



Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

**REDISEÑO DEL ÁREA DE DISTRIBUCIÓN DEL DEPARTAMENTO DE  
OPERACIONES PARA EL AUMENTO EN LA EFICIENCIA DE ENTREGA EN  
UNA EMPRESA DE LUBRICANTES**

**Ana Siomara Alvarado Sánchez**

Asesorado por: Inga. Alba Maritza Guerrero Spínola de López

Guatemala, julio de 2007



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**REDISEÑO DEL ÁREA DE DISTRIBUCIÓN DEL DEPARTAMENTO DE  
OPERACIONES PARA EL AUMENTO EN LA EFICIENCIA DE ENTREGA EN  
UNA EMPRESA DE LUBRICANTES**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR:

**ANA SIOMARA ALVARADO SÁNCHEZ**

ASESORADO POR: INGA. ALBA MARITZA GUERRERO DE LÓPEZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERA INDUSTRIAL**

GUATEMALA, JULIO DE 2007



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE LA JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Inga. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II	Inga. Alba Maritza Guerrero de López
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz
VOCAL V	Br. Elisa Yazminda Vides Leiva
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADORA	Inga. Rossana Margarita Castillo Rodríguez
EXAMINADOR	Ing. Pablo Fernando Hernández
EXAMINADORA	Inga. Helen Rocío Ramírez Lucas
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas



## **HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

### **REDISEÑO DEL ÁREA DE DISTRIBUCIÓN DEL DEPARTAMENTO DE OPERACIONES PARA EL AUMENTO EN LA EFICIENCIA DE ENTREGA EN UNA EMPRESA DE LUBRICANTES,**

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, mayo de 2007.

Ana Siomara Alvarado Sánchez





## **ACTO QUE DEDICO A:**

### **DIOS**

Por estar en todo momento junto a mí y ser la fuente de sabiduría.

### **MIS PADRES**

Salvador y Any, gracias por ser mi guía, ejemplo de amor, sabiduría y profesionalismo, los cuales perdurarán siempre como huella del camino enseñado.

### **MIS HERMANOS**

Claudia y Lardy, por ser ejemplo de amistad, nobleza, carisma y dedicación. Por el apoyo incondicional que me han brindado siempre.

### **MIS ABUELOS**

Salvador, Josefina, Dionisia y Francisco (D.E.P). Gracias por su amor y buenos momentos, enseñándome lecciones de vida que otorgan sabiduría.

### **MIS FAMILIARES**

Por el gran cariño que me han brindado.

### **MIS AMIGOS**

Gracias por la amistad y el apoyo que me brindaron.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”



## **AGRADECIMIENTOS A**

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA**

Casa de estudios que me brindó la oportunidad de alcanzar mis metas.

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

Por brindarme los conocimientos necesarios para desarrollarme como ingeniera.

**MI ASESORA**

Inga. Alba Maritza Guerrero Espínola de López, por sus consejos y asesoramiento.

**ESCUELA DE INGENIERÍA  
MECÁNICA INDUSTRIAL**

Por brindarme los conocimientos necesarios para desarrollarme como ingeniera

**“ID Y ENSEÑAD A TODOS”**



## ÍNDICE GENERAL

<b>ÍNDICE DE ILUSTRACIONES</b>	<b>V</b>
<b>GLOSARIO</b>	<b>IX</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>XI</b>
<b>OBJETIVOS</b>	<b>XIII</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>XV</b>
<b>1 ANTECEDENTES GENERALES</b>	<b>1</b>
1.1 Historia de las empresas de lubricantes en Guatemala	1
1.2 Descripción de la empresa en estudio	3
1.3 Marco teórico	5
1.3.1 Modelo de transporte	5
1.3.2 Modelo de transporte no tradicional	14
1.3.3 Algoritmo de transporte	15
1.3.3.1 Determinación de la solución inicial	16
1.3.3.2 Cálculos iterativos del algoritmo	27
<b>2 DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL</b>	<b>33</b>
2.1 Estructura administrativa	34
2.2 Misión, visión de la empresa	38
2.3 Recursos de la empresa	38
2.3.1 Inmobiliario y equipo	40

2.3.2	Vehículos	44
2.3.3	Personal	49
2.4	Departamento de operaciones	62
2.4.1	Funciones	63
2.4.2	Área de distribución	65
2.5	Descripción del problema actual en el área de distribución	65
2.5.1	Medición del problema	66
2.5.2	Análisis y evaluación del problema	69
2.6	Vntajas y desventajas del método actual	70
<b>3</b>	<b>PROPUESTA, MODELO A IMPLANTAR</b>	<b>71</b>
3.1	Modelo de transporte	71
3.2	Procesos de entrega	72
3.2.1	Preparación de rutas	73
3.2.1.1	Algoritmo de transporte	75
3.2.1.2	Ruta crítica	85
3.2.1.3	Tiempo de entrega	86
3.2.2	Carga y descarga del producto	87
3.2.2.1	Tiempo de operación	92
3.2.3	Herramientas a utilizar	92
<b>4</b>	<b>IMPLANTACIÓN DEL MODELO A UTILIZAR</b>	<b>101</b>
4.1	Programa de implementación	101
4.1.1	Actividades	103

4.1.2	Fechas	103
4.1.3	Recursos	104
4.2	Capacitación y reuniones	105
4.3	Pruebas del modelo a implementar	107
4.4	Círculos de calidad	109
<b>5</b>	<b>SEGUIMIENTO, MEJORA CONTINUA</b>	<b>111</b>
5.1	Inspecciones	112
5.1.1	Verificación de los procedimientos	113
5.1.2	Formularios	116
5.2	Retroalimentación de la información	117
5.2.1	Índices de resultados	118
5.3	Actualización de la información	121
	<b>CONCLUSIONES</b>	<b>127</b>
	<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>129</b>
	<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>131</b>





## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1	Ministerio de Energía y Minas de Guatemala	3
2	Modelo de transporte	5
3	Puntos de oferta y demanda	15
4	Asignación de valores iniciales	17
5	Organigrama	37
6	Tipos de recursos en la empresa	40
7	Computadora	41
8	Apiladores	42
9	Estanterías	42
10	Tarimas	43
11	Vehículos	45
12	Diagrama de distribución	65
13	Entregas en tiempo prometido	67
14	Producto entregado en buen estado	67
15	Servicio en entrega	67
16	Diagrama Causa – Efecto	68
17	Gráfica de ventas perdidas	69
18	Gráfica de costos elevados por mala administración	69
19	Diagrama de procesos de entrega	73
20	Boleta de preparación de pedidos	74
21	Boleta de carga y descarga	88
22	Factura de compra de producto	89
23	Guantes	93
24	Casco	95
25	Botas	95
26	Overol con cinta reflectiva	96

27	Mantenimiento de vehículos	122
----	----------------------------	-----

## TABLAS

1	Ejemplo 1 Modelo de transporte estándar	8
2	Ejemplo 1 Modelo de transporte estándar	8
3	Ejemplo 1 Transporte	10
4	Ejemplo 2 Modelo de transporte con equilibrio	11
5	Ejemplo 2 Modelo de transporte con equilibrio	11
6	Regla de esquina noroeste	18
7	Ejemplo 1 del método de equina noroeste	20
8	Ejemplo 1 del método de equina noroeste	20
9	Ejemplo 2 del método de equina noroeste	21
10	Ejemplo 2 del método de equina noroeste	21
11	Ejemplo 3 del método de equina noroeste	22
12	Ejemplo 3 del método de equina noroeste	23
13	Ejemplo 1 del método de costo mínimo	25
14	Ejemplo 1 método de Vogel	28
15	Ejemplo 1 del método de Vogel	29
16	Ejemplo 1 del método de Vogel	31
17	Ejemplo 1 por el método de multiplicadores	31
18	Ejemplo 1 por el método de multiplicadores	32
19	Costo actual por destino	34
20	Especificación 1 del los vehículos	45
21	Especificación 2 del los vehículos	47
22	Distancia entre orígenes y destinos	76
23	Capacidad de reparto y costo de envío	77
24	Capacidad de carga y oferta por transporte	78
25	Método de la esquina noroeste	79

26	Método del costo mínimo	80
27	Método de vogel	81
28	Penalizaciones horizontales método de vogel	82
29	Penalizaciones verticales método de vogel	83
30	Diferencia entre el método anterior y el método vogel	84
31	Calendario del programa de implementación	102
32	Inspección de rutas	113
33	Formato de ruta diaria	117
34	Índice mensual de transporte 1	120
35	Índice mensual de transporte 2	121



## GLOSARIO

<b>Algoritmo</b>	Secuencia de pasos lógicos que se sigue para resolver un problema.
<b>Costo</b>	Precio o cantidad que cuesta algo.
<b>CPM</b>	Método del camino crítico, es uno de los sistemas que siguen los principios de redes; fue desarrollado en 1957 y es utilizado para planear y controlar proyectos.
<b>Demanda</b>	Para un precio dado, cantidad de un bien que los sujetos económicos están dispuestos a adquirir.
<b>Distribución</b>	Reparto del producto entre los distintos factores que participan en la producción.
<b>Flete Falso</b>	Pedidos que no son entregados por diferentes circunstancias y se hace la ruta en vano.
<b>PERT</b>	Técnica de revisión y evaluación de programas, técnica de redes desarrollado en la década de los 50,

utilizada para programar y controlar programas a realizar.

**Ruta crítica o camino crítico**

Secuencia de actividades conectadas, que conduce del principio del proyecto al final del mismo, por lo que aquel camino que requiera el mayor trabajo, es decir, el camino más largo dentro de la red, viene siendo la ruta crítica o el camino crítico de la red del proyecto.

## RESUMEN

El método de transporte fue formulado como un procedimiento especial para encontrar el programa de costo mínimo, para distribuir unidades homogéneas de una empresa de lubricantes, este tiene tres bodegas, las cuales sirven como Agencias de distribución a los diferentes clientes.

Según los estudios realizados existía una mala planificación geográfica de las rutas, ya que en primera instancia, éstas no eran revisadas de acuerdo con un mapa o una verificación de kilometraje de acuerdo a la ubicación de las carreteras de la República dando como consecuencia un **incremento en el gasto de transporte**.

En esas circunstancias, los tiempos de espera de los pedidos por parte del cliente se hacen notablemente más largos en comparación con la competencia, dando como consecuencia a la empresa pérdida de la demanda por la baja competitividad con la que está establecido el servicio en cuanto a rapidez y costo – beneficio. Por otro lado, la misma desorganización de ruteo expresa un grave deterioro en los vehículos debido a la falta de mantenimiento, pues no existe un control de mantenimiento vehicular.

Se realizó un análisis del modelo de transporte utilizando los métodos de Esquina Noroeste, Costo Mínimo y Vogel; el costo menor de fue Q.1, 838.95 por el método de Vogel, este a su vez incluye una ruta óptima en donde se indica a qué ciudades se debe repartir según la ubicación de cada bodega, para el efecto de éste análisis se tomó en cuenta el kilometraje de cada bodega versus cada región a repartir, así como el costo de combustible, costo de personal y costo de vehículo.

El objetivo de este modelo es dimensionar la flota de reparto y obtener una adecuada utilización de la misma, mediante integración en tamaño y en modalidad de dependencia. El centro de distribución está destinado a dimensionar el espacio necesario para almacenar producto, envases vacíos, preparación de pedidos, carga, descarga de vacíos y devoluciones, la demanda de mano de obra a lo largo del año y su distribución horaria a lo largo del día de trabajo.

El plan de mejora continua que se propone permitirá contar con empleados hábiles, entrenados para hacer el trabajo bien, para controlar los defectos, errores y realizar diferentes tareas u operaciones; contar con empleados motivados que pongan empeño en su trabajo, que busquen realizar las operaciones de manera óptima y sugieran mejoras; contar con empleados con disposición al cambio, que puedan ser capaces y estén dispuestos a adaptarse a nuevas situaciones en la organización.



## **OBJETIVOS**

### **General**

Rediseñar el área de distribución del departamento de operaciones para realizar entregas eficientes.

### **Específicos**

1. Identificar los elementos necesarios para un servicio óptimo de entrega y de satisfacción al cliente que recibirá su producto en las condiciones ofrecidas.
2. Determinar los beneficios del rediseño del área de distribución del departamento de operaciones.
3. Minimizar el tiempo del proceso de distribución desde el momento de carga del producto, hasta su recepción.
4. Diseñar un programa de mantenimiento preventivo de los vehículos para evitar una depreciación alta en los activos de la empresa.
5. Establecer las zonas de entrega óptimas que permitan hacer una distribución eficiente.



## **INTRODUCCIÓN**

La organización en el servicio de distribución de bienes de una empresa comercial es importante debido a que una mala planeación de despacho y entrega, conlleva a problemas como acumulación de pedidos, el desgaste en la presentación tanto del empaque como del producto en sí e incurrir en la potencial pérdida de clientes y posiblemente en mayores costos.

Al tener una red de transporte adecuada, se debe estar orientado en brindar un servicio en el cual se logre distribuir equitativamente las rutas de entrega, minimizar el tiempo de trabajo y entregar un producto en perfectas condiciones, con la cantidad correcta y en el lugar exacto. La empresa y el cliente se verán beneficiados con los más altos niveles de seguridad y confiabilidad.

Será de suma importancia hacer eficientes los procesos de servicio de transporte, para poder brindar un servicio con calidad a clientes que no poseen este acceso.



## **1 ANTECEDENTES GENERALES**

La grasa es un producto que va desde sólido a semilíquido y es producto de la dispersión de un agente espesador y un líquido lubricante que dan las propiedades básicas de la grasa. Las grasas convencionales, generalmente son aceites que contienen jabones como agentes que le dan cuerpo.

### **1.1 Historia de las empresas de lubricantes en Guatemala**

La primera grasa lubricante se fabricó en 1872. Desde el principio las grasas se basaron en jabones cálcicos y líticos. En 1940 se desarrollaron las grasas líticas, y en una década después se lanzaron las grasas de jabón compuesto de aluminio. Las empresas de lubricantes tienen sus orígenes en el siglo XIX, una de las más grandes empresas fue establecida en 1882 por John D. Rockefeller bajo el nombre de Standard Oil Trust. Esta fue una empresa pionera en su género, creando subsidiarias en todo el mundo; en Guatemala fueron establecidas a principios del siglo XX, específicamente en 1911 la empresa Esso Standard Oil, S.A. y en 1919 la empresa Shell la cual había sido fundada en 1904 en Europa.

La Dirección General de Minería, Industrias Fabriles y Comercio, adscrita a la Secretaría de Fomento, fue creada el 01 de julio del año 1907, siendo nombrado el señor Manuel Lemus, como el primer Director. En la década de los años cuarenta, se creó el Instituto Nacional de Petróleo. Posteriormente en los años cincuenta, la Dirección General de Minería, Industrias Fabriles y Comercio, cambió de denominación a únicamente Dirección General de Minería, fusionándose con el referido Instituto para llegar a formar la Dirección General de Minería e Hidrocarburos, adscrita al Ministerio de Economía.

Conforme la Ley que regulaba las actividades del Organismo Ejecutivo, correspondía al Ministerio de Economía conocer todo lo relativo a los hidrocarburos, minas y canteras, pero por lo creciente y complejo de tales actividades fue necesario separar de dicho Ministerio, la Dirección General de Minería e Hidrocarburos, dando vida mediante el Decreto-Ley 57-78 a la Secretaría de Minería, Hidrocarburos y Energía Nuclear, adscrita a la Presidencia de la República.

Ante el crecimiento e importancia de las actividades relativas al desarrollo de la industria petrolera y minera, y el aprovechamiento del uso pacífico de la energía nuclear y de las fuentes nuevas y renovables de energía, cambió la denominación de tal Secretaría mediante el Decreto-Ley Número 86-83, llamándose Secretaría de Energía y Minas. No obstante que la Emisión de este Decreto-Ley significó un avance para que dicha Secretaría cumpliera en mejor forma sus funciones, se hizo necesario contar con un órgano más especializado que atendiera y dinamizara el desarrollo en el Sector, dando lugar a que por medio del Decreto Ley No 106-83 de fecha 8 de septiembre de 1983, naciera a la vida política del País el MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS, tomando vigencia a partir del 10 de Septiembre de ese mismo año.

**Figura 1 Ministerio de Energía y Minas de la república de Guatemala**



Fuente: Ministerio de Energía y Minas de la república de Guatemala.

La exploración Petrolera en Guatemala se ha llevado a cabo por alrededor de 60 años y a la fecha se han perforado 139 pozos. La actividad petrolera se inicia a fines de los años 30, cuando se realizó un programa foto geológico en las regiones de La Libertad, Chinajá y Río La Pasión.

## **1.2 Descripción de la empresa en estudio**

La empresa a estudiar se dedica a la distribución de bienes de consumo en el mercado automotor, la formulación, elaboración, comercialización y distribución de productos para la lubricación de todo tipo de vehículos y maquinarias, tales como:

- Aceites lubricantes para motores a gasolina y a diesel
- Aceites lubricantes para motores de dos tiempos y equipo agrícola
- Lubricantes industriales
- Grasas

Ha identificado y operado diferentes canales de distribución, con el propósito de satisfacer al cliente, ofreciendo la más alta calidad de prestigio y orientación de acuerdo a su aplicación. Por otro lado le ofrece algo más que productos: la garantía de que su vehículo y/o equipo tendrá la lubricación que requiere para un desempeño óptimo.

Entre las actividades principales tienen: Administración de inventarios, negociación y gestión de compras, trámites de importación y exportación, almacenaje, producción, distribución física, mercadeo, ventas, administración del riesgo de la cartera, sistema de informática y un robusto sistema contable por medio del cual le da un matiz financiero a la empresa con más de 20 años de atender diferentes segmentos en el mercado latinoamericano.



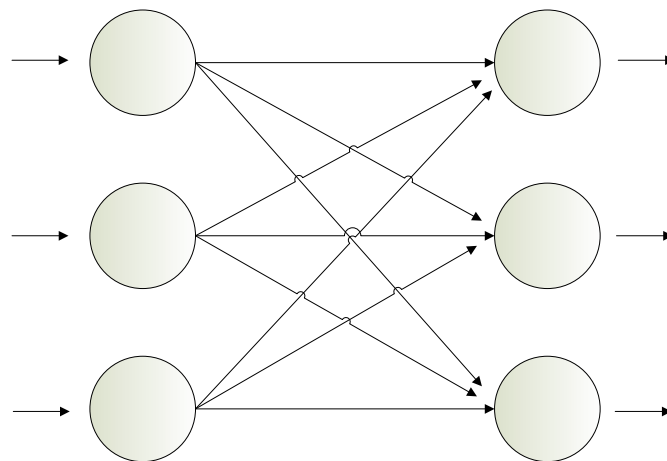
### 1.3 Marco teórico

La programación lineal es una herramienta de modelos cuantitativos para manejar diferentes tipos de problemas y ayudar a la toma de decisiones. Se considera el modelo de transporte por medio del cual se debe determinar la mejor forma de cómo hacer llegar los productos de sus diversos almacenes a sus consumidores, con el fin de satisfacer de las necesidades de los clientes y a un costo mínimo.

#### 1.3.1 Modelo de transporte

El método de transporte fue formulado como un procedimiento especial para encontrar el programa de costo mínimo para distribuir unidades homogéneas de un producto desde varios puntos de abastecimiento (fuentes) a varios puntos de consumo (Destinos).

**Figura 2 Modelo de transporte**



Fuente: Investigación de operaciones, Hamdy A. Taha.

