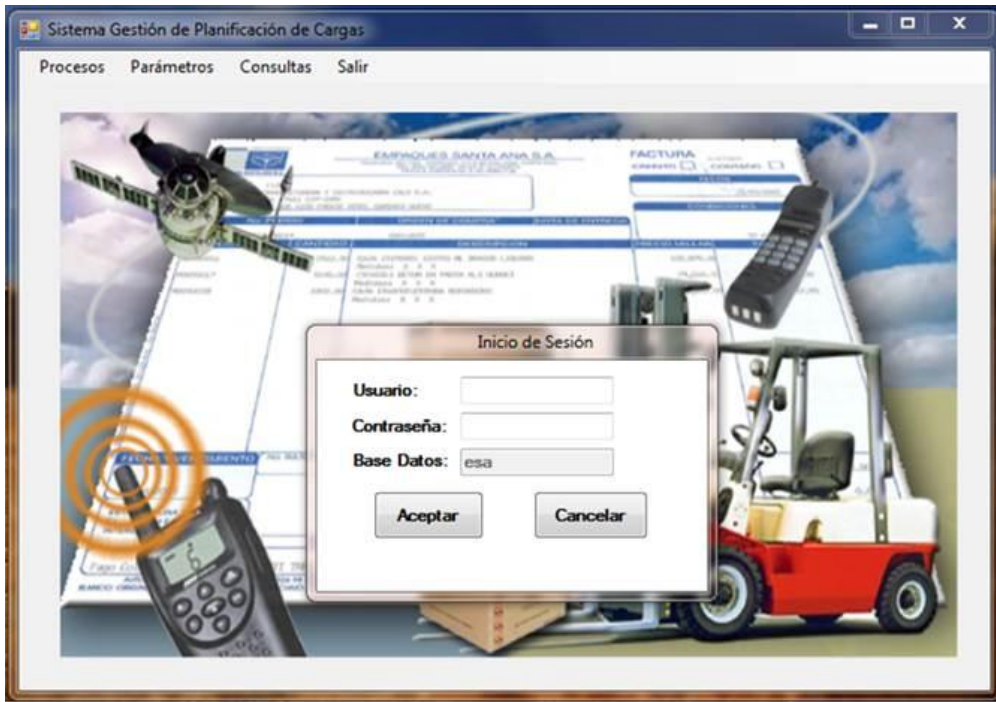


Figura 34 Pantalla de ingreso de usuario

La figura 34 muestra la pantalla de ingreso al sistema. En esta sección se solicita el usuario y clave del sistema. Luego el sistema verifica este usuario y clave con respecto al usuario incluido en la base de datos Oracle. Si el usuario o clave no coinciden, el proceso envía una alerta, de lo contrario ingresa a la siguiente pantalla de menú.

A continuación se describen los campos incluidos en la pantalla:

Usuario: Corresponde al usuario autorizado para utilizar el sistema.

Clave: Corresponde a la clave personal del usuario.

Base Datos: Corresponde a la base de datos a la cual se está conectando. Por default aparece la base de datos utilizada en los otros sistemas de la compañía.

Menú del sistema

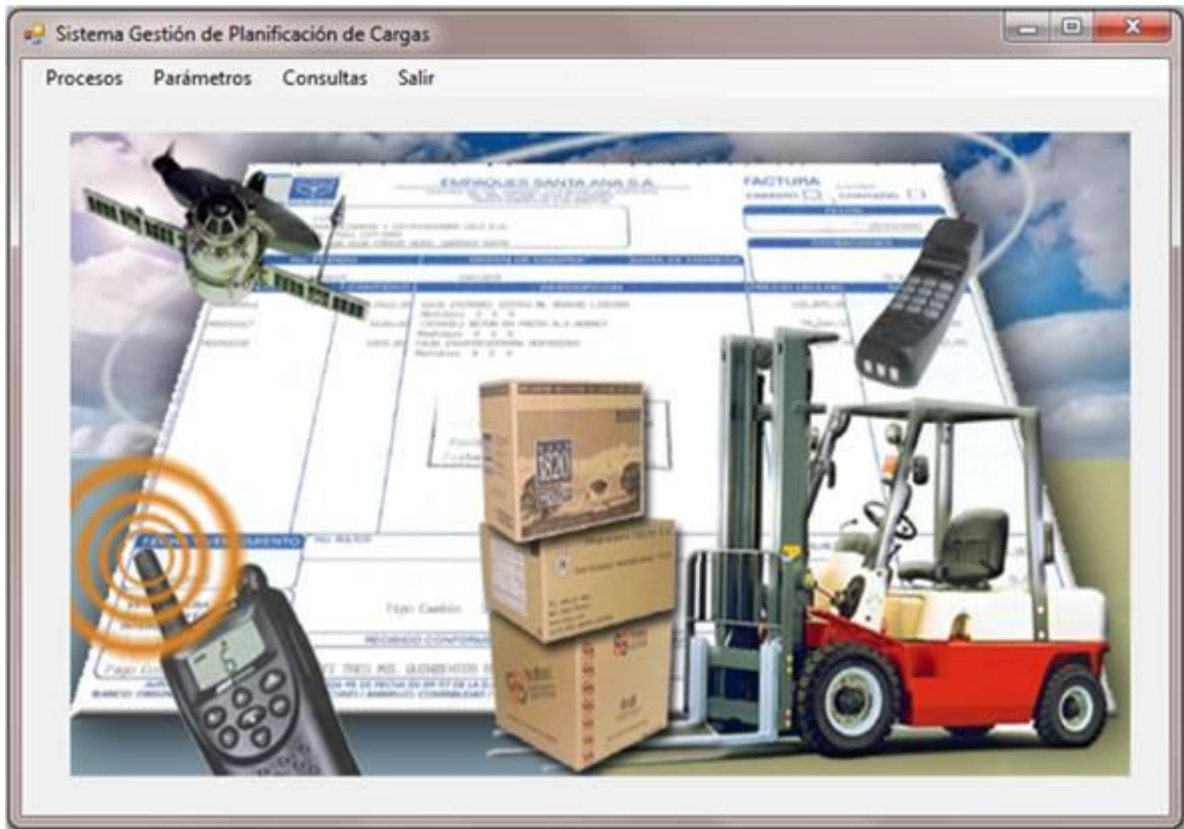


Figura 35 Menú del Sistema

La figura 35 muestra el menú del sistema de Gestión de Planificación de Cargas, sobre el cual detallamos sus opciones principales a continuación:

- **Procesos:** Esta opción incluye la pantalla de Planificación de Entregas, la cual se explica en la figura 40 más adelante.
- **Parámetros:** Se refiere a las opciones de mantenimiento de parámetros del sistema e incluye las opciones de mantenimiento de horarios de recibo de producto en las bodegas de los clientes, el mantenimiento de zonas de entrega-clústeres y al control de ingreso de transporte a la compañía, los cuales se explican en las figuras 36, 37, 38 y 39 respectivamente.

- Consultas: Presenta dos opciones de consulta referente a la información de logística de entregas. Incluye las consultas de Cargas por Entregar y la Cola de Transporte, las cuales se explican en las figuras 42 y 43 más adelante.

Parámetros del sistema

A continuación se explican las pantallas que deben ser utilizadas por los usuarios para definir los parámetros necesarios para que el sistema opere en forma correcta.