Entre los datos del modelo se cuenta:

- Nivel de oferta de cada fuente y la cantidad de la demanda en cada destino.
- El costo de transporte unitario de la mercancía de cada fuente a cada destino.
- En la solución del método de transporte se realizan dos pasos principales:
  - Método de costo mínimo para la solución inicial,
  - Método de multiplicadores para la solución óptima:

El esquema siguiente representa el modelo de transporte como una red con  $m$  fuentes y  $n$  destinos. Una fuente o un destino está representado por un nodo, el arco que une una fuente y un destino representan la ruta por la cual se transporta la mercancía. La cantidad de la oferta en la fuente  $i$  es  $a_i$ , y la demanda en el destino  $j$  es  $b_j$ . El costo de transporte unitario entre la fuente  $i$  y el destino  $j$  es  $C_{ij}$ . Si  $X_{ij}$  representa la cantidad transportada desde la fuente  $i$  al destino  $j$ , entonces, el modelo general de PL que representa el modelo de transporte es:

$$\text{Minimiza } Z = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n C_{ij} X_{ij}$$

Sujeta a:

$$\sum_{j=1}^n X_{ij} \leq a_i, \quad i=1,2,\dots, m$$

$$\sum_{i=1}^m X_{ij} \geq b_j, \quad j=1,2,\dots, n$$

$$X_{ij} \geq 0 \quad \text{para todas las } i \text{ y } j$$

El primer conjunto de restricciones estipula que la suma de los envíos desde una fuente no puede ser mayor que su oferta; en forma análoga, el segundo conjunto requiere que la suma de los envíos a un destino satisfaga su demanda.

El modelo que se acaba de escribir implica que la oferta total  $\sum_{i=1}^m a_i$  debe ser cuando menos igual a la demanda total  $\sum_{j=1}^n b_j$ . Cuando la oferta total es igual a la demanda total, la formulación resultante recibe el nombre de modelo de transporte equilibrado. Este difiere del modelo sólo en el hecho de que todas las restricciones son ecuaciones, es decir:

$$\begin{aligned}\sum X_{ij} &= a_i, & i=1,2,\dots, m \\ \sum X_{ij} &= b_j, & j=1,2,\dots, n\end{aligned}$$

En el mundo real, no necesariamente la oferta debe ser igual a la demanda o mayor que ella. Sin embargo, un modelo de transporte siempre puede equilibrarse, el cual además de su utilidad en la representación a través de modelos de ciertas situaciones prácticas, es importante para el desarrollo del método de solución. Los dos ejemplos que siguen presentan la idea del equilibrio y también sus implicaciones prácticas.

### **Ejemplo 1 (Modelo de transporte estándar)**

MG Auto Company tiene plantas en Los Ángeles, Detroit y Nueva Orleans. Sus centros de distribución principales son Denver y Miami. Las capacidades de las plantas durante el trimestre próximo son 1000, 1500, y 1200 automóviles. Las demandas trimestrales en los dos centros de distribución son de 2300 y 1400 vehículos.

El costo del transporte de un automóvil por tren es de ocho centavos por milla. El diagrama de las distancias recorridas entre las plantas y los centros de distribución son:

**Tabla I Ejemplo 1 modelo de transporte estándar**

	Denver	Miami
Los Ángeles	1 000	1 690
Detroit	1 250	1 350
Nueva Orleans	1 275	850

Fuente: Investigación de operaciones, Hamdy A. Taha.

Esto produce en costo por automóvil a razón de ocho centavos por milla recorrida. Produce los costos siguientes (redondeados a enteros), que representan a  $C_{ij}$  del modelo original:

**Tabla II Ejemplo 1 modelo de transporte estándar**

	Denver	Miami
Los Ángeles	80	215
Detroit	100	108
Nueva Orleans	102	68

Fuente: Investigación de operaciones, Hamdy A. Taha.

Mediante el uso de códigos numéricos que representan las plantas y centros de distribución, hacemos que  $X_{ij}$  represente el número de automóviles transportados de la fuente  $i$  al destino  $j$ . Como la oferta total ( $= 1\,000 + 1\,500 + 1\,200 = 3\,700$ ) es igual a la demanda ( $= 2\,300 + 1\,400 = 3\,700$ ), el modelo de transporte resultante está *equilibrado*. Por lo tanto, el siguiente modelo de PL que representa el problema tiene todas las restricciones de *igualdad*.

$$\text{Minimizar } Z = 80X_{11} + 215X_{12} + 100X_{21} + 108X_{22} + 102X_{31} + 68X_{32}$$

Sujeto a:

$$\begin{array}{rcccccc} X_{11} & X_{12} & & & & & = 1\ 000 \\ & & X_{21} & X_{22} & & & = 1\ 500 \\ & & & & X_{31} & X_{32} & = 1\ 200 \\ X_{11} & & X_{21} & & X_{31} & & = 2\ 300 \\ & X_{12} & & X_{22} & & X_{32} & = 1\ 400 \end{array}$$

$$X_{ij} \geq 0 \text{ para todas las } i \text{ y } j$$

Un método más resumido para representar el modelo de transporte consiste en utilizar lo que se llama **tabla de transporte**. Esta es una forma de matriz donde sus renglones representan las fuentes y sus columnas los destinos. Los elementos de costo  $C_{ij}$  se resumen en la esquina noroeste de la celda de la matriz  $(i, j)$ . Por lo tanto, el modelo de MG se puede resumir en la tabla siguiente:

**Tabla III Ejemplo 1 transporte**

		Destinos		Oferta
		Denver (1)	Miami (2)	
Fuentes	Los Angeles (1)	80 x11	215 x12	1000
	Detroit (2)	100 x21	108 x22	1500
	Nueva Orleans (3)	102 x31	68 x32	1200
<b>Demanda</b>		2300	1400	

Fuente: Investigación de operaciones, Hamdy A. Taha.

### Ejemplo 2 (Modelo de transporte con equilibrio)

En el ejemplo anterior suponga que la capacidad de la planta de Detroit es de 1 300 automóviles (en vez de 1 500). Se dice que la situación está desequilibrada debido a que la oferta total (=3 500) no es igual a la demanda total (=3 700). Nuestro objetivo consiste en volver a formular el modelo de transporte de manera que distribuya la cantidad faltante (=3 700 – 3 500 = 200) en forma óptima entre los centros de distribución.

Como la demanda es mayor que la oferta se puede agregar una **planta ficticia** con una capacidad de 200. Se permite que dicha planta, en condiciones normales, envíe “producción” a todos los centros de distribución. Físicamente, la cantidad de unidades enviadas a un destino desde una planta ficticia representará la cantidad faltante en ese destino.

La única información que falta para completar el modelo son los “costos de transporte” unitarios de la planta ficticia a los destinos. Como la planta no existe, no habrá ningún envío físico y el costo de transporte unitario es cero. Sin embargo, podemos enfocar la situación desde otro ángulo diciendo que se incurre en un costo de penalización por cada unidad de demanda insatisfecha en los centros de distribución. En este caso los costos de transporte unitarios serán iguales a los costos de penalización unitarios en los diversos destinos.

**Tabla IV Ejemplo 2 modelo de transporte con equilibrio**

	Denver	Miami	
Los Ángeles	80	215	1 000
Detroit	100	108	1 300
Nueva Orleáns	102	68	1 200
<b>Planta ficticia</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>200</b>

Fuente: Investigación de operaciones, Hamdy A. Taha.

De manera análoga, si la oferta es mayor que la demanda podemos añadir un **destino ficticio** que absolverá la diferencia. Por ejemplo, suponga que la demanda en Denver disminuye a 1 900 cualquier automóvil enviado de una planta a un centro de distribución ficticio representa un excedente en la planta.

**Tabla V Ejemplo 2 modelo de transporte con equilibrio**

	Denver	Miami	Destino Ficticio	
Los Ángeles	80	215	0	1 000
Detroit	100	108	0	1 500
Nueva Orleans	102	68	0	1 200

Fuente: Investigación de operaciones, Hamdy A. Taha.

## **Método de costo mínimo para la solución inicial**

El método de costo mínimo trata de localizar una mejor solución inicial del modelo de transporte, utilizando las rutas de menor costo. Los pasos a seguir son los siguientes:

- Asígnese el valor más grande posible a la variable con el menor costo unitario de toda la tabla. (Los empates se rompen en forma arbitraria).
- Táchese el renglón o columna satisfecha. Después de ajustar la oferta y la demanda de todos los renglones y columnas no tachados.
- Repítase el proceso asignando el valor más grande posible a la variable con el costo unitario no tachado más pequeño.
- El procedimiento está completo cuando quede exactamente un renglón o una columna sin tachar.



## Método de multiplicadores para la solución óptima

- Asigne Nombre a los renglones  $R_i$  y a las columnas  $K_j$ . El costo de cada intersección se conoce como  $C_{ij}$ .
- Utilizando cada uno de los cuadros con solución (Variables básicas) Calcular los valores de  $R$  y  $K$  para la tabla usando la fórmula:  
 $R_i + K_j = C_{ij}$ .
- El renglón uno ( $R_1$ ) Siempre se hace igual a cero.
- Utilizando las variables No-Básicas. Calcule los índices de mejoramiento para todos los cuadros no usados usando:  
 $R_i + K_j - C_{ij}$  (Costo de un cuadro sin usar) = Índice de mejoramiento.
- Seleccione el cuadro sin usar con índice de mejoramiento más grande. (Si todos los índices son iguales o menores que cero se ha obtenido la solución optimizante).
- Trace un trayecto cerrado para la celda que haya tenido el índice positivo más grande. El trayecto empieza y termina en la variable no-básica designada. Los puntos extremos deben ser variables básicas y solo se permiten movimientos verticales y horizontales.
- Ponga signos positivos y negativos en esquinas alternas del trayecto empezando con un signo *más* (+) en el cuadro sin usar.

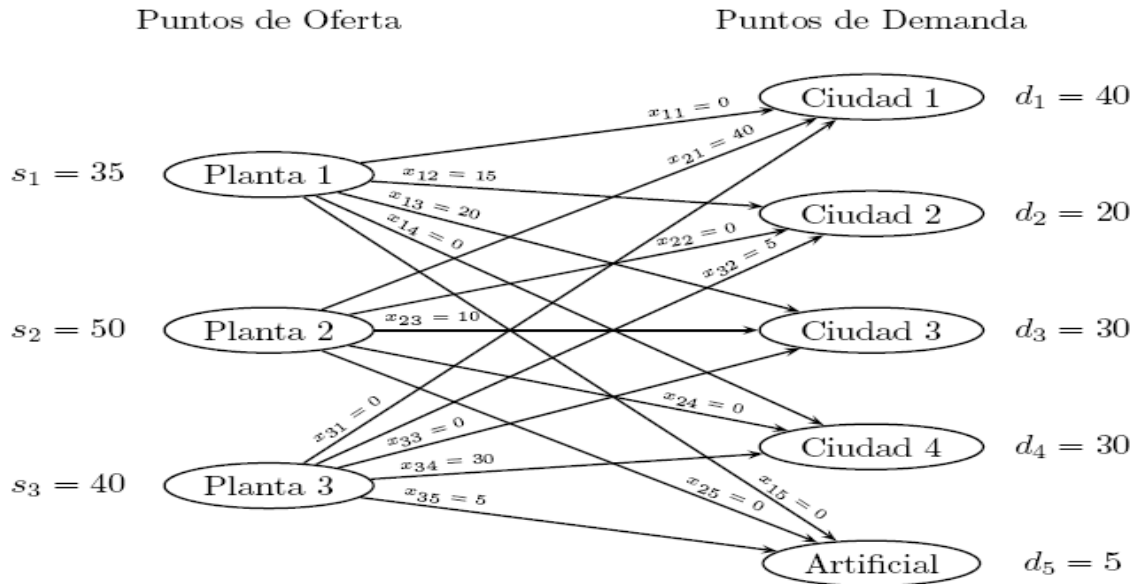
- La cantidad más pequeña en una posición negativa en el trayecto cerrado, indica la cantidad que se puede asignar al cuadro sin usar que entra en la solución. Esta cantidad se añade a todos los cuadros en el trayecto cerrado con signos positivos y se resta de los cuadros con signo negativo.
- Finalmente, se calculan los nuevos índices de mejoramiento para la nueva solución.

### **1.3.2 Modelo de transporte no tradicional**

Si la oferta total supera a la demanda total, se puede balancear el problema de transporte incorporando un punto de demanda artificial que tenga como demanda el excedente de oferta del problema. Como las asignaciones al punto artificial no son reales, se le asigna un costo unitario de cero. En general, el costo unitario no necesariamente debe ser igual a cero, basta con que tenga igual valor a todos los puntos de oferta disponibles de forma de no generar preferencias.

Para ilustrar el balanceo de un problema no balanceado, por simplicidad, se prefiere emplear cero. Supongamos en el ejemplo anterior que la demanda de la ciudad uno disminuye a 40 [kWh]. La siguiente Figura ilustra la incorporación del punto de demanda artificial y entrega la solución respectiva:

**Figura 3 Puntos de oferta y demanda**



Fuente: Investigación de operaciones, Hamdy A. Taha.

### 1.3.3 Algoritmo de transporte

El modelo de transporte tiene notable interés por sus importantes aplicaciones, su procedimiento específico de solución, llamado algoritmo de transporte, una vez formulado el modelo matemático del problema de transporte, el siguiente paso consiste en resolver el modelo, es decir, en obtener los mejores valores numéricos para las variables de decisión. La forma en que se obtengan estos valores depende del tipo específico del modelo matemático utilizado. Por tanto, una vez definido el modelo, se podrá elegir un método apropiado para resolverlo. En el problema de transporte estos métodos pertenecen a una de estas dos categorías:

- **Métodos óptimos**, que permiten obtener los mejores valores para las variables de decisión, es decir, aquellos valores que satisfacen simultáneamente todas las restricciones y proporcionan el mejor valor para la función objetivo.
- **Métodos heurísticos**, que permiten obtener valores para las variables de decisión que satisfacen todas las restricciones. Aunque no necesariamente óptimos, estos valores proporcionan un valor aceptable para la función objetivo.

#### 1.3.3.1 Determinación de la solución inicial

Mediante el uso del método simplex se pueden resolver los modelos de transporte y de cualquier otro tipo de problemas de programación lineal. Sin embargo debido a la estructura especial de modelo de transporte, podemos utilizar otro método que se ha diseñado para aprovechar las características de los problemas de transporte. Los métodos más empleados para obtener soluciones iniciales son:

- El método de la Esquina Noroeste.
- El método del Costo Mínimo.
- El método de Vogel.

### Método de la Esquina Noroeste.

Para encontrar una solución inicial se comienza por la esquina superior izquierda (noroeste) de la tabla de transporte intentando asignar la máxima cantidad posible a  $x_{11}$ . Evidentemente, el valor máximo de  $x_{11}$  debe ser el menor entre  $s_1$  y  $d_1$ . Si  $x_{11} = s_1$ , se puede descartar la primera fila pues ya no podría asignarse más desde el primer punto de oferta, se avanza a la siguiente fila. Al mismo tiempo, se debe cambiar  $d_1$  por  $d_1 - s_1$ , de forma de indicar la cantidad de demanda no satisfecha en el primer punto de demanda. En caso que  $x_{11} = d_1$ , se debe descartar la primera columna y cambiar  $s_1$  por  $s_1 - d_1$ , avanzando una columna. Si  $x_{11} = d_1 = s_1$ , se debe avanzar en una columna o en una fila (pero no en ambas). Se asigna un cero en la dirección escogida y se descarta la otra alternativa.

El método continúa aplicando el mismo criterio desde la esquina noroeste de la tabla restante. Una vez que están asignadas toda la demanda y oferta disponible, se terminan las asignaciones y está completa la asignación inicial. Determinación general del modelo de transporte requiere que:

**Figura 4 Asignación de valores iniciales**

$$\sum_{i=1}^m a_i = \sum_{j=1}^n b_j$$

Fuente: Investigación de operaciones, Hamdy A. Taha.

Este requisito da origen a una ecuación dependiente, lo que significa que el modelo de transporte tiene sólo  $m + n - 1$  ecuaciones independientes. Por lo tanto, como en el método simplex, una solución factible básica inicial debe incluir  $m + n - 1$  variables básicas.

Normalmente, si el modelo de transporte se formula como una tabla simplex, sería necesario utilizar variables artificiales para asegurar una solución básica inicial. Sin embargo, cuando se utiliza la tabla de transporte, se puede obtener fácil y directamente una solución factible básica inicial. Presentamos un procedimiento llamado regla de la esquina noroeste para este fin.

**Tabla VI Regla de esquina noroeste**

		Destino				Oferta
		1	2	3	4	
Fuente	1	10 $X_{11}$	0 $X_{12}$	20 $X_{13}$	11 $X_{14}$	15
	2	12 $X_{21}$	7 $X_{22}$	9 $X_{23}$	20 $X_{24}$	
	3	0 $X_{31}$	14 $X_{32}$	16 $X_{33}$	18 $X_{34}$	
Demanda		5	15	15	10	

Fuente: Investigación de operaciones, Hamdy A. Taha.

El método de la esquina noroeste comienza con la asignación de la máxima cantidad admisible a través de la oferta y la demanda de la variable  $x_{11}$  (la de la esquina noroeste de la tabla). Después se tacha la columna (renglón) satisfecha, lo que indica que las variables restantes de la columna (renglón) tachada son iguales a cero.

Si se satisfacen una columna y un renglón al mismo tiempo, *sólo una* (una u otro) puede ser tachada. (Esta condición garantiza la ubicación automática de variables básicas *cero*, si las hay). Después de ajustar las cantidades de oferta y demanda de todos los renglones y columnas no tachados, la cantidad factible máxima se asigna al primer elemento no tachado de la nueva columna (renglón). El proceso se completa cuando se deja sin tachar exactamente un renglón o una columna.

**Ejemplo 1:** el procedimiento que se acaba de describir se aplica ahora:

- $x_{11} = 5$ , se tacha la columna 1. Por lo tanto, no se puede hacer otra asignación en la columna 1. La cantidad que falta en el renglón 1 son 10 unidades.
- $x_{12} = 10$ , se tacha el renglón 1 y faltan 5 unidades en la columna 2.
- $x_{22} = 5$ , se tacha la columna 2 y faltan 20 unidades en el renglón 2.
- $x_{23} = 15$ , se tacha la columna 3 y faltan 5 unidades en el renglón 2.
- $x_{24} = 5$ , se tacha el renglón 2 y faltan 5 unidades en la columna 4.
- $x_{34} = 5$ , se tacha el renglón 3 o la columna 4. Como sólo un renglón o una columna se mantiene sin tachar, el proceso llega a su fin.

La solución básica inicial resultante se presenta a continuación. Las variables básicas son  $x_{11} = 5$ ,  $x_{22} = 10$ ,  $x_{23} = 15$ ,  $x_{24} = 5$  y  $x_{34} = 5$ . Las variables restantes son no básicas en el nivel cero. El costo de transporte asociado es:

$$5 \times 10 + 10 \times 0 + 5 \times 7 + 15 \times 9 + 5 \times 20 + 5 \times 18 = \$410.$$

**Tabla VII Ejemplo 1 del método esquina noroeste**

	1	2	3	4	
1	5	10			15
2		5	15	5	25
3				5	5
	5	15	15	10	

Fuente: Investigación de operaciones, Hamdy A. Taha.

Cuando se satisfacen al mismo tiempo una columna y un renglón, la siguiente variable que se agregará a la solución básica estará necesariamente en el nivel cero. La siguiente tabla ilustra este aspecto. La columna 2 y el renglón 2 se satisfacen simultáneamente.

**Tabla VIII Ejemplo 1 del método esquina noroeste**

	1	2	3	4		
1	5	5			10	5
2		5	0		5	0
3			8	7	15	
	5	10	8	7	15	
		5				

Fuente: Investigación de operaciones, Hamdy A. Taha.