Horarios de clientes

En esta pantalla se definen los horarios de recepción de producto en las bodegas del cliente. No se incluye en el menú de prototipo ya que se encuentra actualmente en operación en el módulo de servicio al cliente.

Cód.	Destino	Distancia Km	Teléfono

DISPONIBILIDAD DE ENTREGA		
Dia	Hora Inicial	Hora final

Figura 36 Definición de horarios de recibo de mercadería

La figura 36 nos muestra la pantalla de mantenimiento de horarios de acuerdo a cada destino del cliente. Permite crear, actualizar y eliminar los datos.

A continuación se describen los campos incluidos en la pantalla:

Grupo: Indica el grupo contable al que pertenece el cliente. Cuando el cliente es creado en el módulo de cuentas por cobrar, la contabilidad le asigna un grupo que identifica el tipo de moneda que será utilizada en todas las transacciones que genere este cliente.

Cliente: Corresponde al número de cliente asignado en el módulo de cuentas por cobrar. Después de ingresado el grupo y número del cliente, el sistema despliega los destinos de entrega correspondientes a este cliente.

Cód.: Indica el código de destino.

Destino: Indica el nombre del destino donde se ubica la bodega del cliente.

Distancia km: Indica la distancia partiendo desde la empresa hasta el punto de entrega.

Teléfono: Corresponde al teléfono de la bodega destino.

En la sección de disponibilidad de entrega se debe ingresar los horarios de entrega previamente definidos por el cliente.

Día: Indica la inicial del día de recibo de producto. Si no se ingresa este dato, el sistema interpreta que se recibe cualquier día.

Hora inicial: Indica a partir de qué hora se recibe el producto.

Hora final: Indica hasta qué hora se recibe el producto.

Registrar zonas y asociar destinos de entrega

En esta pantalla se vinculan los destinos a la zona geográfica correspondiente.

Ubicación en el menú:

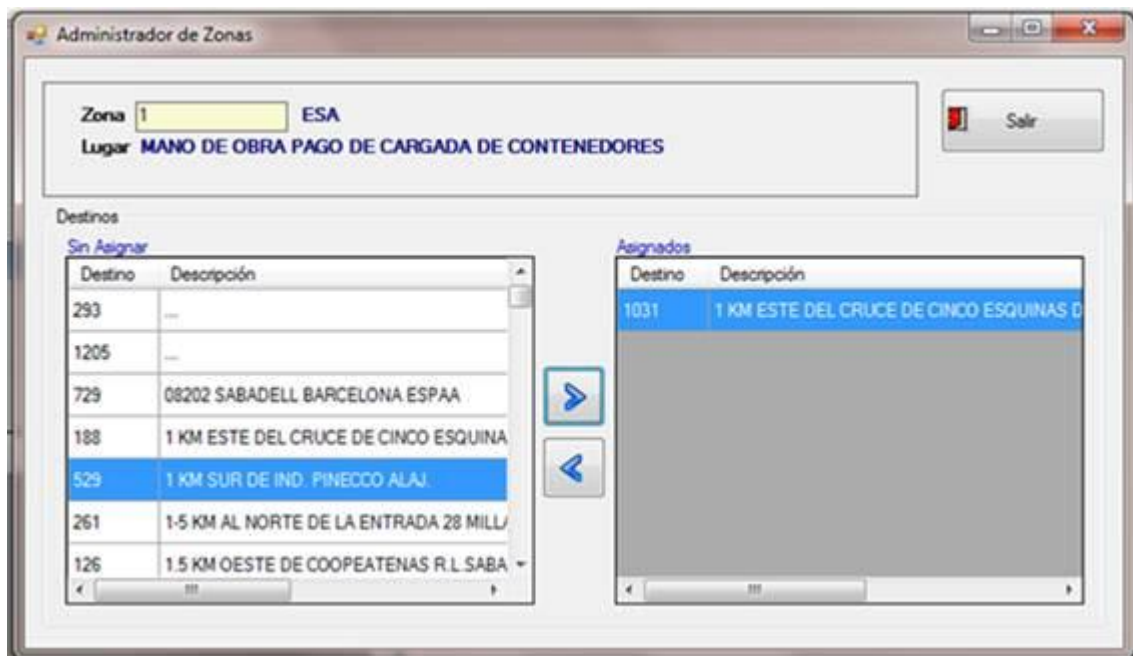
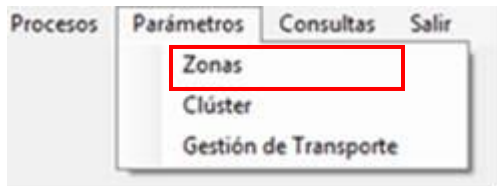


Figura 37 Asignación de destinos por zona geográfica



En la figura 37 se muestra la pantalla donde el usuario debe vincular los destinos correspondientes a cada zona. Esta información es utilizada actualmente para agrupar los pedidos de acuerdo al destino ingresado zona y es uno de los principales componentes para el cálculo de la utilización del volumen a utilizar y el costo de cada carga. Dentro de los cambios requeridos y los cuales se encuentran en proceso de implementación, la Gerencia determinó que se utilizarán los kilómetros recorridos en cada viaje para calcular el costo correspondiente. Se iniciará con un plan de

asignación manual de cargas y su respectivo cálculo del costo del recorrido, posteriormente se utilizará el modelo matemático que se está desarrollando.

A continuación se describen los campos incluidos en la pantalla:

Zona: Indica el primer nivel geográfico, en este campo se digita la zona geográfica a la cual se le vincularán el grupo de destinos. Se puede desplegar una lista de valores en donde se puede seleccionar la zona deseada.

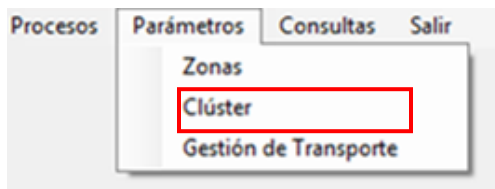
Lugar: Indica el segundo nivel geográfico y se debe digitar el lugar perteneciente a la zona. Se puede desplegar una lista de valores en donde se puede seleccionar únicamente los lugares asociados a la zona escogida anteriormente.

Destinos: En esta sección se muestran los destinos vinculados a la zona/lugar seleccionada. El objetivo es seleccionar el destino disponible en la columna izquierda y por medio del botón  enviarlo a la columna derecha donde se encuentran los destinos asociados. De igual forma se pueden desvincular destinos colocar en la columna derecha, selecciona el destino que desea borrar y presiona el botón  para enviarlo a la columna izquierda. Como punto de control el sistema no permite desvincular destinos si anteriormente se han registrado envíos a estos lugares.

Registrar Clústeres y asignar los destinos correspondientes

En esta pantalla se vinculan los destinos al clúster correspondiente. Esta asociación es de gran importancia ya que parte de los nuevos requerimientos es crear las cargas de acuerdo a los clúster. Esto garantiza que los recorridos se realizarán en forma lógica obedeciendo a rutas prediseñadas.

Ubicación en el menú:



The screenshot shows the 'Mantenimiento Clusters Destino' window. It contains the following elements:

- Datos Clúster:**
 - Código: 1
 - Cl. 11
 - Descripción: GAM
- Detalle:**
 - Gr. Origen: 01 | Cl. Origen: 8557 | EDICIONES FARBEN,S.A.
 - Destino Origen: 11 | ZONA FRANCA METROPOLITANA
 - Gr. Final: 01 | Cl. Final: 319 | COOPESA
 - Destino Final: 13 | ALAJUELA DEL AEROPUERTO JL
 - Distancia: 9
 - Tiempo: 25
- Buttons:** Guardar, Consultar, Salir, and Agregar.
- Table:** A table with 9 columns: Clúster, Cl. Origen, Nombre, Dest. Origen, Cl. Final, Nombre, Dest. Final, Distancia, and Tiempo. The table lists various cluster configurations and their associated data.

Clúster	Cl. Origen	Nombre	Dest. Origen	Cl. Final	Nombre	Dest. Final	Distancia	Tiempo
GAM	49	DEMASA ...	PAVAS FRE...	49	DEMASA D...	CENTRO DI...	18	40
GAM	49	DEMASA ...	CENTRO DI...	49	DEMASA D...	PAVAS FRE...	18	40
GAM	8557	EDICIONE...	ZONA FRAN...	49	DEMASA D...	PAVAS FRE...	17	40
GAM	319	COOPESA	ALAJUELA ...	8557	EDICIONE...	ZONA FRAN...	9	25
GAM	319	COOPESA	CENTRO DI...	319	COOPESA	ALAJUELA ...	16	35
GAM	319	COOPESA	ALAJUELA ...	319	COOPESA	CENTRO DI...	16	35
GAM	8557	EDICIONE...	ZONA FRAN...	319	COOPESA	ALAJUELA ...	9	25
GAM	8557	EDICIONE...	ZONA FRAN...	8557	EDICIONE...	CENTRO DI...	15	35
GAM	319	COOPESA	ALAJUELA ...	49	DEMASA D...	PAVAS FRE...	15	40
GAM	8557	EDICIONE...	CENTRO DI...	8557	EDICIONE...	ZONA FRAN...	15	35
GAM	49	DEMASA ...	PAVAS FRE...	8557	EDICIONE...	ZONA FRAN...	17	40

Figura 38 Asignación de destinos por clúster

En la figura 38 se muestran los clúster o grupos de destinos que serán utilizados para el cálculo de la planificación de las cargas o viajes que realizarán cada vehículo. Como mencionamos en la pantalla anterior, el cálculo actual de realiza de acuerdo a la zona visitada, sin embargo para el nuevo modelo, se utilizarán los kilómetros recorridos por el valor del kilómetro de acuerdo a cada vehículo.

A continuación se describen los campos incluidos en la pantalla:

Código: Indica el código de clúster o grupo de destinos.

Descripción: Corresponde a la descripción del clúster, se puede interpretar como la zona geográfica a la cual pertenece el clúster.

Gr. Origen: Indica el grupo contable perteneciente al cliente del punto origen.

Cli. Origen: Indica el cliente del punto origen.

Destino Origen: Indica el punto desde donde inicia el recorrido.

Gr. Final: Indica el grupo contable perteneciente al cliente del punto destino.

Cli. Final: Indica el cliente del punto destino.

Destino Final: Indica el punto hacia donde se debe desplazar el vehículo.

Distancia: Corresponde a la distancia entre el punto origen y el punto final.

Tiempo: Corresponde al tiempo de recorrido entre el punto origen y el punto final.

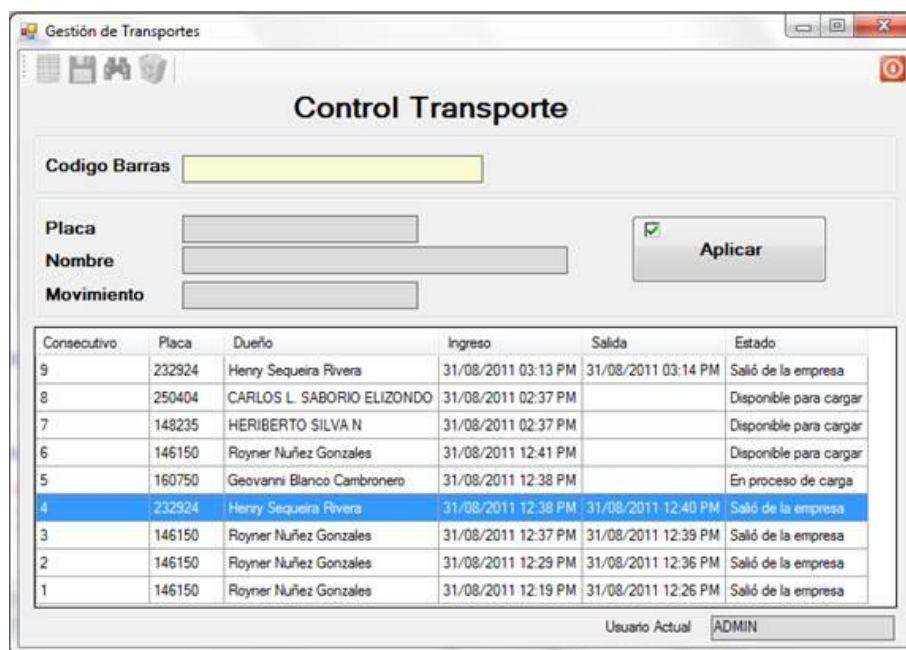


: Al presionar este botón, el sistema guarda la información en la base de datos y refresca la lista de información en la parte inferior de la pantalla.

Gestión de transportes

En esta pantalla se registra el movimiento de ingreso o salida de vehículos subcontratados por la empresa, los cuales tienen la tarea de llevar a cabo el proceso de transporte de cargas hacia los diferentes destinos de clientes.

Ubicación en el menú:



The screenshot shows a window titled 'Gestión de Transportes' with a sub-header 'Control Transporte'. It contains a form with the following fields: 'Codigo Barras' (yellow), 'Placa', 'Nombre', and 'Movimiento'. An 'Aplicar' button is located to the right of the 'Placa' field. Below the form is a table with the following data:

Consecutivo	Placa	Dueño	Ingreso	Salida	Estado
9	232924	Henry Sequeira Rivera	31/08/2011 03:13 PM	31/08/2011 03:14 PM	Salió de la empresa
8	250404	CARLOS L. SABORIO ELIZONDO	31/08/2011 02:37 PM		Disponible para cargar
7	148235	HERIBERTO SILVA N	31/08/2011 02:37 PM		Disponible para cargar
6	146150	Royner Nuñez Gonzales	31/08/2011 12:41 PM		Disponible para cargar
5	160750	Geovanni Blanco Cambrero	31/08/2011 12:38 PM		En proceso de carga
4	232924	Henry Sequeira Rivera	31/08/2011 12:38 PM	31/08/2011 12:40 PM	Salió de la empresa
3	146150	Royner Nuñez Gonzales	31/08/2011 12:37 PM	31/08/2011 12:39 PM	Salió de la empresa
2	146150	Royner Nuñez Gonzales	31/08/2011 12:29 PM	31/08/2011 12:36 PM	Salió de la empresa
1	146150	Royner Nuñez Gonzales	31/08/2011 12:19 PM	31/08/2011 12:26 PM	Salió de la empresa

At the bottom right of the window, it shows 'Usuario Actual' as 'ADMIN'.