Si se tacha la columna 2,  $x_{23}$  se vuelve básica en el nivel cero en el paso siguiente, ya que la demanda restante del renglón 2 vale ahora cero. (Este caso se presenta en la tabla anterior). Si en cambio se cruza el renglón 2,  $x_{32}$  sería la variable básica cero.



Las soluciones iniciales de las dos últimas tablas incluyen el número adecuado de variables básicas, o sea,  $m + n - 1 = 6$ . La regla de la esquina noroeste produce siempre el número adecuado de variables básicas.

### Ejemplo 2:

Una compañía tiene tres almacenes con 15, 25 y 5 artículos disponibles respectivamente. Con estos productos disponibles desea satisfacer la demanda de cuatro clientes que requieren 5, 15, 15 y 10 unidades respectivamente. Los costos asociados con el envío de mercancía del almacén al cliente por unidad se dan en la siguiente tabla.

**Tabla IX Ejemplo 2 del método esquina noroeste**

Almacén	Clientes			
	1	2	3	4
1	10	0	20	11
2	12	7	9	20
3	0	14	16	18

Fuente: Investigación de operaciones, Hamdy A. Taha.

Construya la solución básica inicial por el método de la esquina noroeste.

**Tabla X Ejemplo 2 del método esquina noroeste**

	10	0	20	11	
5		10			15
	12	7	9	20	
		5	15	5	25
	0	14	16	18	
				5	5

5                      15                      15                      10

Fuente: Investigación de operaciones, Hamdy A. Taha.

*Solución inicial :*

$$X_{11} = 5 \text{ arts.}$$

$$X_{12} = 10 \text{ arts.}$$

$$X_{22} = 5 \text{ arts.}$$

$$X_{23} = 15 \text{ arts.}$$

$$X_{24} = 5 \text{ arts.}$$

$$X_{34} = 5 \text{ arts.}$$

$$Z = C_{11}X_{11} + C_{12}X_{12} + C_{22}X_{22} + C_{23}X_{23} + C_{24}X_{24} + C_{34}X_{34}$$

$$Z = (10)(5) + (0)(10) + (7)(5) + (9)(15) + (20)(5) + (18)(5) = \$410$$

### Ejemplo 3

Una compañía de renta de autos tiene problemas de distribución debido a que los acuerdos de renta permiten que los autos se entreguen en lugares diferentes a aquellos en que originalmente fueron rentados. Por el momento, hay dos lugares (fuentes) con 15 y 13 autos en exceso, respectivamente, y cuatro lugares (destinos) en los que se requieren 9, 6, 7, y 9 autos respectivamente. Los costos unitarios de transporte en dólares entre los lugares son los siguientes:

**Tabla XI Ejemplo 3 del método esquina noroeste**

	Destino			
Origen	1	2	3	4
1	45	17	21	30
2	14	18	19	31

Fuente: Investigación de operaciones, Hamdy A. Taha.

Elabore la tabla inicial de transporte por el método de la esquina noroeste.

$$\sum_{i=1}^m A_i = 15 + 13 = 28 \text{ disponibles}$$

$$\sum_{j=1}^n b_j = 9 + 6 + 7 + 9 = 31 \text{ autos requeridos}$$

$$\sum_{i=1}^m A_i \neq \sum_{j=1}^n b_j$$

$28 \neq 31 \Rightarrow$  no balanceado

Crear un origen ficticio con autos disponibles.

$$\sum_{j=1}^n b_j - \sum_{i=1}^m A_i = 31 - 28 = 3$$

$$\sum_{i=1}^m A_i = 15 + 3 + 3 = 31 \text{ autos disponibles}$$

$$\sum_{j=1}^n b_j = 9 + 6 + 7 + 9 = 31 \text{ autos requeridos}$$

**Tabla XII Ejemplo 3 del método esquina noroeste**

	45	17	21	30	
9		6			15
	14	18	19	31	
			7	6	13
	0	0	0	0	
				3	3
	9	6	7	9	

Fuente: Investigación de operaciones, Hamdy A. Taha.

*Solución inicial :*

$$X_{11} = 9 \text{ arts.}$$

$$X_{12} = 16 \text{ arts.}$$

$$X_{22} = 0 \text{ arts.}$$

$$X_{23} = 7 \text{ arts.}$$

$$X_{24} = 6 \text{ arts.}$$

$$X_{34} = 3 \text{ arts.}$$

$$Z = C_{11}X_{11} + C_{12}X_{12} + C_{22}X_{22} + C_{23}X_{23} + C_{24}X_{24} + C_{34}X_{34}$$

$$Z = (45)(9) + (17)(16) + (18)(0) + (19)(7) + (31)(6) + (0)(3) = \$836$$

### **Método del costo mínimo.**

El método del costo menor encuentra una solución inicial mejor, al concentrarse en las rutas más económicas. En vez de empezar con el cuadro noroeste (como en el método anterior), empezamos por asignarle tanto como sea posible al cuadro con el costo más bajo por unidad (los empates se rompen arbitrariamente). Después tachamos el renglón o la columna satisfechos y ajustamos la cantidad de la oferta y de la demanda conforme a ello. Si tanto un renglón como una columna se satisfacen simultáneamente, sólo se tacha uno de ellos, igual que en el método de la esquina noroeste. Posteriormente, buscamos siempre el cuadro no tachado con el costo más bajo por unidad y repetimos el proceso hasta que al final nos quedamos exactamente con un renglón o una columna no tachados.

## Ejemplo 1

Una compañía de agua tiene tres depósitos con una entrada diaria estimada de 15, 20 y 25 millones de litros de agua respectivamente. Diariamente tiene que abastecer cuatro áreas A, B, C y D, las cuales tienen una demanda esperada de 8, 10, 12 y 15 millones de litros respectivamente. El costo de bombeo por millón de litros de agua es como sigue:

**Tabla XIII Ejemplo 1 del método de costo mínimo**

Depósito	ÁREA			
	A	B	C	D
1	2	3	4	5
2	3	2	5	2
3	4	1	2	3

Fuente: Investigación de operaciones, Hamdy A. Taha.

Encuentre la solución básica de inicio del modelo de transporte por el método de costo mínimo.

$$\sum_{i=1}^m A_i = 15 + 20 + 25 = 60 \text{ orígenes}$$

$$\sum_{j=1}^n b_j = 8 + 10 + 12 + 15 = 45 \text{ destinos}$$

$$\sum_{i=1}^m A_i \neq \sum_{j=1}^n b_j$$

60  $\neq$  45 *no balanceado*

$$\sum_{j=1}^n b_j - \sum_{i=1}^m A_i = 60 - 45 = 15$$

$$\sum_{i=1}^m A_i = 15 + 20 + 25 = 60 \text{ autos disponibles}$$

$$\sum_{j=1}^n b_j = 8 + 10 + 12 + 15 + 15 = 60 \text{ autos requeridos}$$

### **Método de Vogel.**

El método comienza calculando por cada columna y por cada fila el castigo. El castigo se calcula como la diferencia entre los dos costos menores en la columna o en la fila según corresponda. A continuación, se determina la fila o columna con un mayor valor de castigo. Luego, se selecciona como variable basal la celda con menor costo de la fila o columna, según corresponda, y se le asigna la máxima cantidad posible. Una vez realizada la asignación, se descarta la fila o columna cuya oferta o demanda haya sido completa. Se recalcula la demanda u oferta disponible en la fila o columna. La primera asignación se ha completado.

Se vuelven a calcular los castigos por fila y por columna y se repite el procedimiento descrito hasta completar las asignaciones posibles en la tabla.

La ventaja del método de Vogel por sobre el de la Esquina Noroeste es que va adelante algunas iteraciones y por lo tanto se obtiene una solución inicial mejor. Eventualmente puede ocurrir que aplicando el método se llegue directamente a la solución óptima. La desventaja del método de Vogel radica en que sin duda es más complejo que el de la esquina noroeste, por lo tanto es más difícil de implementar y más propenso a errores en la aplicación.

### 1.3.3.2 Cálculos iterativos del algoritmo

Después de determinar la solución inicial, utilizamos el siguiente algoritmo para determinar la solución óptima.

Paso 1:

Utilice la condición óptima símplex para determinar la variable de entrada como la variable no básica actual que puede mejorar la solución. Si se satisface la condición óptima, deténgase. De lo contrario, vaya al paso dos.

Paso 2:

Determine la variable de salida utilizando la condición de factibilidad símplex. Cambie la base y regrese al paso uno.

#### 1.3.3.2.1 Método de multiplicadores

En este método la principal diferencia ocurre en la forma en que las variables no básicas se evalúan en cada iteración. Asociados a cada renglón  $i$  de la tabla existen multiplicadores  $U_i$  similarmente se asocia un multiplicador  $V_j$  a cada columna de la tabla  $j$ . Para cada variable básica  $X_{ij}$  de la solución actual, se escribe la ecuación  $U_i + V_j = C_{ij}$ . Esas ecuaciones proporcionan  $m+n-1$  relaciones con  $m+n$  incógnitas. Los valores de los multiplicadores pueden ser determinados a partir de las ecuaciones suponiendo un valor arbitrario para cualquiera de los multiplicadores (usualmente se establece  $U_1=0$ ) y resolviendo el sistema de ecuaciones para encontrar los multiplicadores desconocidos. Una

vez que se hace esto, la evaluación de cada variable no básica  $X_{pq}$  está dada como:

El criterio que se utiliza para seleccionar la variable que entra es el mismo que el método de banquillo (la mayor negativa).

### Ejemplo 1

Una compañía está considerando una demanda de cinco clientes utilizando artículos que tienen disponibles en dos almacenes. Los almacenes cuentan con 800 y 1000 unidades respectivamente. Los clientes necesitan 200, 150, 200, 180 y 500 unidades respectivamente. Los costos de embarque por artículo de los almacenes de los clientes son:

**Tabla XIV Ejemplo 1 del método de multiplicadores**

Almacén	Cliente				
	1	2	3	4	5
1	15	25	23	18	40
2	17	22	31	28	44

Fuente: Investigación de operaciones, Hamdy A. Taha.

Resuelva el modelo de transporte empleando.

- Una solución inicial por el método de aproximación de vogel.
- La solución óptima por el método de multiplicadores.



$$\sum_{i=1}^m A_i = 800 + 1000 = 1800 \text{ artículos}$$

$$\sum_{j=1}^n b_j = 200 + 150 + 200 + 180 + 500 = 1230 \text{ artículos}$$

$$\sum_{i=1}^m A_i \neq \sum_{j=1}^n b_j$$

1800  $\neq$  1230  $\Rightarrow$  no balanceado

Destino ficticio = 570 artículos

**Tabla XV Ejemplo 1 del método de vogel**

	15		25		23		18		40		0	
200				200		180		220				800
	17		22		31		28		44		0	
		150						280		570		1000
200		150		200		180		500		570		

Fuente: Investigación de operaciones, Hamdy A. Taha.

$$Z = (15)(200) + (23)(200) + (18)(180) + (40)(220) + (22)(150) + (44)(280) + (0)(570) = \$35,260$$

Para encontrar el valor de los multiplicadores:

$$U_i + V_j = C_{ij}$$

$$U_1 + V_1 = C_{11} \quad U_1 + V_1 = 15$$

$$U_1 + V_3 = C_{13} \quad U_1 + V_3 = 23$$

$$U_1 + V_4 = C_{14} \quad U_1 + V_4 = 18$$

$$U_1 + V_5 = C_{15} \quad U_1 + V_5 = 40$$

$$U_2 + V_2 = C_{22} \quad U_2 + V_2 = 22$$

$$U_2 + V_5 = C_{25} \quad U_2 + V_5 = 44$$

$$U_2 + V_6 = C_{26} \quad U_2 + V_6 = 0$$

Se acostumbra:

$$U_1 = 0$$

$$V_1 = 15$$

$$V_3 = 23$$

$$V_4 = 18$$

$$V_5 = 40$$

$$U_2 = 4$$

$$V_6 = -4$$

$$V_2 = 18$$

Para encontrar costos:

$$\overline{C}_y = C_y - U_i - V_j$$

$$\overline{C}_{12} = C_{12} - U_1 - V_2$$

$$\overline{C}_{12} = 25 - 0 - 18 = 7$$

$$\overline{C}_{16} = C_{16} - U_1 - V_6$$

$$\overline{C}_{16} = 0 - 0 - (-4) = 4$$

$$\overline{C}_{21} = C_{21} - U_2 - V_1$$

$$\overline{C}_{21} = 17 - 4 - 15 = -2$$

$$\overline{C}_{23} = C_{23} - U_2 - V_3$$

$$\overline{C}_{23} = 31 - 4 - 23 = 4$$

$$\overline{C}_{24} = C_{24} - U_2 - V_4$$

$$\overline{C}_{24} = 28 - 4 - 18 = 6$$

Solución inicial :

$$X_{13} = 200$$

$$X_{14} = 180$$

$$X_{15} = 420$$

$$X_{21} = 200$$

$$X_{22} = 150$$

$$X_{25} = 80$$

$$X_{26} = 570$$

**Tabla XVI Ejemplo 1 del método de vogel**

	15		25		23		18		40		0	
				200		180		420				800
	17		22		31		28		44		0	
200		150						80		570		1000

200                      150                      200                      180                      500                      570

Fuente: Investigación de operaciones, Hamdy A. Taha.

$$Z = (23)(200) + (18)(180) + (40)(420) + (17)(200) + (22)(150) + (44)(80) + (0)(570) = \$34,860$$

Encuentre la solución óptima por el método de multiplicadores a partir de la siguiente tabla inicial.

**Tabla XVII Ejemplo 1 por el método de multiplicadores**

	12		17		15		18		20		0	
25		5										30
	13		21		15		16		18		0	
		5		5		20						30
	21		25		19		23		21		0	
				30		10		5				45
	12		17		15		18		20		0	
		50										50

25                      60                      35                      20                      10                      5

Fuente: Investigación de operaciones, Hamdy A. Taha.

$$Z = (12)(25) + (17)(5) + (21)(5) + (15)(5) + (16)(20) + (19)(30) + (21)(10) + (0)(5) + (17)(50) = \$2,515$$

$$Z = (12)(20) + (17)(10) + (13)(5) + (15)(5) + (16)(20) + (19)(30) + (21)(10) + (0)(5) + (17)(50) = \$2,500$$

**Tabla XVIII Ejemplo 1 por el método de multiplicadores**

12	17	15	18	20	0	
20	10					30
13	21	15	16	18	0	
5		5	20			30
21	25	19	23	21	0	
		30		10	5	45
12	17	15	18	20	0	
	50					50
25	60	35	20	10	5	

Fuente: Investigación de operaciones, Hamdy A. Taha.

## 2 DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

La empresa en estudio tiene tres bodegas una en la Ciudad de Guatemala, otra en Retalhuleu y otra en Teculután Zacapa. El objetivo de éstas es servir como Agencias de distribución a los diferentes clientes ubicados en distintas partes de la república de Guatemala. El procedimiento de reparto se realiza cuando los clientes hacen sus pedidos a la bodega central, luego estos son distribuidos de acuerdo con la agencia correspondiente de reparto para su entrega.

Según los estudios realizados se encontró que en el momento en que los pedidos llegaban a la bodega central existía una mala planificación geográfica de las rutas, ya que en primera instancia estas no eran revisadas de acuerdo con un mapa o una verificación de kilometraje de acuerdo a la ubicación de las carreteras de la República. Otro factor muy importante era la falta de conocimiento en la capacidad de carga vehicular dando lugar a la deficiente elección de los medios de transporte, esto conlleva a una mala planificación de rutas dando como resultado un **incremento en el gasto de transporte**.

Para poder tener un parámetro de medición en el gasto de transporte, se tomó el costo por ruta de los destinos a estudiar, tomando como único valor el combustible Q.22.00, luego se hizo una sumatoria con el fin de poder hacer una diferencia y el método que nos indique el menor costo será el elegido.

**Tabla XIX Costo actual por destino**

<b>Destinos</b>	<b>Costo actual</b>
Antigua Guatemala	Q58.67
Ciudad Pedro de Alvarado	Q242.00
Ciudad Tecún Umán	Q363.73
Coban	Q143.73
Escuintla	Q83.60
Esquipulas	Q111.47
Flores	Q558.80
Ciudad de Guatemala	Q29.33
Panajachel	Q170.13
Puerto Barrios	Q266.93
Retalhuleu	Q22.00
San José Puerto	Q158.40
Zacapa	Q14.67
<b>TOTAL</b>	<b>Q2,223.47</b>

Fuente: Estudio de campo – enero 2007.

Para entrar en detalle y entender el rol de la empresa se verá cómo se conforma administrativamente, los recursos con los que cuenta hasta llegar al departamento específico de estudio para poder describir el problema actual.

## **2.1 Estructura administrativa**

La empresa a estudiar esta formada por cinco departamentos que son:

## **Ventas**

Este departamento está integrado por tres áreas – comercial, industrial, ingenios – los cuales operan de acuerdo a metas en cada una de ellas. Se encarga del estudio de los procesos de identificación, anticipación y satisfacción de necesidades y deseos de individuos y organizaciones a través de la creación y el intercambio de bienes y servicios de valor. Combinando un conjunto de técnicas, estrategias y aplicaciones para la consecución de los objetivos de mercadeo. Además toma como punto de partida la competencia, que es una forma de organizar los mercados que permiten determinar los precios y las cantidades de equilibrio. El criterio más frecuentemente utilizado para clasificar los distintos tipos de mercados es el que se refiere al número de participantes en él. La competencia que se produzca entre un gran número de vendedores será distinta de la que se genera en un mercado donde concurren un número reducido de vendedores. Como caso extremo, donde la competencia es inexistente, se destaca aquel en el que el mercado es controlado por un sólo productor. En cualquiera de estas situaciones cabe que los productores compartan el mercado con gran cantidad de compradores, con pocos o con uno solo.

## **Operaciones**

Está conformado por Producción, Bodega y Transporte. Se encarga de minimizar el tiempo requerido para la ejecución de trabajos, conservar los recursos y minimizan los costos, también efectúa la producción sin perder de vista la productividad y la optimización de los recursos disponibles, para proporcionar un producto que es cada vez más confiable y de alta calidad. Su objetivo principal es eliminar o reducir los movimientos ineficientes y acelerar los eficientes.

## **Compras**

Está conformado por compras locales e internacionales. Se encarga de obtener el producto o servicio de la calidad correcta, al precio correcto, en el tiempo correcto y en el lugar correcto. El departamento de compras tiene que asegurar la recepción de los materiales adecuados y en la cantidad requerida, con el objeto de transformarse y poder hacer las entregas a tiempo del producto terminado a los clientes; al mismo tiempo, debe de cuidar de mantener sólo el inventario necesario para cubrir las necesidades y mantener un coeficiente de seguridad razonable y no caer en costos de almacenamiento que están constituidos por el interés sobre la inversión, la obsolescencia y los costos de espacio.

## **Financiero**

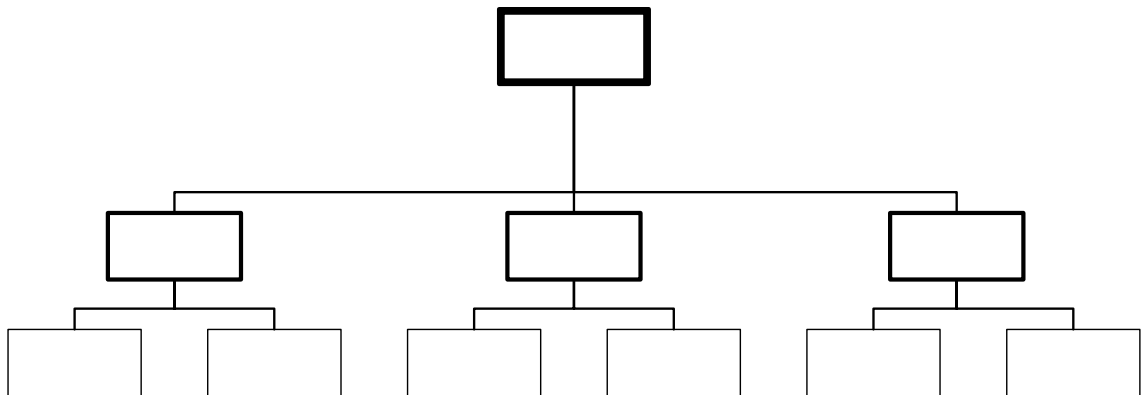
Está estructurado por la parte de cajero, cobros y pagos. Se encarga del flujo de dinero de la empresa por parte de una compañía, individuo o del Estado, en otras palabras, se encarga de todo lo relativo a la obtención y gestión del dinero y de otros valores como títulos, bonos, etc. Por lo tanto, se encarga de las condiciones y oportunidad en que se consigue el capital, de los usos de éste y de los pagos e intereses que se cargan a las transacciones en dinero.



## Cómputo

Se encarga de controlar y accionar los sistemas de cómputo y telecomunicaciones, así como de proporcionar soporte técnico a los usuarios finales que laboren en la empresa. También está encargado de que las telecomunicaciones (telefonía y red virtual) tengan un funcionamiento adecuado. Por otro lado se encarga de actualizar los programas necesarios, ya que en estos se encuentra toda la información confidencial de la empresa.

**Figura 5 Organigrama**



Fuente: Estudio de campo – enero 2007

## **2.2 Misión, visión de la empresa**

### **Visión**

Ser la empresa de distribución de servicios y bienes de consumo más exitoso del mundo en aquellos mercados donde decidamos participar.

### **Misión**

Ser una empresa sólida y ágil que lleve en forma eficaz y eficiente bienes y servicios, y por medio de estos exceder las expectativas de sus clientes. Con una cultura de valores, conocimiento y mejora continua, lograr una rápida adaptación a los cambios para garantizar una permanencia en el mercado. El desarrollo de marcas y productos valorados por el cliente y suministrados por la mejor opción a nivel mundial.

## **2.3 Recursos de la empresa**

Tres son los tipos de recursos que pueden darse en una empresa: Recursos tangibles, que son los recursos más fáciles de identificar en la empresa, porque se pueden ver, se pueden tocar, se pueden valorar. Podemos distinguir dos tipos: *Financieros y físicos*

Recursos intangibles: son muy importantes para las empresas en la actualidad, de hecho muchas empresas se benefician más de sus recursos intangibles que de los tangibles. Estos recursos no aparecen en los estados contables de la empresa y no es fácil valorarlos aproximadamente siquiera. Vemos cada uno de ellos con un ejemplo; pueden ser:

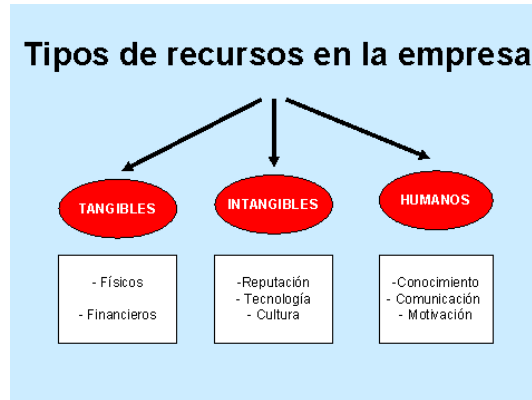
Reputación: está relacionado con la relación de confianza entre la empresa y el consumidor. Es por esto que un consumidor está dispuesto a pagar una cantidad extra por el producto o servicio de una determinada empresa, en la que confía plenamente. Sin duda alguna, constituye una ventaja competitiva importantísima. La reputación se relaciona con la propia reputación de una marca entre los clientes, de los productos, y las relaciones de una empresa con respecto a los proveedores, Administración Pública y la sociedad.

Tecnología: es un recurso realmente valioso para las empresas que lo explotan. Se relaciona con la innovación y la propiedad intelectual, esto es, registro de marcas, patentes, derechos de propiedad, secretos comerciales.

Cultura: de todos es el recurso intangible pero a la vez de los más valiosos, y es que la cultura identifica la empresa: su forma de trabajar, sus rutinas, su orientación, sus comportamientos.

Recursos humanos: se relacionan con todo aquello que ofrecen las personas a las empresas en las que realizan su actividad laboral. Es muy complicado dirigir un equipo de personas debido a la heterogeneidad de todas ellas. Son difíciles de valorar porque, como ocurre con los recursos intangibles, no aparecen en los estados contables, y es que una persona está contratada por una empresa, pero no es de su propiedad. Los recursos humanos son un activo importantísimo para que la empresa sobreviva, pero no aparece su valoración en el activo del Balance de la empresa.

**Figura 6 Tipos de recursos en la empresa**



Fuente: Trabajo de campo – febrero 2007

Tres aspectos muy importantes consideran las empresas que deben tener las personas que trabajen en ellas: conocimiento, comunicación, motivación. Administrar los recursos de una empresa implica poder tener una visión general sobre la forma en que las diferentes áreas de la empresa se interconectan y se afectan.

### 2.3.1 Inmobiliario y equipo

Los bienes inmuebles son todos aquellos bienes personales depositados en estancias que son transportables, pero que uno no suele llevar consigo.

**Computadora:** computador u ordenador es un sistema digital con tecnología microelectrónica, capaz de procesar datos a partir de un grupo de instrucciones denominado programa. La estructura básica de una computadora incluye microprocesador (CPU), memoria y dispositivos de entrada/salida (E/S), junto a los buses que permiten la comunicación entre ellos. En resumen la computadora es una dualidad entre hardware (parte física) y software (parte lógica), que interactúan entre sí para una determinada función.

## Figura 7 Computadora



Fuente: Wikipedia

La característica principal que la distingue de otros dispositivos similares, como una calculadora no programable, es que puede realizar tareas muy diversas cargando distintos programas en la memoria para que el procesador los ejecute.

**Apiladores:** maquinaria que sirve para poder transportar tarimas en distancias cortas, soporta pesos elevados. Su vida útil es elevada y su mantenimiento es mínimo, está diseñado de forma ergonómica que permite que el operario realice el menor esfuerzo físico.

Es el medio más eficaz para consolidar, almacenar y distribuir cualquier tipo de producto acondicionado en cajas u otro tipo de envase. Por esta razón, la importancia que toma en el ámbito mundial el uso adecuado del pallet es notable, al permitir mejorar la productividad en toda la cadena logística de distribución y, por lo tanto, disminuir los costos de transferencias.

**Figura 8 Apiladores**



Fuente: Wikipedia

**Estanterías:** mueble o armazón compuesto de entrepaños o anaqueles, generalmente sin puertas; permite almacenar gran cantidad de objetos, los cuales son colocados en tarimas o apilados según las cantidades que se deseen almacenar.

**Figura 9 Estanterías**



Fuente: Wikipedia

**Tarimas:** entarimar es agrupar sobre una superficie plana (paleta, estiba o tarima), una cierta cantidad de objetos individualmente poco manejables, pesados y voluminosos, o bien objetos fáciles de manejar pero voluminosos, cuyo manejo y transporte en forma unitaria costaría mucho tiempo y trabajo. La paleta o tarima facilita el manejo de la mercadería a un punto deseado, con un mínimo esfuerzo, en menor tiempo y en una sola operación. Beneficios para el transportista:

- Mejor aprovechamiento del espacio de transporte.
- Reducción de tiempo en la manipulación de mercadería.
- Reducción de daños a la mercadería en el transporte.
- Mejor control en la recepción y despacho de los productos.

**Figura 10 Tarimas**



Fuente: Wikipedia

Beneficios para el distribuidor:

- Incrementa la productividad del personal de bodegas al disminuir el tiempo de manejo de las mercaderías.
- Facilita la recepción y control de entregas.
- Facilita el manejo de la mercadería en la carga y descarga del transporte.
- Genera amplitud en las áreas de carga.
- Mejor aprovechamiento del espacio de almacenamiento.
- Reducción de daños a la mercadería.
- Mejora la preparación de pedidos y su distribución.

### **2.3.2 Vehículos**

Un vehículo es un medio que permite el traslado de un lugar a otro. Cuando se refiere a personas u objetos son llamados vehículos de transporte como por ejemplo el tren, el automóvil, el camión, el carro, el barco, el avión, la bicicleta y la motocicleta, entre otros. Es un aparato de cualquier tipo, forma o época que se utiliza para transportar cargas o personas con o sin motor, incluidos los transportes animales.



Un camión es un vehículo motorizado para el transporte de bienes. A diferencia de los automóviles, que suelen tener una construcción monocasco, muchos camiones se construyen alrededor de una estructura resistente llamada chasis. La mayoría están formados por un chasis portante, generalmente un marco estructural, una cabina y una estructura para transportar la carga.

**Figura 11 Vehículos**



Fuente: Wikipedia

## CAMIÓN 1

**Tabla XX Especificación 1 de los Vehículos**

<b>DIMENSIONES EXTERIORES</b>	<b>CAMIÓN</b>
Longitud total	5.955 mm
Ancho total (sin espejos)	2.115 mm
Altura total	2.250 mm
Volado delantero	1.085 mm
Volado trasero	1.505 mm
Altura suelo a bastidor	830 mm
Altura mínima suelo a diferencial	180 mm
Distancia entre ejes	3.365 mm
Ancho bastidor	850 mm

Continúa

<b>MOTOR</b>	
Desplazamiento (c.c.)	4.57
Número de cilindros	4 en línea
Potencia (DIN)	119.4 HP @ 2.850 RPM
Torque (DIN)	33.2 KG-M @ 1.800 RPM
Sistema de alimentación	Inyección directa
Filtro de aire	Elemento seco
Filtro de aceite	2 Flujo total / Flujo parcial
Tanque de combustible (Gls)	37
Combustible	ACPM
Freno motor	Mariposa, tubo escape
<b>TRANSMISIÓN</b>	
Caja de cambios	ISUZU Manual 6 veloc. MXA6S
Número de velocidades	6 adelante y reversa
Sicronización	1a. a 6a.
Embrague	Monodisco seco
<b>CARDAN</b>	
Tipo	2 tubular
<b>SUSPENSIÓN DELANTERA</b>	
Tipo	Ballestas en eje rígido
Eje delantero	Reverse Elliot
Capacidad (Kg)	3.1
<b>SUSPENSIÓN TRASERA</b>	
Tipo	Ballestas en eje rígido
Capacidad (Kg)	6.6
Relación eje	6.833 : 1
<b>FRENOS</b>	
Tipo	Hidráulicos asist.
Delanteros	Banda campana
Traseros	Banda campana
<b>OTRAS</b>	
Llantas	7.50 x 16 - 12 lonas
Rines	6.0 GS x 16"
Peso Bruto vehicular (kg)	7.5
Peso vacío total (Kg)	2.54
Capacidad de carga (Kg)	4.96

Fuente: Toyota

## CAMIÓN 2

Tabla XXI Especificaciones 2 de los Vehículos

HIACE CARGA	Panel		Ventanas
Número de puertas	5		4
Motor	2.7 L, 4 cilindros, DOHC, 16 válvulas, VVT-i y ECTS-i		
	149 hp @ 4,800 rpm, 178 lb-pie @ 3,800 rpm		
Sistema de ignición	(TDI) Ignición Directa Toyota		
Transmisión	Manual de 5 velocidades		
Sistema de tracción	Trasero		
Tren motriz	4x2		
<b>Suspensión</b>			
Delantera	Independiente tipo de doble horquilla con barras de torsión y barra estabilizadora		
Trasera	Eje rígido con muelles semielípticos		
Dirección	Hidráulica de piñón y cremallera		
Diámetro de giro (m)	10	12.4	10
<b>Frenos</b>			
Delanteros	Discos ventilados		
Traseros	Tambor		
Tipo de carrocería	Corta, toldo estándar	Larga, toldo alto	Corta, toldo alto
<b>Dimensiones</b>			
Exteriores (mm)			
Alto	1980	2285	2240
Ancho	1695	1880	1695
Largo	4695	5380	4695
Distancia entre ejes	2570	3110	2570
Distancia entre vías (Del. / Tras.)	1470/1465	1655/1650	1470/1465
<b>Compartimiento de carga (mm)</b>			
Alto	1335	1635	1590

Continúa

Ancho	1545	1730	1545
Largo	2930	3470	2930
<b>Peso y capacidades</b>			
Peso vehicular en vacío (kg)	1680	1850	1680
Capacidad de carga (kg)	1120	1350	1120
Tanque de combustible (L)	70	70	70
Pasajeros	3	3	3
<b>Rines</b>	Acero de 15" con tapones		
<b>Llantas</b>	P195/80R15		
<b>Llanta de refacción</b>	Estándar con rin de acero		

Fuente: Toyota

### **2.3.3 Personal**

Todas las acciones realizadas dentro de un ente son importantes para el crecimiento del mismo, pero como bien sabemos cada acción es realizada por una persona ; es decir, "la empresa es el conjunto de relaciones de una serie de personas que buscan un fin en común, rodeados por un entorno" ; es por ello que el factor humano ha tomado cada vez más, un papel y posición muy importantes dentro de una organización, llegándose a poseer en cada uno de los entes una gerencia de recursos humanos, la cual organiza, controla, dirige y coordina a todos y cada uno de los empleados de la empresa, con el fin de que el trabajo desarrollado por ellos, sea óptimo y de alta calidad.

#### **Director General**

Ejecuta los acuerdos de la Junta Directiva y vigilar el cumplimiento de las normas de la empresa. También presenta a la Junta Directiva los informes de actividades al final de cada período, proponer a la Junta Directiva todos los lineamientos y normas en materia de recursos materiales, humanos y financieros que sean necesarios para la consecución de los objetivos. Por otro lado dirige a sus subalternos de acuerdo a lo acordado en junta directiva. Coordina todas las acciones de modernización, simplificación administrativa y sistemas operativos conforme al enfoque de calidad total.

## **Director de Operaciones y Compras**

Se encarga principalmente de la coordinación de recursos humanos, materiales y financieros para el logro efectivo y eficiente de los objetivos organizacionales. También vela por la relación de la organización con su ambiente externo y respuestas a las necesidades de la sociedad. Por otro lado cuida el desempeño de ciertas funciones específicas como determinar objetivos, planear, asignar recursos, instrumentar, etc. y el desempeño de varios roles interpersonales, de información y decisión. Establecer normas y políticas, de acuerdo con las condiciones y necesidades de la empresa. Está informado de los cambios tecnológicos que puedan surgir en el uso de nuevos materiales, para poder traducirlos en ahorro de costos, mejora de calidad de materiales o artículos, mejora de servicios de adquisición y distribución.

## **Director de Cómputo y Financiero**

Coopera con otros departamentos de la empresa (ventas, recursos humanos, producción, contabilidad, etc.) que soliciten sus servicios. Está al día de los avances existentes en métodos y técnicas de compras. Vigila que el personal del área cumpla en forma eficiente los procedimientos establecidos. Puntualiza normas de conducta moral. Obtiene utilidades para la empresa.

## **Gerente de Operaciones**

Es responsable de dirigir las actividades que ayudan a las organizaciones para alcanzar sus metas. La medida de la eficiencia y la eficacia de un Gerente, es el grado en que determine y alcance los objetivos apropiados. Actúa

mediante relaciones que tienen repercusiones que involucran a otras personas, para bien o para mal.

Considerado tradicionalmente como uno de los departamentos clave, ya que se encarga del óptimo aprovechamiento y de la adecuada introducción de infraestructura en un organismo o empresa. Una vez elaborado el pronóstico de ventas y proporcionado al departamento de ingeniería y de control de inventarios, quienes a su vez programan las cantidades de materiales o artículos a comprar, así como el tiempo en que se deben suministrar a los almacenes.

### **Gerente de Compras**

Buscar y adquirir al precio justo, en la cantidad necesaria, con la mejor calidad, el producto controlado, dentro del menor tiempo posible, con capacidad y disponibilidad adquisitiva asegurada, y con cumplimiento honesto. Desarrolla y administrar las compra, establece proveedores bien evaluados, mantiene los inventarios al nivel más bajo posible, pero lo suficiente para alimentar satisfactoriamente las necesidades de producción, localiza, nuevos materiales y productos, asegurar buen servicio de los proveedores, incluyendo entrega rápida y calidad adecuada de los artículos.

### **Gerente Financiero**

Se encarga de la obtención de fondos y del suministro del capital que se utiliza en el funcionamiento de la empresa, procurando disponer de los medios económicos necesarios para cada uno de los demás departamentos, con el objeto de que puedan funcionar debidamente.

## **Gerente de Cómputo**

Se encarga del todo el funcionamiento de la informática se utiliza en diversidad de tareas, por ejemplo: elaboración de documentos, control y mantenimiento de equipo, telecomunicaciones y multimedia. Está relacionado con todo lo que converge con los fundamentos de las ciencias de la computación, la programación y las metodologías para el desarrollo de software, así como determinados temas de electrónica.

## **Gerente de Ventas**

Su labor es primordial, dado su especialidad hoy en día representa y que sostiene en la empresa es de elaborar métodos eficientes en el manejo y coordinación de los sistemas de venta que la empresa ofrece a un mercado específico.

## **Gerente de Calidad**

Orienta a los empleados a hacer mejor el trabajo y conocer por medio de métodos objetivos quien requiere ayuda individual para encontrar la calidad a través del logro de la satisfacción del cliente, la mejora continua y eficiencia de los procesos, es un trabajo arduo cuyo éxito depende de muchos factores que se entrelazan y complementan entre si.



## Descripciones y perfiles de puestos para el departamento de operaciones

El departamento de operaciones está conformado por:

- Jefe de Bodega
- Pilotos
- Ayudantes
- Montacarguista

Puesto: Piloto

- Reporta a: Jefe de Bodega
- Departamento: Operaciones
- Objetivo del Puesto: El traslado y entrega de pedidos de producto a los clientes.

Actividades Principales:

- Cargar el camión o panel con producto
- Entrega de pedido de producto a destino final
- Atender a clientes en entrega de producto
- Atender sugerencia de clientes
- Organizar rutas de entrega de producto
- Mantener el camión o panel limpio y en buen estado
- Reportar facturas mal emitidas
- Reportar mal servicio al cliente
- Reportar devoluciones de productos
- Revisar estado de llantas, agua, aceite de camiones y panel

- Descargar contenedor de producto

Requisitos personales:

- Edad: 25 a 40 años
- Sexo: Masculino
- Disponibilidad de horario: Horario de 8:00 a 17:00 hrs., sábado de 8:00 a 12:00 sin embargo debe tener disponibilidad de horario para laborar después de la hora establecida.
- Educación: Grado de estudio requerido: Mínimo sexto primaria cursado
- Experiencia requerida para ocupar el puesto: un año de experiencia en puesto similar.
- Conocimientos u otros estudios necesarios: Licencia de conducir tipo "B".o "A".

Requisitos físicos:

- Esfuerzo físico necesario: Movimiento de materia prima como producto terminado.
- Concentración visual: cuando maneja el camión.
- Destreza o habilidad: manejo de vehículo específicamente camión en el transporte de materia prima o producto terminado.
- Constitución física necesaria: normal o Buen estado de salud.