Figura 39 Gestión de Transportes

En la figura 39 se presenta la pantalla utilizada para capturar el ingreso de vehículos previamente autorizados en el módulo de registro de flotillas de la compañía. Esta información se utiliza posteriormente en el proceso de planificación de cargas para calcular la disponibilidad de espacio volumétrico y asignar el transporte de acuerdo al orden de ingreso a la compañía.

A continuación se describen los campos incluidos en la pantalla:

Código de barras: Cuando el conductor presenta el carné al oficial de seguridad, este se posiciona en este campo de la pantalla y utiliza el dispositivo escáner para leer el código de barra que contiene el documento. El sistema identifica los valores del código y rellena los campos de número de placa y nombre del dueño del transporte.

Movimiento: El oficial de seguridad debe seleccionar si el movimiento que desea registrar es de ingreso o de salida. EL sistema presenta una lista de selección de ingreso o salida para ayuda al usuario.

Botón aplicar: Este botón permite aplicar el movimiento y registrarlo en la base de datos. Al aplicar, el sistema automáticamente una marca de fecha/hora en el campo de ingreso o salida según sea el tipo de movimiento.

Consecutivo: Este campo es secuencial e indica el orden de ingreso a la compañía.

Placa: Corresponde al número de placa del vehículo.

Dueño: Dueño del vehículo, el cual está registrado en la tabla de flotillas.

Ingreso: Este campo se actualiza en forma automática cuando se aplica el movimiento al sistema. Corresponde a la fecha y hora de ingreso a la compañía.

Salida: Este campo se actualiza en forma automática cuando se aplica el movimiento al sistema. Corresponde a la fecha y hora de salida de la compañía.

Estado: Este campos puede tener uno de los siguientes valores:

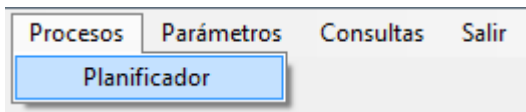
- Disponible para cargar: Significa que el vehículo ingresó recientemente.
- En proceso de carga.

- Salió de la empresa: Significa que el vehículo anda en ruta de entrega.

Planificador de entregas

La pantalla de planificación de entregas corresponde a la aplicación principal del módulo y será la herramienta a utilizar para llevar a cabo la administración de entregas en el departamento de despacho de la empresa El Industrial. La planificación de entregas les compete solamente a los encargados del área de despacho. Esta sección se encuentra en la opción Planificar dentro del Menú Planificación del Sistema.

Ubicación en el menú:



The screenshot displays the 'Planificador de Entregas' application window. On the left is a sidebar with controls: 'Filtrado' (Fecha Requerida: 30/04/2012), 'Planifica Carga' (checked), 'Eliminar Carga', 'Imprime Lotes', 'Mostrar Pedidos', 'Admin. Zonas', 'Salir', and 'Oracle - MySql'. The main area is titled 'Administrador de Cargas' and contains a table with columns: No Carga, F.entrega, Placa, Transportista, Clúster, Disp.m3, Utiliz.m3, % Aprovec., Costo, Aviso Entr, and Estatus. Below this is a 'Pedidos' table with columns: #, Destino, Pedido, Ruta, Zona, Nombre Cliente, Artículo, and Descripc. The 'Pedidos' table contains 8 rows of data. At the bottom, there are input fields for 'Hora Confirmada' (HH: 7, MM: 30), 'Nota Confirmación Despacho' (Cliente Recibe, Jueves de 07:30AM a 22:00PM), and 'Contacto Autoriza' (L0550044).

#	Destino	Pedido	Ruta	Zona	Nombre Cliente	Artículo	Descripc
4188	1.5 KM OESTE DE JARDINE...	331379	GAM	GAM	LABORATORIOS GRIFFITH DE CA.	L0550044	CAJA 45
4189	1.5 KM OESTE DE JARDINE...	330001	GAM	GAM	LABORATORIOS GRIFFITH DE CA.	L0550154	CAJA GE
4190	1.5 KM OESTE DE JARDINE...	331383	GAM	GAM	LABORATORIOS GRIFFITH DE CA.	L0550046	CAJA 46
4281	1KM NORESTE DE EL PAR...	329896	ZONA 5A	INTERIOR	COOPERATIVA DE PROD DE LECH...	C0080434	(149121)
4282	1KM NORESTE DE EL PAR...	329893	ZONA 5A	INTERIOR	COOPERATIVA DE PROD DE LECH...	C0080434	(149121)
4283	1KM NORESTE DE EL PAR...	330897	ZONA 5A	INTERIOR	COOPERATIVA DE PROD DE LECH...	C0080181	(473059)
4284	1KM NORESTE DE EL PAR...	330898	ZONA 5A	INTERIOR	COOPERATIVA DE PROD DE LECH...	C0080432	(146951)
4285	1KM NORESTE DE EL PAR...	329901	ZONA 5A	INTERIOR	COOPERATIVA DE PROD DE LECH...	C0080434	(149121)
4286	1KM NORESTE DE EL PAR...	330301	ZONA 5A	INTERIOR	COOPERATIVA DE PROD DE LECH...	C0080414	(299498)

Continuación del bloque pedidos

Id	Descripción	F. Entrega	Cantidad	Existencia	Cubicaje	Peso
0044	CAJA 461-021 CAMPERO KRAFT	9/1/2011	1815	5	10.77	1493.5
0154	CAJA GENERICA 200 G 461-116	8/22/2011	1000	251	1.87	236.88
0046	CAJA 461-038 CAMPERO KRAFT	9/1/2011	112	8	0.16	21.61
0434	(149121) CAJA 24X350G LECHE PINI...	8/19/2011	8000	3460	14.25	3612.67
0434	(149121) CAJA 24X350G LECHE PINI...	8/17/2011	5600	3460	9.98	2528.87
0181	(473059) LÁMINA 40 X 48	8/31/2011	800	800	4.91	494.9
0432	(146951) CAJA LECHE ENTERA COR...	8/31/2011	560	717	2.55	252.89
0434	(149121) CAJA 24X350G LECHE PINI...	8/18/2011	800	3460	1.43	361.27
0414	(299498) CAJA CRE-C 1.5KG	8/24/2011	200	473	0.93	80.71

Figura 40 Planificador de entregas

En la figura 40 se muestra la pantalla de planificación, en la cual el usuario tiene a disposición toda la información relacionada con las entregas diarias, con la cual puede solicitar sugeridos por medio del botón de planificación o también el sistema está habilitado para ejecutarlo en modo manual, es decir se pueden crear las cargas de envío a criterio del usuario.

A continuación se describen los objetos incluidos en la pantalla:

Fecha requerida: Este campo funciona con doble propósito ya que permite filtrar la información a mostrar en los bloques de Administración de Cargas o Pedidos.

Bloque de pedidos: Si el usuario se coloca en el bloque de pedidos, el sistema despliega los pedidos pendientes por planificar y de acuerdo a la fecha seleccionada.

Campos incluidos en este bloque:

Destino: Este campo indica el destino de entrega asociado a cada pedido del cliente, es una de las principales condicionantes en el planificador, ya que define la ruta y el costo de la carga.

Pedido: Corresponde al número de pedido del cliente.