Responsabilidades por:

- Supervisión de personal: ninguno
- Materiales, herramientas y equipos: responsable por el manejo del camión, materia prima, aceites, aditivos y producto terminado.

- Dinero, títulos valores o documentos: indirectamente el producto del área de bodega.
- Contactos internos y externos: Jefe de Bodega
- Información confidencial: ninguna

Condiciones de trabajo:

- Ambiente de trabajo: El puesto posee el mobiliario equipo adecuado para el desarrollo de las actividades
- Riesgos: responsable del manejo de camión así como de carga y descarga de productos

Habilidades básicas:

- Puntual
- Responsable
- Colaborador

Puesto: Auxiliar de Bodega

- Reporta a: Jefe de Bodega
- Departamento: Operaciones
- Objetivo básico del puesto: Realizar todas las actividades en el área de bodega de materia prima como producto terminado

Actividades principales:

- Preparar pedidos
- Ayuda a cargar de producto los vehículos

- Ayuda en las distintas actividades de Bodega
- Ayuda en la carga y descarga de contenedor
- Descargar producto de la almacenadora
- Realiza la limpieza del parqueo
- Preparar envase para llenar de producto
- Realizar limpieza del área de bodega

Requisitos personales:

- Edad: 18 a 35 años de edad.
- Sexo: Masculino.
- Disponibilidad de horario: Horario de 8:00 a 17:00 hrs., sábado de 8:00 a 12:00 sin embargo debe tener disponibilidad de horario para laborar después de la hora establecida.

Educación:

- Grado de estudio requerido: Saber leer y escribir.
- Experiencia requerida para ocupar el puesto: Ideal un año de experiencia en puesto similar.
- Conocimientos u otros estudios necesarios: no se presentan por el momento

Requisitos físicos:

- Esfuerzo físico necesario: carga de materia prima y producto terminado a bodega como a los camiones o panel.
- Concentración visual: no se presentan por el momento.
- Destreza o habilidad: buena condición física.

- Constitución física necesaria: buen estado de salud.

Responsabilidades por:

- Supervisión de personal: no se presentan por el momento.
- Materiales, herramientas y equipos.
- Dinero, títulos valores o documentos: indirectamente todos los productos tanto materia prima como producto terminado.
- Contactos internos y externos: Jefe de Bodega y clientes
- Información confidencial: ninguna.

Condiciones de trabajo:

- Ambiente de trabajo: El puesto posee el mobiliario equipo adecuado para el desarrollo de las actividades
- Riesgos: perdida de materia prima, como producto terminado.

Habilidades básicas:

- Honrado
- Puntual
- Ordenado
- Colaborador

Título del puesto: Montacarguista

- Reporta a: Jefe de Bodega
- Departamento: Operaciones

#### Requisitos personales:

- Edad: 28 a 40 años
- Sexo: Masculino
- Disponibilidad de horario: Horario de 7:00 a 16:00 hrs., sábado de 8:00 a 12:00 sin embargo debe tener disponibilidad de horario para laborar después de la hora establecida.

#### Educación:

- Grado de estudio requerido: Mínimo Diversificado
- Experiencia requerida para ocupar el puesto: 2 años de experiencia en puesto similar

#### Requisitos físicos:

- Esfuerzo físico necesario: Movimiento de materia prima como producto terminado
- Concentración visual: cuando maneja el montacargas
- Destreza o habilidad: manejo de vehículo específicamente montacargas, en el transporte de materia prima o producto terminado
- Constitución física necesaria: normal o buen estado de salud

Responsabilidades por:

- Materiales, herramientas y equipos: responsable por el uso del montacargas, pallets, materia prima, aceites, aditivos y producto terminado
- Dinero, títulos valores o documentos: indirectamente el producto del área de bodega
- Contactos internos y externos: Jefe de Bodega
- Información confidencial: ninguna

Condiciones de trabajo:

- Ambiente de trabajo: El puesto posee el mobiliario equipo adecuado para el desarrollo de las actividades
- Riesgos: la utilización del montacargas en el área de bodega, de carga y descarga

Habilidades básicas:

- Colaborador
- Puntual

Puesto: Jefe de Bodega

- Reporta a: Gerente de Operaciones
- Departamento: Operaciones
- Objetivo del puesto: Controlar ingreso y egreso de mercadería, despachar los pedidos en le menor tiempo.

#### Actividades principales:

- Organizar rutas
- Cargar los camiones y panel
- Elaborar devoluciones
- Recibir mercadería local e internacional
- Ingreso de trasiego a sistema
- Preparar pedidos
- Coordinar entregas a bodega exterior
- Coordinar con ventas los pedidos pendientes
- Solicitar producto a almacén
- Coordinar fletes externos
- Supervisar las tareas de auxiliares, pilotos, ayudantes de camión
- Encargado de anular facturas
- Controlar mantenimiento de vehículos/montacargas

#### Requisitos personales:

- Edad: Mayor de 24 años de edad
- Sexo: Masculino
- Disponibilidad de horario: Horario diurno
- Disponibilidad de horario en días de mucha demanda

#### Educación:

- Grado de estudio requerido: Cierre de pensum en Administración de Empresas.



- Experiencia requerida para ocupar el puesto: Mínimo dos años en el área operativa y dirigiendo personal.
- Conocimientos u otros estudios necesarios: Computación, Windows, Excel, Word, Microsoft Outlook.

Requisitos físicos:

- Esfuerzo físico necesario: por cualquier movimiento de producto
- Concentración visual: Para el uso del monitor de la computadora y para analizar todos los documentos que le sean presentados como consultas o requeridos.
- Destreza o habilidad: Dirección de personal, manejo de información, facilidad de movimiento
- Constitución física necesaria: Buen estado de salud

Responsabilidades por:

- Supervisión de personal: Es responsable de la supervisión del personal de Bodega.
- Materiales, herramientas y equipos: Del equipo y mobiliario a cargo del puesto y de todos los enseres que se encuentran en su lugar de trabajo.
- Dinero, títulos valores o documentos: no se presentan por el momento
- Contactos internos y externos: con personal interno, producción, ventas y gerencia de operaciones.
- Información confidencial: control de inventarios.

Condiciones de trabajo:

- Ambiente de trabajo: El puesto posee el mobiliario equipo adecuado para el desarrollo de las actividades
- Riesgos: posibles accidentes en el área de bodega

Habilidades básicas:

- Proactivo
- Líder
- Ordenado
- Disciplinado
- Servicial
- Puntual

## **2.4 Departamento de operaciones**

Tiene como función reunir a las personas, máquinas, materiales y la información con el fin de proporcionar una operación eficaz. Se tiene como objetivo fundamental el mejoramiento de la productividad, menos desperdicio por unidad de insumo, niveles más altos de producción con niveles fijos de insumos. Estos niveles máximos de producción se obtienen mediante pronósticos de ventas los cuales han servido para elaborar un patrón de producción y a su vez un adecuado reabastecimiento de inventarios.

### 2.4.1 Funciones

Dentro de las funciones del departamento de operaciones está el estudiar la productividad y la producción de bienes y servicios. Abarcar aspectos tecnológicos desde recepción, almacenaje, despacho y distribución de mercadería.

Dentro de las **ocupaciones clásicas** se tienen:

- **Estudio de movimientos:** consiste en examinar todos los detalles de una operación, con el objeto de diseñar una secuencia de movimientos eficientes. Se puede aplicar en dos formas, el estudio visual de los movimientos y el estudio de los micromovimientos. El primero se aplica más frecuentemente por su mayor simplicidad y menor costo, el segundo sólo resulta factible cuando se analizan labores de mucha actividad cuya duración y repetición son elevadas.
- **Medida del trabajo:** se refiere al análisis realizado sobre cualquier operación, con el objetivo de encontrar el tiempo estándar necesario para efectuarla y así determinar los programas de producción, inventarios y ruteo.
- **Planificación y control de la producción:** especificar las cantidades requeridas de productos a fabricarse, de la calidad deseada y en los tiempos necesarios, por los métodos mejores y más económicos. El control de la producción tiene que establecer medios para una continua evaluación de ciertos factores: la demanda del cliente, la situación de capital, la capacidad productiva, etc. Esta evaluación deberá tomar en cuenta no solo el estado actual de estos factores sino que deberá también proyectarlo hacia el futuro.

- **Control de calidad:** se refiere a la detección y corrección de causas de defectos y variaciones en las características de materias primas, productos en proceso y productos terminados. La función del control de calidad existe primordialmente como una organización de servicio, para interpretar las especificaciones establecidas por la ingeniería del producto y proporcionar asistencia al departamento de fabricación, para que la producción alcance estas especificaciones. Como tal, la función consiste en la colección y análisis de grandes cantidades de datos que después se presentan a diferentes departamentos para iniciar una acción correctiva adecuada.
- **Investigación de operaciones:** es la de encontrar la solución óptima para una situación determinada. Está constituida por un acercamiento científico a la solución de problemas complejos, tiene características intrínsecamente multidisciplinarias y utiliza un conjunto diversificado de instrumentos, prevalentemente matemáticos, para la modelización, la optimización y el control de sistemas estructurales. En el caso particular de problemas de carácter económico, la función objetivo puede ser el máximo rendimiento o el menor costo. Tiene un rol importante en los problemas de toma de decisiones porque permite tomar las mejores decisiones para alcanzar un determinado objetivo respetando los vínculos externos, no controlables por quien debe tomar la decisión.
- **Administración de operaciones en instituciones de servicio:** manejo de inventarios y compras. La base de toda empresa comercial es la compra y venta de bienes o servicios; de aquí la importancia del manejo del inventario por parte de la misma. Este manejo contable permitirá a la empresa mantener el control oportunamente, así como conocer al final del período contable un estado confiable de la situación económica de la empresa.

## 2.4.2 Área de distribución

El departamento de distribución empieza su operación desde el momento en que se verifican los pedidos ingresados, luego se identifica la ruta más próxima, después el personal encargado preparará los pedidos para cargarlos en el vehículo correspondiente, y entregar a los respectivos clientes.

**Figura 12 Diagrama de distribución**



Fuente: Trabajo de campo – febrero 2007

Actualmente se cuenta con una flota vehicular de 5 unidades, todas equipadas con teléfono celular y servicio de seguro. El Jefe de Distribución de cada Bodega se encarga de la coordinación tanto de la revisión de rutas, como de verificar la carga y descarga en el lugar acordado. Por otro lado los auxiliares de bodega, son quienes se encargan de la preparación de los pedidos. Para entregar los pedidos a los clientes los pilotos van acompañados de un ayudante para brindar mejor servicio al cliente.

## 2.5 Descripción del problema actual en el área de distribución

El objetivo de los modelos de transporte es encontrar la solución a un coste mínimo para la realización de un plan de envíos, transporte o distribución, desde cualquier grupo de centros de abastecimiento llamados orígenes, a cualquier grupo de centros de recepción llamados destinos, es decir, determinar la cantidad de productos o mercancías que se deben enviar desde cada punto de origen a cada punto de destino.

Se debe tomar en cuenta las restricciones propias del problema referido a las capacidades o disponibilidades de los centros de abastecimiento y las demandas de los centros de destino, de manera que se minimicen los costes totales de transporte o distribución.

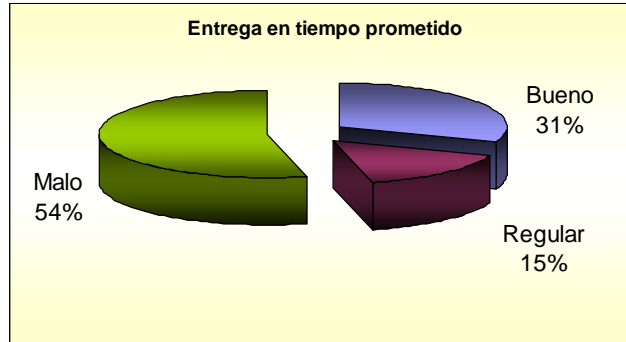
Los orígenes pueden ser fábricas, almacenes o cualquier punto o lugar desde el que se quiera enviar mercancías o productos. Los destinos son los puntos o lugares en donde se reciben dichas mercancías o productos.

### **2.5.1 Medición del problema**

El problema del transporte tiene que ver con la selección de rutas entre las bodegas de distribución central y/o regional y puntos de entrega. En los últimos meses se ha venido observando cómo el sistema de transporte, ha desmejorado profundamente con respecto del servicio al cliente. Un cliente insatisfecho es el único que nos permite evidenciar, entre los indicadores de dicha situación, la demora exagerada que sufre a la espera de su pedido, los cuales tardan más de las 48 horas prometidas.

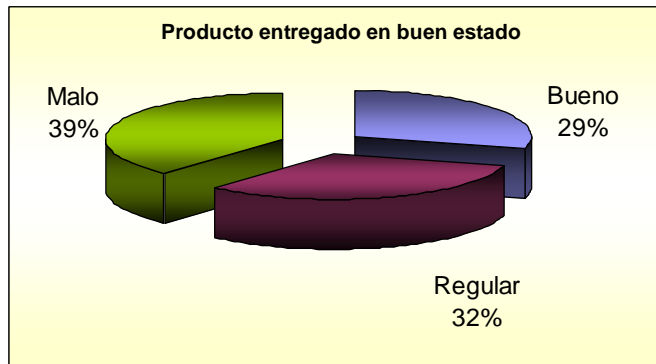
En esas circunstancias, los tiempos de espera de los pedidos por parte del cliente se hacen notablemente más largos en comparación con la competencia, dando como consecuencia a la empresa pérdida de la demanda por la baja competitividad con la que está establecido el servicio en cuanto a rapidez y costo – beneficio. Por otro lado, la misma desorganización de ruteo expresa un grave deterioro en los vehículos debido a la falta de mantenimiento, pues no existe un control de mantenimiento vehicular.

**Figura 13 Entregas en tiempo prometido**



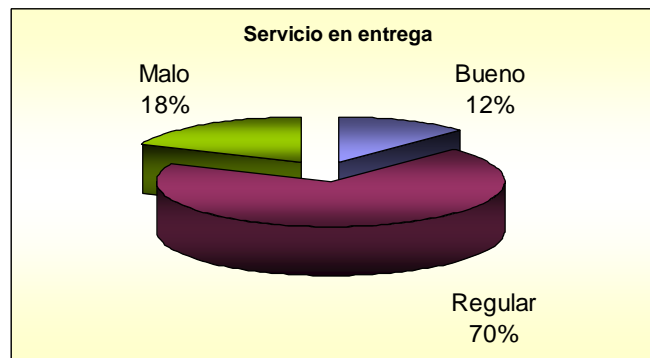
Fuente: Trabajo de campo – febrero 2007

**Figura 14 Producto entregado en buen estado**



Fuente: Trabajo de campo – febrero 2007

**Figura 15 Servicio en entrega**



Fuente: Trabajo de campo – febrero 2007

Gasto extra provocado por:

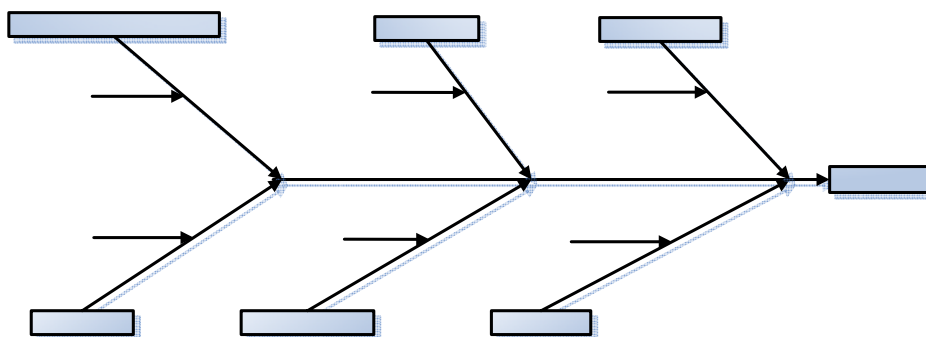
Causa

- Falta de planificación geográfica de las rutas.
- Exceso en la carga vehicular.
- Falta de servicio de los vehículos
- Descoordinación en los términos y tiempo de entrega
- Deficiente elección de los medios de transporte de acuerdo a su capacidad de carga.
- Servicio al cliente ineficiente.

Efecto:

- Incremento en la utilización de lubricantes y combustible.
- Deterioro vehicular por el exceso de carga.
- Desperfectos mecánicos.
- Flete falso (esto quiere decir que los pedidos no son entregados por diferentes circunstancias y se hace la ruta en vano).
- Rutas incompletas.
- Clientes insatisfechos o pérdida de los mismos.

**Figura 16 Diagrama causa - efecto**

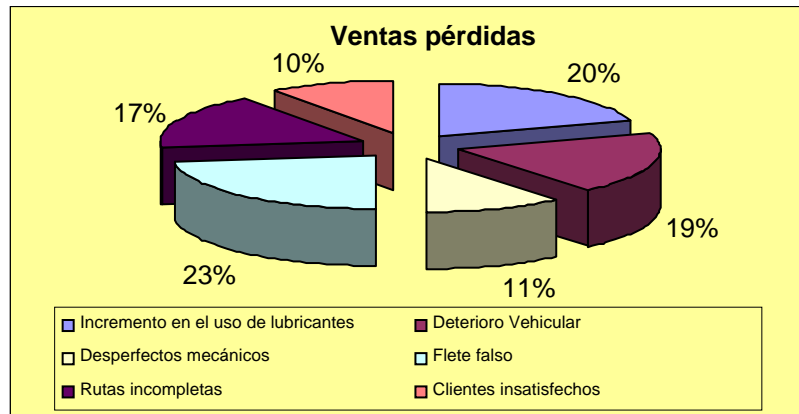


Fuente: Trabajo de campo – febrero 2007



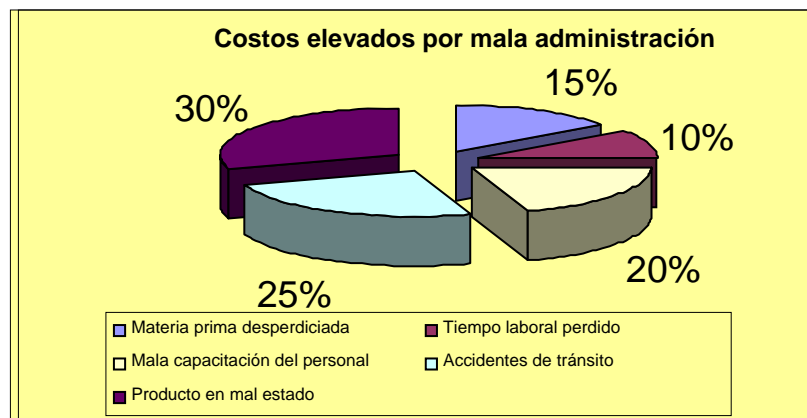
## 2.5.2 Análisis y evaluación del problema

**Figura 17 Gráfica de ventas perdidas**



Fuente: Trabajo de Campo – febrero 2007

**Figura 18 Gráfica de costos elevados por mala administración**



Fuente: Trabajo de Campo – febrero 2007

## **2.6 Ventajas y desventajas del método actual**

### **Ventajas**

- Control en carga y descarga.
- Control en la preparación de pedidos.

### **Desventajas**

- Incumplimiento en el tiempo de entrega
- Demora en el tiempo de operación de carga y descarga
- Clientes insatisfechos
- Descontrol en las devoluciones de los clientes
- Anulación de pedidos
- Anulación de facturas
- Incremento en el costo de distribución
- Incremento en el costo de planilla.
- Incremento en el deterioro del producto.