Ruta y Zona: Indica la zona geográfica donde será entregada la carga. Si este valor es nulo, entonces debe presionarse el botón de Adm. Zonas para proceder con la vinculación del destino a la zona correspondiente.

Nombre del cliente: Indica el nombre del cliente dueño del pedido.

Artículo: Indica el código del producto.

Descripción: Muestra la descripción del producto.

F.Entrega: Indica la fecha de compromiso de entrega del pedido.

Cantidad: Corresponde a la cantidad de producto solicitada por el cliente.

Existencia: Indica la cantidad de existencia disponible en bodega. Este campo es una de las reglas condicionantes, ya que si la cantidad no está completa, el sistema la excluye del cálculo de cargas sugeridas.

Cubicaje: Este campo indica el volumen representado en metros cúbicos y que corresponde a la cantidad de producto solicitada. Este campo es indispensable para calcular el espacio a utilizar en el transporte. Si el producto no tiene los valores para calcular el cubicaje, el sistema alerta al usuario cambiando el color de fondo en amarillo. Mientras no exista un valor en este campo, el sistema no incluirá el registro en el cálculo de cargas sugeridas.

Peso: Indica el peso correspondiente a la cantidad de producto solicitada.

Bloque de cargas: Si el usuario se coloca en el bloque Administrador de Cargas, el sistema despliega las cargas definidas para la fecha indicada, además al posicionarse en cada registro del bloque el sistema despliega el detalle de los pedidos asociados a la carga seleccionada.

Campos incluidos en este bloque:

No. Carga: Este campo indica el número de carga que vincula uno o varios pedidos que son desplegados en el bloque inferior. Este número de carga está relacionado a su vez con alguno de los vehículos disponibles para despacho de producto. El valor de este campo es asignado por el sistema luego de ejecutar el proceso de planificación ya sea en forma automática o manual.

Fecha de entrega: Indica la fecha de entrega de los pedidos asociados al número de carga.

Placa: Indica el número de placa del transporte asociado.

Transportista: Corresponde al nombre del dueño del vehículo que transporta la carga.

Clúster: Corresponde al clúster que debe visitar el transportista.

Disp. m3: Indica el volumen de carga disponible expresado en metros cúbicos según el transporte asignado.

Utiliz. m3: Indica el volumen de carga utilizado expresado en metros cúbicos, de acuerdo a la suma del volumen de los pedidos asociados al número de carga.

% Util: Muestra el porcentaje de aprovechamiento comparando los valores de utilización versus el disponible de volumen por cada transporte.

Costo: Este campo indica el costo total de la carga. Se obtiene del proceso de planificación y está vinculada directamente con el costo individual de cada destino.

Estado: Este campo indica el estado de la carga. Los cuales pueden ser:

- “Sin alistar”

- “En proceso de carga”
- “Salió de la empresa”
- “Carga Entregada”.

Botones disponibles: La pantalla dispone de algunos botones con diferentes funcionalidades que explicamos a continuación:

Planifica: Al presionar este botón, el sistema ejecuta el algoritmo de planificación de cargas detallado en la sección *4.1 Formulación del Modelo Matemático*. Con base en los pedidos pendientes, los diferentes destinos, el transporte disponible, el cubicaje correspondiente a cada pedido y los horarios de recibo de producto, el sistema procesa la planificación automática para luego mostrar el resultado de forma sugerida en el bloque de cargas.

Eliminar: Este botón se utiliza exclusivamente para eliminar las cargas que se encuentran pendientes de proceder. El sistema no permite borrar un registro que ya se encuentre en proceso de carga o si ya se encuentra en ruta. Al borrar el registro, el sistema habilita los pedidos vinculados, para que puedan ser nuevamente vinculados a otra carga.

Imprime Lotes: Este botón permite imprimir las boletas o picking list correspondientes a los pedidos asociados a cada carga. El objetivo es entregar el documento impreso a los operadores del montacargas para que muevan la carga hacia los muelles de cargas, para que posteriormente inicien el proceso de acomodamiento dentro del compartimiento del transporte asignado. A

partir de este momento continúa con el proceso de facturación que opera actualmente en la empresa.

Empaques Santa Ana

Boletas

	<u>BOLETA</u>	<u>FECHA</u>	<u>S</u>	<u>F</u>	<u>CANTIDAD</u>
P8316020					
TAPA COBANA 18.14KG					
	503982	08/23/2011	K	9	170.00
P8316020					
TAPA COBANA 18.14KG					
	507140	08/31/2011	K	11	1100.00
P8316020					
TAPA COBANA 18.14KG					
	507149	08/31/2011	K	11	1100.00
P8316020					
TAPA COBANA 18.14KG					
	507147	08/31/2011	K	11	1100.00
P8316020					
TAPA COBANA 18.14KG					
	507132	08/31/2011	K	11	1100.00

Figura 41 Impresión de Lotes

La figura 41 muestra un ejemplo del reporte que emite este botón y detalla los campos de número de lotes²⁰, fecha, Sector, Fila y cantidad disponible.

Pedidos: Este botón permite refrescar el bloque de pedidos.

Adm. Zonas/Clústeres: Este botón es utilizado como acceso directo a la pantalla de mantenimiento de Zonas-clústeres-destinos y se utiliza en el caso que un destino no se encuentre vinculado a una ruta.

Oracle-MySql: Es utilizado exclusivamente para importar datos de Oracle hacia la base de datos que es utilizada para presentar el prototipo del sistema.

²⁰ Un lote es una boleta que identifica un número de tarima.

Consultas del sistema

A continuación se explican las pantallas que serán utilizadas por los usuarios para consultar el estado de las cargas que están siendo procesadas en el departamento de despacho y el transporte disponible.

Consulta de Cargas

En esta pantalla se muestran las cargas que han sido planificadas por el personal de despacho. Se utiliza como herramienta de seguimiento para las otras áreas de la empresa.

Ubicación en el menú:

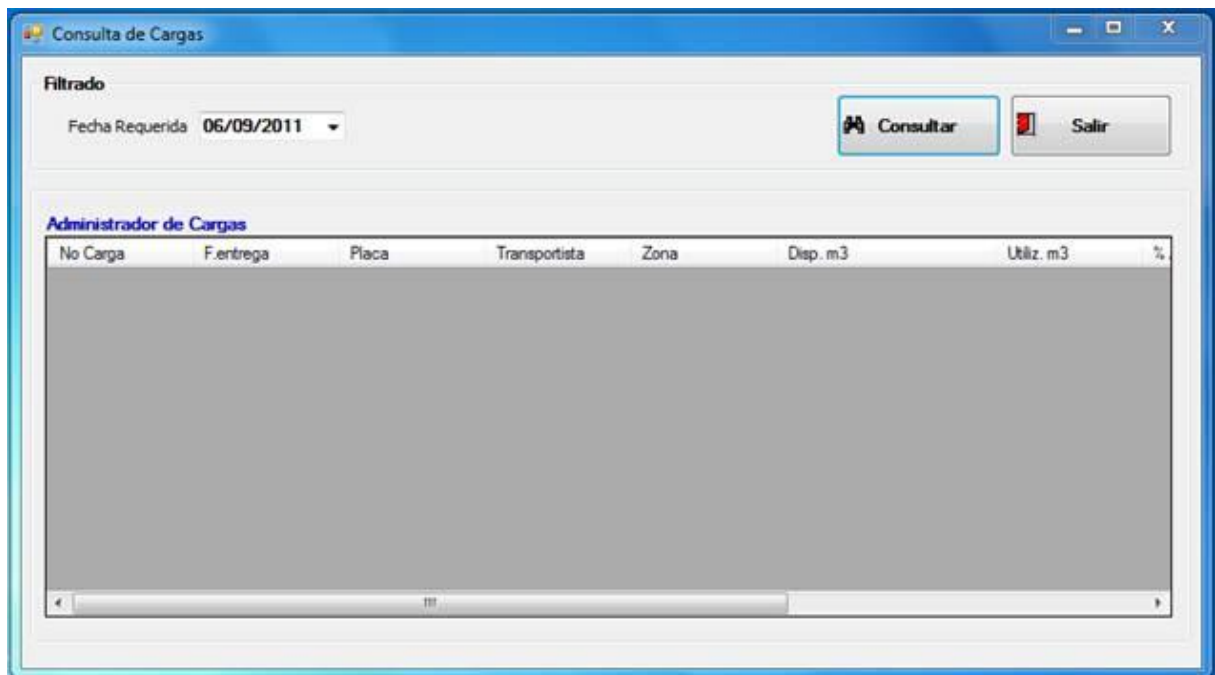
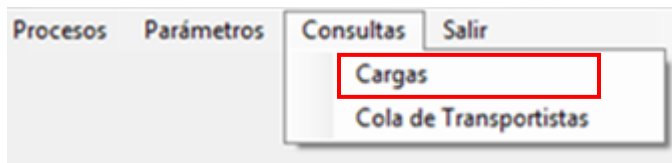


Figura 42 Cola de cargas por despachar

En la figura 42 se muestra la pantalla de consulta de cargas, la cual es definida en el proceso de planificación de cargas. El sistema despliega las cargas definidas para la fecha indicada en el campo de Fecha Requerida.

Campos incluidos en este bloque:

Fecha Requerida: Este campo permite filtrar la información mostrada en el bloque Administrador de Cargas.

No. Carga: Este campo indica el número de carga que es asignado por el sistema luego de ejecutar el proceso de planificación ya sea en forma automática o manual.

Fecha de entrega: Indica la fecha de entrega de los pedidos asociados al número de carga.

Placa: Indica el número de placa del transporte asociado.

Transportista: Corresponde al nombre del dueño del vehículo que transporta la carga.

Clúster: Corresponde al clúster que debe visitar el transportista.

Zona: Indica la zona geográfica de entrega.

Disp. m3: Indica el volumen de carga disponible expresado en metros cúbicos según el transporte asignado.

Utiliz. m3: Indica el volumen de carga utilizado expresado en metros cúbicos, de acuerdo a la suma del volumen de los pedidos asociados al número de carga.

% Util: Muestra el porcentaje de aprovechamiento comparando los valores de utilización versus el disponible de volumen por cada transporte.

Costo: Este campo indica el costo total de la carga. Se obtiene del proceso de planificación y está vinculada directamente con el costo individual de cada destino.

Estado: Este campo indica el estado de la carga. Los cuales pueden ser:

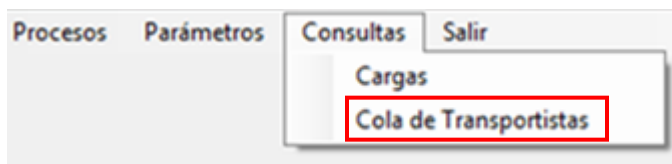
- “Sin alistar”

- “En proceso de carga”
- “Salió de la empresa”
- “Carga Entregada”.

Consulta de Cola de Transportistas

En esta pantalla se muestra el estado del transporte que ha ingresado a la empresa.

Ubicación en el menú:



 A screenshot of a web application window titled 'Gestión Transportes'. The main heading is 'Cola Transportistas' with an 'Actualizar' button. Below is a table with the following data:

Placa	Nombre	Capacidad (m3)	Fecha Ingreso	Hora Ingreso	Estado
160750	Geovanni Blanco Cambronero	16.8168	31/08/2011	12:38 PM	En Proceso de carga
146150	Royner Nuñez Gonzales	44,478720	31/08/2011	12:41 PM	Disponible para cargar
148235	HERIBERTO SILVA N	41,1264	31/08/2011	02:37 PM	Disponible para cargar
250404	CARLOS L. SABORIO ELIZONDO	12,037410	31/08/2011	02:37 PM	Disponible para cargar
232924	Henry Sequeira Rivera	19,32	31/08/2011	04:45 PM	Disponible para cargar
199497	Geiner Chacon Valverde	26,013065	05/09/2011	02:59 PM	Disponible para cargar

 At the bottom right, it shows 'Usuario Actual: ADMIN'.

Figura 43 Cola Transportistas

La figura 43 presenta la interfaz utilizada para mostrar la cola de transportistas. El sistema muestra cada vehículo en el orden que han ingresado a la compañía y en el caso que la planificación se realice en forma manual, esta pantalla es de gran utilidad

para los encargados de despacho, ya que al consultarla permite asignar el transporte en una forma más ordenada y de manera justa. De igual forma si el proceso se realiza en forma automática, el sistema respeta este mismo concepto.

Los campos que incluye esta consulta los explicamos a continuación:

Placa: Este campo indica la placa del vehículo

Nombre: Indica el nombre del dueño del vehículo.

Capacidad: Indica la capacidad del vehículo expresada en metros cúbicos.

Fecha Ingreso: Indica la fecha de ingreso a la compañía.

Hora Ingreso: Corresponde a la hora de ingreso a la compañía.

Estado: Esta campo indica el estado del vehículo, los cuales pueden ser dos:

“Disponible para cargar” o “En proceso de Carga”.

5. Conclusiones

De acuerdo a las mejoras obtenidas en el desarrollo de este proyecto, podemos mencionar las siguientes actividades o procesos que están en operación o que a muy corto plazo se incorporarán al sistema de trabajo de la empresa El Industrial.

- La implementación del control sistematizado de ingreso de vehículos, logró mejorar el procedimiento de asignación de cargas manual en forma justa y equitativa. Este componente también lo utilizará el nuevo sistema de asignación automática de cargas.
- En muy corto plazo, le empresa cambiará su método de cálculo de costo por cada viaje, por lo tanto la implementación del pago por kilómetro recorrido en este proyecto será de gran ayuda para este objetivo y de igual forma será medular para utilizar en el modelo matemático.
- Los nuevos indicadores de gestión²¹ son utilizados desde hace varios meses y muestran una información más clara y con mucho más detalle. Además de esta forma se pueden analizar los datos diariamente y con la ventaja que se pueden tomar decisiones al momento, contrario a lo que sucedía antes que se analizaba hasta finalizar el mes.
- Ya se encuentran todos los elementos disponibles para aplicar el modelo matemático e incorporarlo al sistema informático. El especialista subcontratado se encuentra diseñando el prototipo que será presentado al comité gerencial a corto plazo.