### **3 PROPUESTA, MODELO A IMPLANTAR**

El método de transporte a plantear se desarrolla mediante el uso de los tres métodos existentes como lo son el costo mínimo, esquina noroeste, método de vogel. Esto permitirá encontrar el camino óptimo para la ruta ideal desde los puntos de abastecimiento hacia los destinos finales que son los consumidores.

Permitirá encontrar un nivel de oferta acorde a las capacidades de los puntos de abastecimiento y que a su vez satisfaga la demanda que se tiene en los distintos puntos de la República.

#### **3.1 Modelo de transporte**

El modelo de transporte a implantar tomará como punto de partida un análisis de segmentación del mercado y continuará a través del desarrollo de iniciativas tácticas de apoyo tales como el planeamiento de calidad de servicio tomando en cuenta, el tiempo, el lugar exacto y la cantidad requerida. La identificación de los deseos del cliente y la aplicación de los recursos necesarios para satisfacerlos de una manera rentable, requiere una definición apropiada de mercado a través de una segmentación del mismo.

Para analizar tanto la rentabilidad del segmento como el potencial general del mercado, se utilizarán resultados primarios y secundarios de investigaciones conjuntamente con su propio modelo geo-demográfico. Esta herramienta ayuda a determinar los niveles de servicio, las características de los productos y los sistemas de entrega más apropiados.

Se trabajará con los clientes para desarrollar una estrategia de sistemas de entrega la cual integra a las sucursales independientes y al centro de servicio al cliente. Para crear la mejor estrategia de canales de entrega para un cliente, se evaluarán las necesidades de servicios, las preferencias y las prácticas de los canales de entrega, las operaciones internas y los costos asociados con estas.

Con esta información, se utilizará el modelo de transporte más eficiente y al mismo tiempo se implantará a los canales de distribución, para proyectar cambios y verificar la rentabilidad. Basado en un proceso de balance específico a la base de clientes, el ambiente competitivo y la capacidad de entrega de cada cliente.

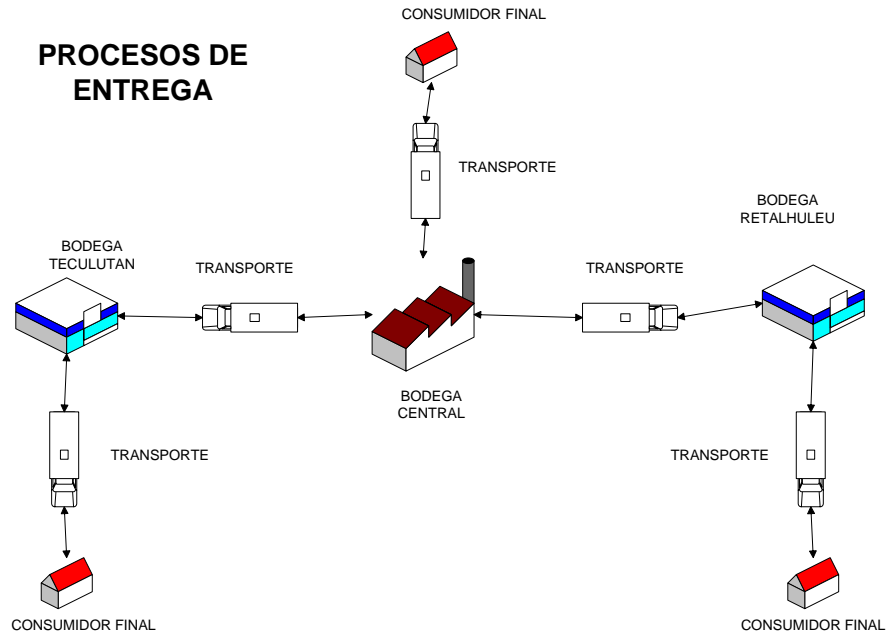
### **3.2 Procesos de entrega**

El proceso de entrega consiste en: según la ubicación del cliente el pedido ingresa a la bodega correspondiente: bodega Teculután, bodega Retalhuleu y bodega Central. Posteriormente se hace un análisis de ruteo, se almacena el producto en las dos bodegas del interior del país, para ser repartidas posteriormente según la localización del consumidor final.

La siguiente figura muestra la distribución de mercadería de dos formas:

- De bodega central al consumidor final, utilizando el transporte según la demanda de la región.
- De bodega central a las Agencias regionales, utilizando la requisición de cada sucursal y luego de estas al consumidor final.

**Figura 19 Diagrama de procesos de entrega**



Fuente: Trabajo de campo – febrero 2007

### 3.2.1 Preparación de rutas

El objetivo primordial de la preparación las rutas es hacer que la operación sea lo más eficiente posible, el producto esté completo, debidamente identificado, para facilitar la operación a los encargados de la carga y poder lograr que el tiempo llegue a ser óptimo. Se seguirá una serie de pasos descritos continuación:


- **Recepción de pedidos (Generación de rutas diarias):**

Todos los pedidos son ingresados desde el Departamento de Ventas a un sistema informático, según la Agencia Correspondiente, los cuales son verificados en el Departamento de Distribución

- **Clasificación de mercadería a entregar a los clientes**

Los pedidos son preparados con unas boletas, las cuales indican la región a enviar y el producto a seleccionar, luego es ubicada e identificada en tarimas para que los apiladores o montacargas, según sea el caso, tengan la accesibilidad necesaria cuando llegue el momento de carga.

**Figura 20 Boleta de preparación de pedidos**

<b><u>BOLETA DE PREPARACIÓN DE PEDIDOS</u></b>			
Destino: 8° calle 20-44 z. 4 de mixco Colonia Bosques de San Nicolás			
Nombre del Cliente: Ana Patricia Santos García			
Fecha del ingreso del pedido: 19-01-07			
Cantidad	Código	Descripción	Conforme
24	L2050L	Lubricante SAE 15W40 en Litro	X
36	D50G	Diesel SAE 50 en Galón	X
Nombre: Pedro Perez		Firma Auxiliar: 	
Hora: 8:30		Fecha: 19-01-07	

Fuente: Trabajo de campo – febrero 2007

- **Carga de vehículos**

Diariamente nuestros vehículos de ruta se cargan optimizando al máximo el espacio de los mismos y también optimizando las rutas fijas o variables diarias que tenemos hacia nuestras plazas de distribución. Estas rutas tienen como principales destinos todas las zonas de la capital, los municipios y departamento de la comunidad guatemalteca.

La carga de vehículos se realiza bajo el control del responsable de la ruta y se escanean todos los bultos que entran en el camión, de este modo tenemos conocimiento exacto de la mercancía que viaja en cada vehículo y de su situación en tránsito.

- **Reparto a clientes**

Diariamente se prepara la mercadería que nuestros repartidores llevarán en ruta para ser entregada con la máxima prontitud al cliente final. En el momento que el piloto le entrega la mercadería al cliente, verifican juntos la misma y luego le pide al cliente que selle y firme las copias correspondientes como un comprobante de recibido conforme. El piloto entrega las facturas debidamente sellados por los clientes al encargado del control de repartos y se introducen las facturas en el sistema informático cerrando así el círculo y la expedición queda en situación de "entregada".

En caso de incidencias para la resolución de aquellos problemas que puedan derivarse del transporte o de las entregas, como direcciones incorrectas, mercancías no aceptadas, se tendrá que incurrir al departamento de Atención al Cliente que recoge todos los datos que se refieren a las expediciones que tratan y se comunica la incidencia o resolución de la misma a los clientes en caso de que sea necesario. Servir al cliente con eficacia y lograr su máxima satisfacción es el principal objetivo.

### **3.2.1.1 Algoritmo de transporte**

Se desarrolló un algoritmo de transporte con el que se pretende encontrar la ruta óptima para poder minimizar los costos y el tiempo de transporte. A continuación se presentan los datos recabados en el trabajo de campo:

**Tabla XXII Distancia entre orígenes y destinos**

DESTINO	Distancia (Kms)			Tiempo Aproximado de recorrido(hrs)			Velocidad Promedio		Altitud (metros)
	Guatemala	Teculután	Retalhuleu	Guatemala	Teculután	Retalhuleu	Velocidad Promedio	Velocidad Promedio	
Antigua Guatemala	40	193	196	0.67	3.22	3.27	60	60	1530
Ciudad Pedro de Alvarado Frontera con El Salvador	165	313	316	2.75	5.22	5.27	60	60	906
Ciudad Tecún Umán Frontera con México	248	396	399	4.13	6.60	6.65	60	60	2420
Coban	219	199	98	3.65	3.32	1.63	60	60	1316
Escuintla	57	215	213	0.95	3.58	3.55	60	60	347
Esquipulas	222	76	200	3.70	1.27	3.33	60	60	215
Flores	507	381	485	8.45	6.35	8.08	60	60	127
Ciudad de Guatemala	20	156	151	0.33	2.60	2.52	60	60	1502
Panajachel	116	264	267	1.93	4.40	4.45	60	60	1950
Puerto Barrios	308	182	286	5.13	3.03	4.77	60	60	1
Retalhuleu	192	348	15	3.20	5.80	0.25	60	60	239
San José Puerto	108	256	180	1.80	4.27	3.00	60	60	1
Zacapa	156	10	348	2.60	0.17	5.80	60	60	220

Fuente: Trabajo de campo – febrero 2007



**Tabla XXIII Capacidad de reparto y costo de envío**

DESTINO	Demanda (Ton)	Costo de envío		
		Retalhuleu	Central	Teculután
Antigua Guatemala	2	Q185.64	Q37.89	Q182.80
Ciudad Pedro de Alvarado Frontera con El Salvador	3	Q299.29	Q156.28	Q296.45
Ciudad Tecún Umán Frontera con México	1	Q377.91	Q234.89	Q375.06
Coban	2	Q92.82	Q207.42	Q188.48
Escuintla	2	Q201.74	Q53.99	Q203.63
Esquipulas	0.2	Q189.43	Q210.26	Q71.98
Flores	0.4	Q459.36	Q480.20	Q360.86
Ciudad de Guatemala	3	Q143.02	Q18.94	Q147.75
Panajachel	0.5	Q252.88	Q109.87	Q250.04
Puerto Barrios	1	Q270.88	Q291.72	Q172.38
Retalhuleu	7	Q14.21	Q181.85	Q329.60
San José Puerto	1	Q170.48	Q102.29	Q242.47
Zacapa	6	Q329.60	Q147.75	Q9.47

Fuente: Trabajo de campo – febrero 2007

**Tabla XXIV Capacidad de carga y oferta por transporte**

Transporte	Capacidad (km/gal)	Oferta (Ton)
Hino Retalhuleu	9.69	Q9.70
Isuzu Central 1	24.62	Q4.85
Isuzu Central 2	24.62	Q4.85
Panel Central	34.72	Q2.65
Isuzu Teculután	22.49	Q7.05
Promedio	23.228	Q29.10

<b>Costo Combustible (Q / gal)</b>	<b>Q22.00</b>
------------------------------------	---------------

Capacidad de Reparto por Vehículo	TONELADAS	KILOGRAMOS	LIBRAS
HINO	10	10000	22000
ISUZU	6	6000	13200
ISUZU	6	6000	13200
ISUZU	6	6000	13200
PANEL HIACE	1.36	1360	2992

Capacidad de Reparto por Bodega	LIBRAS
CENTRAL	29,392
RETALHULEU	22,000
TECULUTAN	13,200

Fuente: Trabajo de campo – febrero 2007

Durante el trabajo de campo se realizaron tres métodos del algoritmo de transporte, los cuales fueron: esquina noroeste, costo mínimo, método de Vogel. Se tomó en cuenta el costo de envío desde cada uno de los orígenes hacia los diferentes destinos de acuerdo al área geográfica demandada. Se tomó en cuenta como demanda el promedio de ventas (calculadas en tonelaje) en cada punto y la oferta se tomó en base a la capacidad de carga de cada transporte, esto para permitir realizar entregas efectivas, así como el máximo aprovechamiento de los camiones repartidores.

Tabla XXV Método de la esquina noroeste

	Antigua Guatemala	Ciudad Pedro de Alvarado Frontera con El Salvador	Ciudad Tecún Umán Frontera con México	Coban	Escuintla	Esquipulas	Flores	Ciudad de Guatemala	Panajachel	Puerto Barrios	Retalhuleu	San José Pueblo	Zacapa	Oferta
Costo	Q. 182.80	Q. 298.45	Q. 375.08	Q. 188.48	Q. 203.83	Q. 71.98	Q. 360.88	Q. 147.75	Q. 250.04	Q. 172.38	Q. 329.60	Q. 242.47	Q. 9.47	
Cantidad	Q. 2.00	Q. 3.00	Q. 3.00	Q. 1.00	Q. 1.00	Q. 215.24	Q. 460.20	Q. 18.24	Q. 109.87	Q. 291.72	Q. 81.98	Q. 102.29	Q. 147.75	Q. 7.05
Costo	Q. 37.88	Q. 182.28	Q. 234.89	Q. 207.89	Q. 15.08	Q. 0.20	Q. 0.40	Q. 0.40	Q. 0.60	Q. 0.60	Q. 4.20	Q. 10.23	Q. 147.75	Q. 12.25
Cantidad	Q. 185.64	Q. 298.25	Q. 377.81	Q. 92.82	Q. 201.74	Q. 189.43	Q. 458.36	Q. 143.02	Q. 252.88	Q. 270.88	Q. 14.21	Q. 170.48	Q. 329.60	Q. 9.70
Costo	Q. -	Q. -	Q. -	Q. -	Q. -	Q. -	Q. 0.40	Q. -	Q. -	Q. -	Q. 2.70	Q. 1.00	Q. 6.00	Q. 9.70
Demandas	Q. 2.00	Q. 3.00	Q. 1.00	Q. 2.00	Q. 2.00	Q. 0.20	Q. 0.40	Q. 3.00	Q. 0.50	Q. 1.00	Q. 7.00	Q. 1.00	Q. 6.00	Q. 28.10

Fuente: Trabajo de campo – febrero 2007

Costo total por esquina noroeste: Q.6, 981.94

Tabla XXVI Método del costo mínimo

	Antigua Guatemala	Altiplano con El Salvador	Ciudad Pedro de Amante con El Salvador	Ciudad Tecón Umán Frontera con México	Coban	Escuintla	Escquipulas	Flores	Ciudad de Guatemala	Parajichel	Puerto Barrios	Retalhuleu	San José Puerto	Zacapa	Otiza
Costo	Q. 182.90	Q. 256.45	Q. 375.05	Q. 183.48	Q. 203.83	Q. 71.88	Q. 369.82	Q. 147.75	Q. 250.04	Q. 172.38	Q. 172.38	Q. 323.60	Q. 242.47	Q. 8.47	Q. 8.47
Cantidad	Q. 37.89	Q. 152.26	Q. 234.89	Q. 207.42	Q. 153.26	Q. 210.25	Q. 489.23	Q. 143.84	Q. 109.37	Q. 291.72	Q. 291.72	Q. 181.85	Q. 102.29	Q. 6.00	Q. 7.05
Cantidad	Q. 2.00	Q. 3.00	Q. 6.85	Q. 2.00	Q. 2.00	Q. 2.00	Q. 1.00	Q. 3.00	Q. 1.00	Q. 1.00	Q. 1.00	Q. 1.00	Q. 1.00	Q. 1.00	Q. 1.00
Costo	Q. 185.24	Q. 259.29	Q. 377.91	Q. 92.82	Q. 207.74	Q. 189.43	Q. 489.33	Q. 143.02	Q. 252.88	Q. 270.84	Q. 270.84	Q. 14.21	Q. 170.44	Q. 329.60	Q. 12.35
Cantidad	Q. 0.15	Q. 2.00	Q. 0.40	Q. 2.00	Q. 2.00	Q. 0.20	Q. 0.40	Q. 3.00	Q. 0.20	Q. 1.00	Q. 1.00	Q. 7.00	Q. 1.00	Q. 6.00	Q. 8.70
Demanda	Q. 2.00	Q. 3.00	Q. 1.00	Q. 2.00	Q. 2.00	Q. 0.20	Q. 0.40	Q. 3.00	Q. 0.20	Q. 1.00	Q. 1.00	Q. 7.00	Q. 1.00	Q. 6.00	Q. 29.10

Fuente: Trabajo de campo – febrero 2007

Costo total por costo mínimo: Q.1, 850.18

Tabla XXVII Método de vogel

	Antigua Guatemala	Ciudad Progreso de Alvarado Frontera con El Salvador	Ciudad Tecún Umán Frontera con México	Coban	Escuintla	Esquipulas	Flores	Ciudad de Guatemala	Panajachel	Puerto Barrrios	Retalhuleu	San José Puerto	Zacapa	Oferla
Bodega Teculula	Costo Q 162.80	Q 295.85	Q 375.05	Q 188.44	Q 205.83	Q 71.98	Q 369.98	Q 147.75	Q 250.14	Q 177.35	Q 328.60	Q 242.47	Q 51.49	Q 7.05
Bodega Central	Costo Q 37.89	Q 156.28	Q 234.89	Q 207.42	Q 53.99	Q 210.25	Q 480.20	Q 18.94	Q 109.97	Q 201.72	Q 181.95	Q 102.29	Q 147.75	Q 12.95
Bodega Retalhuleu	Costo Q 156.64	Q 293.25	Q 377.91	Q 92.82	Q 207.74	Q 189.43	Q 459.36	Q 143.02	Q 252.88	Q 270.88	Q 14.21	Q 170.48	Q 323.60	Q 9.70
Demanda	Q 2.00	Q 3.00	Q 1.00	Q 2.00	Q 2.00	Q 0.20	Q 0.40	Q 3.00	Q 0.50	Q 1.00	Q 7.00	Q 1.00	Q 6.00	Q 25.00

Fuente: Trabajo de campo – febrero 2007



**Tabla XXIX Penalizaciones verticales método de vogel**

Iteración 1	Iteración 2	Iteración 3	Iteración 4	Iteración 5	Iteración 6	Iteración 7	Iteración 8	Iteración 9	Iteración 10	Iteración 11	Iteración 12	Iteración 13	Iteración 14
Q 62.51	Q 62.51	Q 62.51	Q 62.51	Q 62.51	Q 62.51	Q 62.51	Q 75.77	Q 100.40	Q 16.10	Q 16.10	Q 16.10	-	-
Q 18.94	Q 18.94	Q 18.94	Q 83.35	Q 83.35	Q 83.35	Q 83.35	Q 83.35	Q 105.13	Q 105.13	-	-	-	-
Q 78.61	Q 50.20	Q 50.20	Q 50.20	Q 50.20	Q 50.20	Q 50.20	Q 50.20	Q 77.66	Q 77.66	Q 77.66	Q 77.66	Q 77.66	-

Fuente: Trabajo de campo – febrero 2007

Costo total por método de vogel: Q. 1, 838.95

Después de realizado los diferentes análisis para cada método, se encontró que el método con el menor costo total es el método de vogel, el cual brinda un costo mínimo de Q.1, 838.95. A su vez, este brinda las rutas óptimas con la que se pretende minimizar el tiempo de entrega ya que permitirá tener mejor distribuido el producto en las tres bodegas de almacenaje con que cuenta la empresa en el territorio nacional.