²¹ Ver capítulo 1.4.7 (Rediseño de actividades de la cadena de valor - Falta de información en los indicadores de gestión)

- Como la empresa el Industrial pertenece a un Grupo Corporativo donde existen otras empresas que pertenecen al mismo sector, se ha expuesto el proyecto a estas empresas con el fin de buscar la sinergia e implementarlo a futuro, ya que ninguna de ellas posee un sistema automatizado de planificación de cargas. Esto ha generado mucha expectativa a nivel interno y se espera implementar a mediano plazo en algunas otras empresas.

Anexos

Anexo 1

Estimación del costo del proyecto si el producto se desarrolla internamente

Id	Nombre de tarea	Duración	Prede	Nombre de los recursos
1	Sistema de Logística de Distribución El Industrial	102.61 días		
2	Etapa 1 (Diseño)	19.61 días		
3	Definir estructura de equipo de trabajo	1 día		Analista de Sistemas,Ingeniero Industrial,Encargado de Proyecto
4	Analizar requerimientos funcionales	1 día	3	Analista de Sistemas,Encargado de Proyecto,Ingeniero Industrial
5	Diseño modelo de datos (Tablas, vistas, integridad, etc)	2 días	4	Analista de Sistemas,Encargado de Proyecto
6	Diseño de la aplicación	15.36 días		
7	Módulo de parámetros	0.54 días	5	Analista de Sistemas,Encargado de Proyecto
8	Mantenimiento zonas geográficas	1 día	7	Analista de Sistemas,Encargado de Proyecto
9	Gestión de Transportes	1 día	8	Analista de Sistemas,Encargado de Proyecto
10	Planificador de Entregas	11.4 días		
11	Algoritmo de distribución	5 días	9	Analista de Sistemas,Encargado de Proyecto,Ingeniero Industrial
12	Manejo de cargas	3 días	11	Analista de Sistemas,Encargado de Proyecto,Ingeniero Industrial[50%]
13	Manejo de Transporte	0.8 días	12	Analista de Sistemas,Encargado de Proyecto,Ingeniero Industrial[50%]
14	Manejo de pedidos	0.8 días	13	Analista de Sistemas,Encargado de Proyecto,Ingeniero Industrial[50%]
15	Panel de control	1 día	14	Analista de Sistemas,Encargado de Proyecto,Ingeniero Industrial[50%]
16	Diseño de la barra de herramientas	0.5 días	15	Analista de Sistemas,Encargado de Proyecto
17	Diseño de boleta de salida para montacarguistas	0.3 días	16	Analista de Sistemas,Encargado de Proyecto,Ingeniero Industrial[50%]
18	Módulo de consulta	0.5 días	17	Analista de Sistemas,Encargado de Proyecto
19	Etapa 2 (Desarrollo)	78 días		
20	Creación de modelo de datos	4 días	18	Analista de Sistemas[50%],Encargado de Proyecto[50%]
21	Desarrollo de la aplicación	22 días		
22	Módulo de parámetros	6 días	20	Analista de Sistemas[50%]
23	Mantenimiento zonas geográficas	10 días	22	Analista de Sistemas[50%]
24	Gestión de Transportes	6 días	23	Analista de Sistemas[50%]
25	Planificador de Entregas	52 días		
26	Algoritmo de distribución	4 días	24	Analista de Sistemas[50%]
27	Manejo de cargas	10 días	26	Analista de Sistemas[50%]
28	Manejo de Transporte	8 días	27	Analista de Sistemas[50%]
29	Manejo de pedidos	8 días	28	Analista de Sistemas[50%]
30	Panel de control	8 días	29	Analista de Sistemas[50%]
31	Barra de herramientas	4 días	30	Analista de Sistemas[50%]
32	Boleta de salida para montacarguistas	4 días	31	Analista de Sistemas[50%]
33	Módulo de consulta	6 días	32	Analista de Sistemas[50%]
34	Creacion de procedimientos	5 días		
35	Crear procesos para software de distribución	5 días	33	Analista de Sistemas,Encargado de Proyecto[50%]

Desarrollo Interno

Nombre Recurso	Costo Estimado
Analista de Sistemas	\$5,744.63
Ingeniero Industrial	\$636.80
Encargado de Proyecto	\$3,303.61
Total:	\$9,685.04

Anexo 2

Estimación del costo del proyecto si producto se subcontrata a un tercero

Id	Nombre de tarea	Duración	Prede	Nombres de los recursos
1	Sistema de Logística de Distribución Byram_León	65.5 días		
2	Etapa 1 (Diseño)	19.5 días		
3	Definir estructura de equipo de trabajo	1 día		Encargado de Proyecto,Ingeniero Industrial
4	Analizar requerimientos funcionales	0.42 días	3	Encargado de Proyecto,Ingeniero Industrial,Subcontrato
5	Diseño modelo de datos (Tablas, vistas, integridad, etc)	1.25 días	4	Encargado de Proyecto,Subcontrato
6	Diseño de la aplicación	14.5 días		
7	Módulo de parámetros Clientes	0.73 días	5	Analista de Sistemas,Encargado de Proyecto,Subcontrato
8	Mantenimiento zonas geográficas	2 días	7	Analista de Sistemas[50%],Encargado de Proyecto[50%],Subcontrato
9	Gestión de Transportes	1.87 días		Analista de Sistemas[50%],Encargado de Proyecto[50%],Subcontrato
10	Planificador de Entregas	9.33 días		
11	Algoritmo de distribución	4 días	9	Analista de Sistemas,Encargado de Proyecto,Ingeniero Industrial
12	Manejo de cargas	0.83 días	11	Analista de Sistemas,Encargado de Proyecto[50%],Subcontrato
13	Manejo de Transporte	0.83 días	12	Analista de Sistemas[50%],Encargado de Proyecto[50%],Subcontrato
14	Manejo de pedidos	0.83 días	13	Analista de Sistemas[50%],Encargado de Proyecto[50%],Subcontrato
15	Panel de control	0.81 días	14	Analista de Sistemas[50%],Encargado de Proyecto[50%],Subcontrato
16	Diseño de la barra de herramientas	0.5 días	15	Analista de Sistemas[50%],Encargado de Proyecto[50%],Subcontrato
17	Diseño de boleta de salida para montacarguistas	0.5 días	16	Analista de Sistemas[50%],Encargado de Proyecto[50%],Subcontrato
18	Módulo de consulta	0.5 días	17	Analista de Sistemas[50%],Encargado de Proyecto[50%],Subcontrato
19	Etapa 2 (Desarrollo)	41 días		
20	Creación de modelo de datos	4 días	18	Analista de Sistemas[50%],Encargado de Proyecto[50%],Subcontrato
21	Desarrollo de la aplicación	11 días		
22	Módulo de parámetros Clientes	4 días	20	Subcontrato
23	Mantenimiento zonas geográficas	4 días	22	Subcontrato
24	Gestión de Transportes	3 días	23	Subcontrato
25	Planificador de Entregas	26 días		
26	Algoritmo de distribución	3 días	24	Subcontrato
27	Manejo de cargas	4 días	26	Subcontrato
28	Manejo de Transporte	4 días	27	Subcontrato
29	Manejo de pedidos	4 días	28	Subcontrato
30	Panel de control	4 días	29	Subcontrato
31	Barra de herramientas	2 días	30	Subcontrato
32	Boleta de salida para montacarguistas	2 días	31	Subcontrato
33	Módulo de consulta	3 días	32	Subcontrato
34	Creacion de procedimientos	5 días	33	
35	Crear procesos para software de distribución	5 días		Subcontrato,Encargado de Proyecto[50%]