**Tabla XXX Diferencia entre el método anterior y el método vogel**

Destinos	Costo con el método anterior	Costo con el nuevo método	Diferencia entre métodos
Antigua Guatemala	Q58.67	Q37.89	Q20.78
Ciudad Pedro de Alvarado	Q242.00	Q156.28	Q85.72
Ciudad Tecún Umán	Q363.73	Q234.89	Q128.84
Coban	Q143.73	Q92.82	Q50.91
Escuintla	Q83.60	Q53.99	Q29.61
Esquipulas	Q111.47	Q71.98	Q39.48
Flores	Q558.80	Q360.86	Q197.94
Ciudad de Guatemala	Q29.33	Q18.94	Q10.39
Panajachel	Q170.13	Q109.87	Q60.27
Puerto Barrios	Q266.93	Q172.38	Q94.56
Retalhuleu	Q22.00	Q14.21	Q7.79
San José Puerto	Q158.40	Q102.29	Q56.11
Zacapa	Q14.67	Q9.47	Q5.20
<b>TOTAL</b>	<b>Q2,223.47</b>	<b>Q1,435.85</b>	<b>Q787.61</b>

Fuente: Trabajo de campo – febrero 2007

Se pudo observar que con el nuevo método de vogel el costo disminuyó en un 34%.



### **3.2.1.2 Ruta crítica**

El PERT/CPM fue diseñado para proporcionar diversos elementos útiles de información para los administradores del proyecto. Primero, el PERT/CPM expone la "ruta crítica" de un proyecto. Estas son las actividades que limitan la duración del proyecto. En otras palabras, para lograr que el proyecto se realice pronto, las actividades de la ruta crítica deben realizarse pronto. Por otra parte, si una actividad de la ruta crítica se retarda, el proyecto como un todo se retarda en la misma cantidad. Las actividades que no están en la ruta crítica tienen una cierta cantidad de holgura; esto es, pueden empezarse más tarde, y permitir que el proyecto como un todo se mantenga en programa. El PERT/CPM identifica estas actividades y la cantidad de tiempo disponible para retardos.

El PERT/CPM también considera los recursos necesarios para completar las actividades. En muchos proyectos, las limitaciones en mano de obra y equipos hacen que la programación sea difícil. El PERT/CPM identifica los instantes del proyecto en que estas restricciones causarán problemas y de acuerdo a la flexibilidad permitida por los tiempos de holgura de las actividades no críticas, permite que el gerente manipule ciertas actividades para aliviar estos problemas.

Finalmente, el PERT/CPM proporciona una herramienta para controlar y monitorear el progreso del proyecto. Cada actividad tiene su propio papel en éste y su importancia en la terminación del proyecto se manifiesta inmediatamente para el director del mismo. Las actividades de la ruta crítica, permiten por consiguiente, recibir la mayor parte de la atención, debido a que la terminación del proyecto, depende fuertemente de ellas. Las actividades no críticas se manipularan y remplazaran en respuesta a la disponibilidad de recursos.

La elaboración de un proyecto en base a redes CPM y PERT son similares, podemos destacar los siguientes puntos:

- Identificar todas las actividades que involucra el proyecto, lo que significa, determinar relaciones de procedencia, tiempos técnicos para cada una de las actividades.
- Se construye una red en base a nodos y actividades (o arcos, según el método más usado), que implican el proyecto.
- Se analizan los cálculos específicos identificando las rutas críticas y las holguras de los proyectos.

### **3.2.1.3 Tiempo de entrega**

Para poder definir el tiempo de entrega de los pedidos verificaremos el estatus en el cual el pedido ingresará:

- Rojo: si en dado caso el departamento financiero detiene el pedido por el historial del cliente.
- Amarillo: si el pedido está por pendiente de producto y será el departamento de compras o de producción quien definirá el momento en el que el pedido se liberará.
- Verde: si el pedido esta listo para entregarse.

Cuando los pedidos estén en verde el Departamento de Distribución será el encargado de poner los pedidos en su ruta respectiva, para que estos sean entregados en un período no mayor a 48 horas, a partir de que el encargado de ruteo verifica que los pedidos estén debidamente ingresado.

Para que el cumplimiento efectivo de entrega funcione, el departamento encarado de ingresar los pedidos al sistema informático, debe cumplir con los siguientes requisitos:

- Nombre del Cliente o del lugar a donde se dirige el pedido.
- Dirección completa (calles y/o avenidas, número de la residencia, zona, municipio y colonia o barrio).
- Número de teléfono.
- Persona a la que va dirigido el pedido.
- Observaciones: en esta debe llevar un dato relevante el cual sea de utilidad para el departamento de distribución, como por ejemplo (el horario de atención en el lugar de destino, si hay que dejarlo en un área específica, si habrá que identificarlo de alguna manera, etc.

### **3.2.2 Carga y descarga del producto**

El objetivo primordial de la carga y descarga del producto es hacer un conteo exacto del producto, con el fin de no tener pérdidas en el momento de recepción de mercadería y entregar el producto correcto y con la cantidad exacta al cliente.


Para la carga y descarga del producto se debe chequear en la copia respectiva de la factura la mercadería correspondiente a maniobrar, luego de esto la persona encargada de carga o descarga, deberá poner un sello de “carga o descarga” al reverso de la factura en la cual tendrá que marcar con una X la operación que está realizando, poner su nombre, firma, la fecha y hora del momento de la actividad.

**Figura 21 Boleta de carga y descarga**

<b>CARGA O DESCARGA</b>			
Carga:	<input type="checkbox"/>	Descarga:	<input type="checkbox"/>
Nombre:	_____		
Firma:	_____		
Fecha:	_____		
Hora:	_____		

Fuente: Trabajo de campo – febrero 2007

### Figura 22 Factura de compra de producto

Factura No. 000153		
<b>Distribuidora Exitosa S.A.</b>		
5° Avenida 3-55 Z.11 Colonia Mariscal, Telefax: 2473-1889		
NIT: 1239226-0		
Guatemala, 11 de Enero de 2,007		
Nombre: Ana Patricia Santos García		Nit: 227755-0
Dirección: 8° calle 20-44 z. 4 de mixco Colonia Bosques de San Nicolás		
Cantidad	Descripción	Total
12	Litros de Lubricante SAE15w40	Q150.00
6	Galones de Super Diesel SAE 50	Q.265.00
	Total	Q.315.00
		
Firma de recibido conforme:		Fecha: 20-01-07
Fuente: Trabajo de campo – febrero 2007		

- **Recepción de la carga en caso de devolución de pedido**

Cuando se recoge la mercadería, el cliente tiene que firmar o sellar una copia de la factura de la empresa así como la fecha del día en que se realiza dicha recepción donde consta que está entregando completa la mercadería al piloto.

- **Descarga en agencia, control y etiquetaje de expediciones**

En cuanto la mercancía llega a nuestra agencia, esta se descarga en la zona correspondiente, se comprueba su estado y se procede a su documentación, utilizando el sello de “carga o descarga”, generándose los procedimientos necesarios de la devolución de mercadería.

Los métodos a utilizar para cargar y descargar el producto son:

- Para impedir que las vibraciones y golpes causen daños durante el transporte y la manipulación, las cargas deberán asegurarse con uno o más de estos materiales:
  - Tablas de madera para inmovilizar la carga;
  - Relleno de tablero de fibra o cartón ondulado alveolado;
  - Redes y lasos para sujetar la carga;
- Las tarimas de madera deben ser lo suficientemente resistentes como para que se puedan almacenar cargadas. Es necesario prever la manipulación con montacargas. La parte inferior de la tarima deberá estar diseñada de tal forma que no impida la circulación del aire.
- Las tarimas deben contar en la parte superior con un número de tablas suficiente para soportar las cajas de tablero de fibra. De lo contrario, las cajas pueden hundirse entre las tablas debido al peso de los otros contenedores situados encima, aplastar los productos y hacer que toda la carga se ladee o caiga de la tarima.

- Las cajas no deben sobresalir de los bordes de las tarimas. El hecho de que sobresalgan puede reducir hasta un tercio la resistencia de las cajas de tablero de fibra. Esta situación puede llevar también al hundimiento de toda la carga, haciendo que los productos se aplasten, y dificultar la carga, descarga y almacenamiento en plataformas. Por otra parte, las cajas que utilizan menos del 90 por ciento de la superficie de la tarima y no quedan alineadas con el borde de ésta pueden desplazarse durante el trayecto.
- Las cargas sobre tarimas de contenedores que no están sujetas con flejes o mallas deberán tener al menos las tres filas superiores de contenedores apiladas transversalmente para asegurar la estabilidad. Algunos operadores, además de apilar los contenedores transversalmente, aplican una envoltura de película, cinta o cola sobre las filas superiores.
- Algunos operadores utilizan separadores porque cuestan menos que las tarimas. Los separadores eliminan también el gasto de transportar y devolver las tarimas. Para cargar y descargar en las tarimas los separadores cargados, tanto en el centro de distribución como en el del destinatario, se necesitará un montacargas. Si el destinatario no tiene el equipo adecuado para la manipulación, los envases se descargan a mano y se colocan en tarimas para su almacenamiento.

### **3.2.2.1 Tiempo de operación**

Debido a que se tiene contemplado que los envíos de productos salgan de las bodegas hacia sus destinos antes de las 9:00 de la mañana, la carga del producto se debe realizar en un máximo de una hora, esto permitirá que el transporte pueda movilizarse con mayor libertad y sin atrasos (sin excluir percances inoportunos que se encuentren en el camino)

La descarga en los lugares de destino debe de ser lo más ágil posible, esto permitirá que pueda repartírseles a los clientes en el tiempo establecido y que los costos no aumenten debido a pago de horas extras, gasolina extra, entre otros.

### **3.2.3 Herramientas a utilizar**

El objetivo de la seguridad industrial es prevenir los accidentes laborales, los cuales se producen como consecuencia de las actividades operacionales, por lo tanto, se identificará equipo indispensable para el personal de distribución.

#### **Guantes**

El objetivo de estos equipos es impedir el contacto y penetración de sustancias tóxicas, corrosivas o irritantes a través de la piel, especialmente a través de las manos que es la parte del cuerpo que más probablemente puede entrar en contacto con los productos químicos. Sin embargo, no debe despreciarse el riesgo de impregnación de la ropa, que se puede prevenir empleando delantales, mandiles y, en general, ropa de trabajo o protección adecuada a las características de peligrosidad del agente químico manipulado.



En caso de contacto con el producto debe procederse al lavado inmediato de la protección y si se ha impregnado la ropa de trabajo, quitársela inmediatamente y proceder así mismo a su lavado.

Ante la posibilidad de contacto dérmico, la utilización de los guantes, es en muchas ocasiones el sistema de prevención más utilizado. Su uso, a diferencia de las protecciones respiratorias e igual que ocurre con las gafas, no supone fatiga ni especial incomodidad, aunque esto último depende de las operaciones manuales que se realicen. Esta situación, junto al hecho de que a menudo sea la única solución razonable para la prevención del riesgo, hace que haya una mayor tendencia a su utilización sin límite de tiempo.

**Figura 23 Guantes**



Fuente: Wikipedia

Los guantes de seguridad se fabrican en diferentes materiales (PVC, PVA, nitrilo, látex, neopreno, etc.) en función del riesgo que se pretende proteger. Para su uso en el laboratorio, además de la necesaria resistencia mecánica a la tracción y a la perforación, es fundamental la impermeabilidad frente a los distintos productos químicos. Téngase en cuenta que la utilización de guantes no impermeables frente a un producto, si hay inmersión o contacto directo importante, no solamente no protege sino que incrementa el riesgo.

Por estos motivos a la hora de elegir un guante de seguridad es necesario conocer su idoneidad, en función de los productos químicos utilizados, mediante el correspondiente certificado de homologación que debe ser facilitado por el proveedor.

## **Casco**

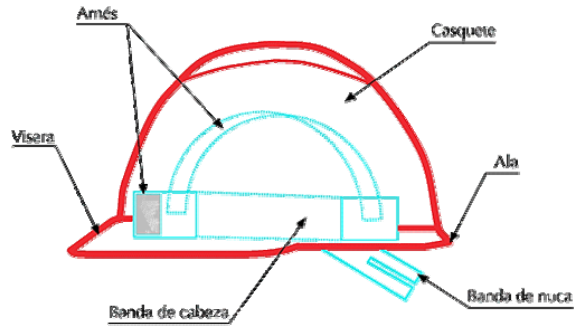
Según la norma UNE-EN 397: 1995, un casco de protección para la industria es una prenda para cubrir la cabeza del usuario, que está destinada esencialmente a proteger la parte superior de la cabeza contra heridas producidas por objetos que caigan sobre el mismo.

Para conseguir esta capacidad de protección y reducir las consecuencias destructivas de los golpes en la cabeza, el casco debe estar dotado de una serie de elementos que posteriormente se describirán, cuyo funcionamiento conjunto sea capaz de cumplir las siguientes condiciones:

- Limitar la presión aplicada al cráneo, distribuyendo la fuerza de impacto sobre la mayor superficie posible.
- Desviar los objetos que caigan, por medio de una forma adecuadamente lisa y redondeada.
- Disipar y dispersar la energía del impacto, de modo que no se transmita en su totalidad a la cabeza y el cuello.

Los cascos utilizados para trabajos especiales deben cumplir otros requisitos adicionales, como la protección frente a salpicaduras de metal fundido (industrias del hierro y del acero), protección frente a contactos eléctricos, etc.

**Figura 24 Casco**



Fuente: Notas curso seguridad e higiene industrial

## **Botas**

- Botín de cuero con puntera de acero, con cintas de amarre, tobillera acolchada con cuero de badana natural, suela de goma (caucho) antideslizante, ideal para altas y bajas temperaturas, muy resistente a la abrasión y a los hidrocarburos. Plantillas termoformadas, anatómicas, antimicóticas, para un mayor confort.

**Figura 25 Botas**



Fuente: Notas curso seguridad e higiene industrial

## **Vestuario**

Overol tipo piloto fabricado en tela POPLIN (65% poliéster, 35% Algodón), con aplicaciones de cinta reflectiva de 1" en pecho, espalda, piernas y brazos.

**Figura 26 Overol con cinta reflectiva**



Fuente: Notas curso seguridad e higiene industrial

## **Herramientas para cambio de llantas**

- Una llanta de Repuesto
- Una llave de cruz
- Un gato
- Un triángulo de reflector de Emergencia
- Una lámpara

Para el cambio de llanta se necesita:

### **Paso 1- Encuentre un área segura**

Si se le poncha una llanta en la carretera, no intente cambiarla, especialmente si está muy cerca de la orilla del camino. No es muy seguro cambiar una llanta sobre el acotamiento, ya que es como si estuviera en el carril de baja velocidad. Llame al servicio de emergencia.

Si está en un camino más tranquilo, es también importante estar fuera del paso del tráfico. Si es posible, hay que empujar el automóvil hacia una parte recta de la carretera, en lugar de estar en una curva. El tráfico es posible evitarlo mejor cuando se puede ver que se aproxima. También debe asegurarse de elegir un sitio que esté bien nivelado, que no esté inclinado y que sea tierra firme, para que sea seguro cuando el gato levante el carro.

Tan pronto como encuentre un buen sitio, ponga el freno de mano y encienda las señales de peligro. Si es de noche, querrá poner un triángulo reflector de emergencia para prevenir a otros conductores. Usted debería tomar las llaves de la ignición y apagar el automóvil, pero asegúrese de no perderlas mientras cambias la llanta.

## **Paso 2- Prepare sus herramientas**

Si usted tiene un cartón o un plástico, colóquelo en el suelo cerca de la llanta que va a cambiar para tener un área limpia y seca donde trabajar. Si tiene un par de guantes, póngaselos para mantener sus manos limpias y protegerlas. Lo siguiente que necesitará es la llanta de repuesto, a menudo localizada en el fondo de la cajuela del carro.

## **Paso 3- Afloje los birlos de la llanta**

Afloje los birlos de la llanta cuando el auto se encuentra en el suelo. Es más fácil que después de levantarlo. Si la llanta tiene tapón, habría que removerlo para quitar los birlos. Puede usar el gato o la llave de cruz para quitarlo. Si los birlos tienen algún candado de seguridad, consulte su manual de usuario para para quitarlos.

Una vez que quedan expuestos los birlos, coloque la llave en ellos y de vuelta en contra de las manecillas del reloj para aflojarlos. Déle una o dos vueltas, pero asegúrese de no quitarlos por completo. Haga lo mismo con todos. Si alguno está muy apretado, ayúdese apoyando los extremos de la llave de cruz uno con el pie y otro con el brazo. Asegúrese de que la llave de cruz este bien fija al birlo, antes de intentar este método. Por último si tiene un aceite afloja todo, puede aplicarlo en la cuerda de los birlos, aguarde un instante y se podrán mover más fácilmente.

#### **Paso 4- Levante su auto**

Coloque el gato debajo del auto e inserte la ranura en el chasis o en el soporte indicado para este efecto. Una vez que el gato está lo suficientemente elevado para tocar el chasis de su auto, colóquelo debajo del punto designado para el mismo (detrás de la llanta delantera o enfrente de la llanta trasera, como se especifica en el manual del usuario). Ahora usted ya puede levantar su auto, girando la manija del gato en el sentido de las manecillas del reloj, hasta que la llanta esté 5 ó 6 centímetros por encima del suelo, dejando justo el espacio suficiente para sacar la llanta en mal estado y meter la de refacción. Asegúrese de no poner las manos o pies debajo del vehículo una vez que ha sido levantado.

#### **Paso 5- Quitar la llanta**

Coloque las tuercas en un lugar seguro, donde no pueda perderlo. Para quitar la rueda, sostenga con firmeza cada rueda y jale derecho hacia fuera. Coloque la llanta ponchada y deslízala por debajo de la carrocería o la suspensión del automóvil, en la esquina donde el gato está siendo usado, por si el gato se desliza todavía será soportado.

## **Paso 6- Reemplace la llanta**

Tome la llanta de refacción y colóquela en el tambor, procurando que los birlos coincidan en los orificios del rin. Coloque cada uno de ellos apretándolos manualmente solo para que sostengan la llanta. Si su auto utiliza tornillos en lugar de tuercas, se deberán alinear los agujeros del tambor con el rin. Los podrá apretar una vez que el auto se encuentre abajo. Apriete primero el de arriba, así será mas fácil apretar los demás.

## **Paso 7- Baje su auto**

Ahora, girando el gato en la dirección opuesta, baje el auto al suelo. Cuando el peso ya no este en el gato, remuévalo de abajo del auto, y siga girando la perilla hasta que este completamente cerrado y póngalo a un lado. Usted necesita apretar totalmente los birlos, usando su llave de cruz, en la dirección contraria a la que utilizó para aflojarlos. Apriete los birlos en diagonal. Repita la operación con todos los birlos. Vuelva a poner el tapón del rin (si lo tiene), poniendo uno de los lados en su lugar y metiendo las otras partes con golpes con la mano o con el puño.

## **Paso 8- Regrese al camino**

Después de finalizar el cambio de llanta, guarde su llave de cruz. La llanta pinchada, el gato y todo lo demás en la cajuela y regrese al camino. Si su llanta de refacción es de las temporales, no maneje a altas velocidades (arriba de 60 kilómetros) y asegúrese de reemplazarla lo más rápido posible.





## **4 IMPLANTACIÓN DEL MODELO A UTILIZAR**

Su objetivo es dimensionar la flota de reparto y obtener una adecuada utilización de la misma, mediante integración en tamaño y en modalidad de dependencia. El centro de distribución está destinado a dimensionar el espacio necesario para almacenar producto, envases vacíos, preparación de pedidos, carga, descarga de vacíos y devoluciones, la demanda de mano de obra a lo largo del año y su distribución horaria a lo largo del día de trabajo.

### **4.1 Programa de implementación**

Las técnicas de programación tratan de ordenar las actividades de forma que se puedan identificar las relaciones temporales lógicas entre ellas, determinando el calendario o los instantes de tiempo en que debe realizarse cada una. Consiste por lo tanto en fijar, de modo aproximado, los instantes de inicio y terminación de cada actividad. La programación a mediano plazo es el proceso mediante el cual se prepara y se interrelacionan planes específicos funcionales para mostrar los detalles de cómo se debe llevar a cabo la estrategia para lograr objetivos, misiones y propósitos de la compañía a largo plazo. Este elemento consiste en una revisión de las actividades, incluyendo responsabilidades, fechas y los recursos a emplear. Utilizando esta información como una base y al mismo tiempo adaptar al personal, para desarrollar un plan detallado de implementación.