Desarrollo con subcontrato

Nombre Recurso	Costo Estimado
Subcontrato	\$14,944.75
Ingeniero Industrial	\$346.67
Encargado de Proyecto	\$2,310.33
Analista de Sistemas	\$1,046.38
	\$18,648.12

Anexo 3

Recuperación de la inversión

Cálculo de kilogramos promedio por metro cúbico

		Datos								
Zonat	Mes	Diponible por Viaje	PESO Kg	\$Unit x TM	COSTO \$	% Eficiencia Vol	\$Unit x M3	Kg x M3		
GAM	may	11,849	1,008,079	17.74	17,883	67%	1.51	85		
	jun	5,057	436,434	19.48	8,501	68%	1.68	86		
Total GAM		16,906	1,444,513	18.27	26,385	67%	1.56	85	Movió 85 kg prom por m3 para GAM	
INTERIOR	may	11,711	1,410,021	33.22	46,846	75%	4.00	120		
	jun	6,972	827,814	36.29	30,045	75%	4.31	119		
Total INTERIOR		18,682	2,237,835	34.36	76,891	75%	4.12	120	Movió 120 kg prom por m3 para INTERIOR	
VILLAS	may	5,168	744,970	22.77	16,963	88%	3.28	144		
	jun	1,633	223,340	25.60	5,718	84%	3.50	137		
Total VILLAS		6,801	968,310	23.42	22,681	87%	3.34	142	Movió 142 kg prom por m3 para VILLAS	
Total general		42,388	4,650,658	27.08	125,956	74%	2.97	110		

Cálculo de ahorro esperado según proyección de ventas de 2,900 TM por mes.

		Análisis de ventas últimos 6 meses								Nuevo costo		
Zonat	Diponible por Viaje	PESO Kg	Sector	Proporción	Kgs x m3	Kgs	Disp m3	Costo Unit TM	Costo Tot TM	1%	Dif	\$Unit Esperado
GAM	54,285	4,861,331	GAM	33%	85	942,798	11,034	18.27	17,221	17,048	172	18.08
INTERIOR	57,981	6,985,267	INTERIOR	47%	120	1,354,711	11,310	34.36	46,547	46,082	465	34.02
VILLAS	22,396	3,106,608	VILLAS	21%	142	602,490	4,231	23.42	14,112	13,971	141	23.19
Total genera	134,662	14,953,205		100%	Proyección:	2,900,000	26,575		77,880	77,101	779	
											Ahorro esperado por mes	779

Tabla de Figuras

<i>Figura 1</i> Proceso de Corrugado.....	22
<i>Figura 2</i> Estadística de aprovechamiento volumétrico.....	36
<i>Figura 3</i> Estadística de costo de fletes por tonelada.....	37
<i>Figura 4</i> Cola de pedidos para despachar.....	38
<i>Figura 5</i> Consulta de pedidos en producción.....	39
<i>Figura 6</i> Ventana para cálculo de cubicaje.....	39
<i>Figura 7</i> Tabla de Flotilla de transporte.....	40
<i>Figura 8</i> Tabla de Tarifas.....	40
<i>Figura 9</i> Carnet de transportista.....	46
<i>Figura 10</i> Nueva pantalla de mantenimiento de la flotilla vehicular.....	47
<i>Figura 11</i> Software de administración de mapas geográficos.....	49
<i>Figura 12</i> Detalle de Fletes.....	50
<i>Figura 13</i> Costo por tonelada de acuerdo a Zona.....	50
<i>Figura 14</i> Aprovechamiento Volumétrico por Zona.....	51
<i>Figura 15</i> Costo por Tonelada Total.....	51
<i>Figura 16</i> Aprovechamiento Volumétrico Total.....	52
<i>Figura 17</i> Módulos que conformarán el sistema Logística de Distribución y sus relaciones con los otros módulos del sistema general.....	62
<i>Figura 18</i> CU-Ingreso al sistema (RQF-001).....	75
<i>Figura 19</i> CU-Registrar horarios de clientes (RQF-002).....	77
<i>Figura 20</i> CU-Registrar zonas de entrega y clústeres (RQF-003).....	79
<i>Figura 21</i> CU-Registro de vehículos al sistema (RQF-004).....	81
<i>Figura 22</i> CU-Gestión de transportes (RQF-005).....	83
<i>Figura 23</i> CU-Ingreso de pedidos (RQF-006).....	85
<i>Figura 24</i> CU-Planificación y registro de producción (RQF-006).....	87
<i>Figura 25</i> CU-Ingreso de Producto Terminado (RQF-006).....	89
<i>Figura 26</i> CU-Administrador de Cargas (RQF-006).....	91
<i>Figura 27</i> CU-Elimina Cargas (RQF-006).....	94
<i>Figura 28</i> CU-Planifica Pedidos (RQF-006).....	96
<i>Figura 29</i> CU-Entrega de Producto (RQF-006).....	99
<i>Figura 30</i> CU-Reporte de entrega de producto (RQF-006).....	101
<i>Figura 31</i> CU-Consulta de carga diaria (RQF-007).....	103
<i>Figura 32</i> CU-Consulta de transporte disponible (RQF-008).....	104
<i>Figura 33</i> Estructura de la base de datos.....	142
<i>Figura 34</i> Pantalla de ingreso de usuario.....	144
<i>Figura 35</i> Menú del Sistema.....	145
<i>Figura 36</i> Definición de horarios de recibo de mercadería.....	146
<i>Figura 37</i> Asignación de destinos por zona geográfica.....	148
<i>Figura 38</i> Asignación de destinos por clúster.....	150
<i>Figura 39</i> Gestión de Transportes.....	152
<i>Figura 40</i> Planificador de entregas.....	155
<i>Figura 41</i> Impresión de Lotes.....	159
<i>Figura 42</i> Cola de cargas por despachar.....	160
	170

Figura 43 Cola Transportistas 162

Bibliografía

1. Terry Malloy – Jardín Corrugated Cases Limited, UK – Dec. 2001
“International Corrugated Containers Conference”
2. CTI (Corrugated Technologies Inc.) - “Flow Planning Workshop”, abril 2005.
3. ISO PGVC-01, “GESTION DE VENTAS Y MERCADEO” versión 3.
4. ISO I04-PGVC-03, “ELABORACION DE TARJETA MAESTRA DE PRODUCCION”, versión No. 3, Abril 2008.
5. ISO PC, “Proceso de conversión IMP06-IMP08-IMP10-IMP11”, versión 1, julio 2010.
6. ISO 2PVC, “PRODUCTO TERMINADO Y DESPACHO”, versión 1, febrero 2011.
7. ISO IVC-10, “Control de despacho de Producto Terminado”, versión 1, febrero 2011.
8. AFCO. El cartón ondulado, manual de información técnico comercial. 3era edición, 1999.
9. Enrique Acuña. Tesis de Magister en Gestión de Operaciones de la Universidad de Chile. Ruteo de vehículos con ventanas de tiempo para una cadena de supermercados regional en Chile.

10. Ing. Ricardo Sojo. “Gerencia de Transportes y Redes de Distribución de Clase Mundial” Seminario. San José, mayo 2011.