Tabla XXXI Calendario del programa de implementación

Descripción de la tarea	1er. Mes	2do. Mes	3er. Mes	4to. Mes	5to. Mes	6to. Mes	7mo. Mes	8vo. Mes	9no. Mes
Inicio del Proyecto									
Requerimiento de transporte									
Recurso humano									
Manual de procedimientos									
Capacitaciones									
Implementación									
Seguimiento y Mejora Continua									

Fuente: Trabajo de campo – febrero 2007

#### **4.1.1 Actividades**

Las actividades se desarrollarán de acuerdo el proyecto se irá estableciendo, se le dará inicio, haciendo un estudio de campo en el cual se recuperará toda la información necesaria para hacer un análisis comparativo de datos utilizándolos para escoger los resultados que mejor se adapten a las necesidades de la empresa. De acuerdo al mejor método se buscará el transporte que mayor se adapte y se distribuirán las actividades y tareas al personal, orientándolos con capacitaciones. Por último, se implementará el mejor método, dándole seguimiento y mejora continua.

#### **4.1.2 Fechas**

- Primer mes  
Se iniciará el proyecto.
- Segundo mes  
Se estudiará el requerimiento de transporte.
- Tercer mes  
Se le asignarán las actividades al personal.
- Cuarto mes  
Se darán los manuales de procedimientos al personal.
- Quinto mes  
Se capacitará al personal designado para el desarrollo de actividades.
- Sexto y séptimo mes  
Se implementará el mejor método.
- Octavo y noveno mes  
Se dará seguimiento y mejora continua.

### **4.1.3 Recursos**

#### **Humano**

Las personas deben poseer conocimientos y destrezas, que deben poner en juego dentro de la empresa, bien de forma individual o bien desde el trabajo en equipo. Las empresas, como cualquier otra organización, son lo que las personas que están dentro de ellas quieran que sea. De cómo sean las personas podemos sacar una idea de cómo es la empresa: cuáles son sus valores, cómo es su forma de organizarse, de trabajar, en general lo que es la cultura de la empresa.

#### **Materiales**

El equipo que se utiliza para el transporte debe ser el adecuado, debe contar con las características técnicas necesarias para que el personal encargado de utilizarlo pueda manejarlo fácilmente, y si por algún motivo tiene que llegar nuevos empleados puedan adaptarse lo más pronto posible. Además este tiene que ser seguro para no provocar ningún tipo de lesión, con un costo accesible y que se adapte a las actividades que se desarrollan en el departamento de operaciones. Algo muy importante para que se cumpla esto es que el equipo se encuentre en perfectas condiciones y no muy antiguo.

## 4.2 Capacitación y reuniones

Los pasos para la capacitación y desarrollo son:

- **Evaluación de las necesidades:**

El costo de la capacitación y desarrollo es sumamente alto, cuando se considera en términos globales. Para obtener un rendimiento máximo de esta inversión, los esfuerzos deben concentrarse en el personal y los campos de máximo atractivo.

La evaluación de necesidades permite establecer un diagnóstico de los problemas actuales y de los desafíos ambientales que es necesario enfrentar mediante el desarrollo a largo plazo.

Para determinar los cursos que han de impartirse y definir su contenido se utilizan enfoques de evaluación más precisos:

**Identificación de tareas:** consiste en evaluar la descripción de un puesto determinado, para identificar sus principales tareas. A continuación, se desarrollan planes específicos.

**Encuestas entre los candidatos a capacitación:** para identificar las áreas en las que desean capacitarse. La ventaja es que las personas que reciben el programa tienen mayor tendencia a considerarlo relevante.

**Técnica de participación total del capacitador y del capacitado:** consiste en un método para obtener ideas de un grupo sobre un tema determinado.

- **Beneficios de la capacitación:**

- Conduce a rentabilidad más alta y a actitudes más positivas.
- Mejora el conocimiento del puesto a todos los niveles.
- Eleva la moral de la fuerza de trabajo.
- Ayuda al personal a identificarse con los objetivos de la organización.
- Crea mejor imagen.
- Mejora la relación jefes – subordinados.
- Es un auxiliar para la comprensión y adopción de políticas.
- Se agiliza la toma de decisiones y la solución de problemas.
- Promueve el desarrollo con vistas a la promoción.
- Contribuye a la formación de líderes y dirigentes.
- Incrementa la productividad y calidad del trabajo.
- Ayuda a mantener bajos los costos.
- Elimina los costos de recurrir a consultores externos.

- **Beneficios para el individuo que repercuten favorablemente en la organización:**

- Ayuda al individuo en la solución de problemas y en la toma de decisiones.
- Aumenta la confianza, la posición asertiva y el desarrollo.
- Forja líderes y mejora las aptitudes comunicativas.
- Sube el nivel de satisfacción con el puesto.
- Permite el logro de metas individuales.
- Elimina los temores a la incompetencia o a la ignorancia individual.

### **Beneficios en relaciones humanas, relaciones internas y externas, y adopción de políticas:**

- Mejora la comunicación entre grupos y entre individuos.
- Ayuda en la orientación de nuevos empleados.
- Proporciona información sobre disposiciones oficiales.
- Hace viables las políticas de la organización.
- Alienta la cohesión de grupos.
- Proporciona una buena atmósfera para el aprendizaje.
- Convierte a la empresa en un entorno de mejor calidad para trabajar.

Por otro lado las reuniones serán periódicas para ver si el personal cumple o no con los objetivos de las capacitaciones y de los nuevos procedimientos a implementar.

### **4.3 Pruebas del modelo a implementar**

A fin de verificar el éxito de un modelo a implementar, las personas encargadas de personal deben insistir en la evaluación sistemática de su actividad.

En primer lugar, es necesario establecer las normas de evaluación, antes de que se inicie el proceso de capacitación. Se administra a los participantes un examen anterior a la capacitación, para determinar el nivel de sus conocimientos. Un examen posterior a la capacitación y la comparación entre ambos resultados permite verificar los alcances del programa. El programa de capacitación habrá logrado sus objetivos totalmente si se cumplen todas las normas de evaluación y si existe la transferencia al puesto de trabajo.

Los criterios que se emplean para evaluar la efectividad de la capacitación se basan en los resultados del proceso. Los capacitadores se interesan especialmente en los resultados que se refieren a:

- Las reacciones de los capacitados al contenido del programa y al proceso general.
- Los conocimientos que se hayan adquirido mediante el proceso de capacitación.
- Los cambios en el comportamiento que se deriven del curso de capacitación.
- Los resultados o mejoras mensurables para cada miembro de la organización, como menor tasa de rotación, de accidentes o ausentismo.
- Existe una gran diferencia entre los conocimientos impartidos en un curso y el grado de transferencia efectiva. El éxito de un programa de capacitación y desarrollo se mide por los niveles efectivos que induzca en el desempeño.

Pasos para las pruebas del modelo a implementar:

- Normas de evaluación.
- Examen anterior al curso o programa.
- Empleados capacitados.
- Examen posterior al curso
- Transferencia al puesto.
- Seguimiento.



#### **4.4 Círculos de calidad**

Los puntos a enfatizar en los círculos de calidad serán los siguientes:

- Calidad en entrega de pedidos. Se puede considerar como el gran objetivo de los círculos; los mercados son cada vez más competitivos y los clientes tienen un mayor nivel de educación y exigencia lo que provoca que la calidad sea una preocupación central para la mayor parte de las empresas.
- Productividad en la realización de las actividades. Los círculos pueden colaborar a incrementar la productividad en un sentido más amplio, exclusivamente en el área de transporte. Viene a ser la resultante de una correcta aplicación del conjunto de los recursos de la empresa, un índice fiable de que todos los recursos están bien dirigidos y administrados.
- Mejora en el costo de transporte. El conocimiento de los costos del área de transporte evita el despilfarro y la mala administración de los recursos. Los círculos de calidad pueden colaborar decisivamente a la hora de reducir los costos como por ejemplo, costo de mantenimiento de equipo, costo de combustible, costo de mano de obra, etc.
- Motivación al personal del área de transporte. Gracias a los círculos de calidad se puede conseguir motivar de una forma constante a los trabajadores, ofreciéndoles oportunidades de participar en los objetivos de la empresa, y de sentirse valorados por el trabajo bien hecho.

- Integración. Los círculos de calidad facilitan la ruptura de la información cruzada y hacen que sus integrantes conozcan el trabajo de los demás y comprendan mejor sus necesidades y problemas.
- Reorganización. Cuando la reorganización puede ser lenta en el tiempo, y no son necesarias decisiones drásticas y urgentes, es una buena alternativa encomendar a los círculos el estudio de esta reorganización.

## 5 SEGUIMIENTO, MEJORA CONTINUA

Un plan de mejora continua requiere que se desarrolle en la empresa un sistema que permita:

- Contar con empleados hábiles, entrenados para hacer el trabajo bien, para controlar los defectos, errores y realizar diferentes tareas u operaciones.
- Contar con empleados motivados que pongan empeño en su trabajo, que busquen realizar las operaciones de manera optima y sugieran mejoras.
- Contar con empleados con disposición al cambio, que puedan ser capaces y estén dispuestos a adaptarse a nuevas situaciones en la organización.

La aplicación del seguimiento y la mejora continua exige determinadas inversiones. Es posible y deseable justificar dichas inversiones en términos económicos a través de los ahorros e incrementos de productividad.

El verdadero progreso en la empresa sólo se logrará cuando la más alta jerarquía decide liderar el cambio. En este sentido existen diferentes procedimientos encaminados a centrar la atención en las exigencias que se imponen al proceso o función y lograr convertir los requerimientos en especificaciones técnicas.

## 5.1 Inspecciones

Inspecciones son exámenes sistemáticos y planificados de los sistemas implantados en la empresa, tanto de naturaleza técnica como de organización y gestión, de tal manera que se pueda demostrar que unas instalaciones son seguras, la información se encuentra resguardada correctamente y se han tomado las medidas posibles para prevenir o limitar las consecuencias de accidentes graves.

Se debe desarrollar en la inspección que abarque la movilización del producto y los métodos para el mismo:

- Se está cumpliendo con la ruta establecida.
- Se lleva la cantidad correcta de producto en cada repartición del mismo.

Luego de haberse realizado el programa de inspección, se debe realizar un informe posterior a la inspección, esto deberá contener el alcance de cada inspección y de las instalaciones afectadas, evaluación de los sistemas inspeccionados, evaluación del transporte utilizado, evaluación de la programación de entrega del producto.

**Tabla XXXII Inspección de rutas**

INSPECCIÓN DE RUTAS																									
TRANSPORTE		Primera Semana					Segunda Semana					Tercera Semana					Cuarta Semana								
		L	M	M	J	V	S	L	M	M	J	V	S	L	M	M	J	V	S	L	M	M	J	V	S
Limpieza de vehículos																									
Entrega de pedidos																									
Colaboración																									
Cumplimiento entrega de documentos																									
Presentación																									
<b>PONDERACION</b>																									
EXCELENTE	5	81 A 100%																							
BUENO	4	61 A 80%																							
REGULAR	3	41 A 60%																							
DEFICIENTE	2	21 A 40%																							
MUY MALO	1	01 A 20%																							
<b>PUNTUACION POR AREA</b>		<b>Puntos</b>		<b>%</b>																					
<b>Puntuación final transporte</b>		0		0%																					
Responsable de Inspección: _____																									

Fuente: Trabajo de campo – febrero 2007

Se debe dar seguimiento a la inspección realizada, el informe de la inspección identificará aquellos casos en los que será necesario desarrollar un plan de acción con el personal de transporte, carga y descarga para demostrar posteriormente que se han tomado las medidas necesarias para corregir situaciones anómalas.

### 5.1.1 Verificación de los procedimientos

La verificación de los procedimientos se realizará a través de registros, los cuales nos darán la información necesaria para saber si en realidad existe cumplimiento o no de los procedimientos.

## **Procedimientos operacionales**

Para una operación segura, eficiente y limpia, los procedimientos operacionales y/o de procesos de mejoramiento continuo de carga y transporte deben ser conocidos y aceptados por todas las personas relacionadas directa o indirectamente con la operación de distribución.

**Antes de cargar:** los camiones que esperan el turno para ser cargados deben estar dispuestos de acuerdo con instrucciones del Jefe de operaciones. El operador encargado avisará al camión el lugar y disposición para estacionar. Previo a la carga, el camión debe estar en posición neutra y con el freno de estacionamiento activado.

**Durante la carga:** el operador encargado debe descargar el material de manera de no dañar el vehículo. Por lo tanto, es importante no tirar la carga ni dejarla caer en forma brusca.

Es necesario, también, que el operador encargado no cargue mercadería de tamaño mayor que puedan impedir una correcta carga y, además, dañar los camiones al llegar a la planta. En caso de existir mercadería pesada, es recomendable cargar primero la mercadería de menor peso.

Una vez finalizada la carga, el operador encargado debe avisar al operador del camión para que salga del área. Este aviso se realiza mediante comunicación radial, bocinas u otros medios previamente establecidos.

**Salida del área de carga:** cuando la carga está completa, el camión debe desactivar los frenos de carga y poner marcha hacia delante, saliendo de la zona de carga con precaución, siguiendo las rutas definidas y en la dirección previamente establecida de acuerdo con la carga que lleva.

**Durante el transporte:** es importante que todo el transporte sea realizado cuidando no botar carga en el camino, sobre todo en rutas con pendiente. En caso de haber elementos extraños en la ruta, por ejemplo, rocas, se debe avisar de inmediato para la limpieza de la vía. De igual forma se procede en el caso de encontrar grietas en el camino.

**Descarga de materiales:** esta etapa corresponde al vaciado de los camiones en diferentes puntos, los que pueden corresponder a stock. El operador debe tener la seguridad de que no existe ningún elemento que le impida realizar su labor. Estos obstáculos pueden ser equipos y/o personas que se encuentren desarrollando labores de mantenimiento. Hay casos en que se utilizan semáforos para regular la descarga del camión, los que deben ser siempre respetados.

Si existen camiones en espera, éstos deben estacionarse preferentemente en una sola línea, dejando una distancia equivalente a un camión entre los vehículos, de forma que todo camión en espera pueda maniobrar de manera segura. Al retroceder, el piloto debe estar siempre atento a ambos espejos y colocarse hasta llegar en forma perpendicular al área de seguridad. En el caso de haber más de un camión descargando, debe existir una distancia entre vehículos considerable por cualquier emergencia.

Si se carga o descarga de noche, debe haber luminarias en la zona, de manera que los camiones puedan trabajar en forma segura.

### **5.1.2 Formularios**

Se desarrollan y mantienen para registrar los datos que demuestran el cumplimiento de los requisitos de los estándares establecidos. Los formularios deben de realizarse de forma específica, por tareas, esto permitirá que la información que se desea obtener sea más exacta, a la vez permitirá reducir la cantidad de errores y facilitará la mejora continua.

En el "Registro de Pedidos" se ingresa toda la información de las condiciones de pago pactadas con el cliente, moneda, el vendedor que realizó la venta, así como la zona de despacho y listas de precios vigentes. Contiene además la información de los descuentos asociados a cada artículo, cantidades y precios, descuentos por el total del pedido, gastos asociados.

Para aquellos pedidos que están retenidos en consulta o pendientes de aprobación por algún motivo (excedió la línea de crédito, cliente moroso o con cheques devueltos y/o con documentos protestados) existe un proceso denominado "Calificación de Pedidos" que hará que los pedidos sean aprobados y pasen al proceso de facturación y despacho.

También es posible realizar la "Asignación de stocks" que permite comprometer parte del stock del almacén para un pedido en especial, stock que ya no estará disponible para otros pedidos. De igual manera esta funcionalidad está disponible para aquellos pedidos con atenciones parciales.

Cuenta además con una serie de reportes y consultas para lograr el seguimiento de los pedidos de acuerdo a su tipo y estado (por calificar, en back order, facturado, despachado, etc.), facilitando el seguimiento de la atención al cliente.



**Tabla XXXIII Formato de ruta diaria**

FORMATO DE RUTA DIARIA				
RUTA NO. _____		VEHÍCULO _____		
PILOTO: _____		FECHA: _____		
HORA DE SALIDA: _____		HORA DE ENTRADA: _____		
No. de pedido	Código de Cliente	No. Vendedor	Destino	Valor
Observaciones: _____				

Fuente: Trabajo de campo – febrero 2007

## 5.2 Retroalimentación de la información

Mantener informados a los empleados de los cambios e innovaciones es un aspecto importante que toda empresa debe tomar en cuenta, esto permitirá tener empleados capacitados que desarrollarán las tareas asignadas en una emergencia de la mejor forma y con la mayor efectividad posible. Dentro de los programas que se pueden implementar se aconsejan dos:

- Programa de mejora continua.
- Programa de auditorías.

### 5.2.1 Índices de resultados

Es la distinción o segregación de las partes que integran un todo, hasta llegar a conocer sus principios o elementos. Consiste en el estudio de las relaciones entre los diversos elementos que integran los departamentos de una empresa.

Los índices de resultados son todos aquellos datos obtenidos cada cierto período de tiempo para ver a través de ellos la productividad y rentabilidad. Para obtener los índices de resultados necesitamos obtener los siguientes datos:

- Entregas totales del período de tiempo
- Las devoluciones que se dieron dentro del tiempo evaluado.
- Costos de Operación:
  - *Costos Fijos:*
    - Salarios
    - Alquiler
    - Seguros
    - Luz
    - Teléfono
    - Impuestos de circulación
  - *Costos Variables*
    - Combustible
    - Llantas
    - Lubricantes y filtros
    - Pinchazos
    - Viáticos y peajes
    - Hospedaje

- Flete por abastecimiento
- Otros gastos
- *Costos extras*
  - Gastos extras

Los índices de resultados a tomar durante cada período de tiempo son:

- **Índice de entregas efectivas**

Será el costo de operación entre las entregas brutas durante el período de tiempo establecido.

- **Total de galones consumidos del camión 1**

Se toma el total de combustible utilizado, entre el costo promedio de combustible.

- **Kilómetros por galón del camión 1**

Será el total de kilómetros recorridos entre el total de galones consumidos.

- **Costo por pedido de entrega del camión 1**

Será el costo de operación entre el número de pedidos entregados en el tiempo establecido.

- **Costo por pedido de entrega del camión 1**

Será el costo de operación entre los kilómetros recorridos durante el período.

Tabla XXXIV Índice mensual de transporte

<b>INDICES MENSUALES DE TRANSPORTE</b>		
<b>BODEGA:</b>		
<b>FECHA:</b>		
<b>ENTREGAS:</b>		
ENTREGAS BRUTAS		Q1,012,240.89
DEVOLUCIONES (-)		Q31,210.17
<b>ENTREGAS EFECTIVAS (ENTREGAS - DEV.)</b>		<b>Q981,030.72</b>
<b>COSTO DE OPERACION</b>	<b>VEHICULO 1</b>	<b>TOTAL</b>
<b>FIJOS</b>		
SUELDOS	Q3,528.98	
ALQUILER	Q0.00	
SEGUROS	Q1,671.58	
LUZ	Q0.00	
TELEFONO	Q100.00	
IMPUESTOS DE CIRCULACION	Q23.33	Q5,323.89
<b>VARIABLES</b>		
COMBUSTIBLE	Q1,485.00	
LLANTAS	Q200.00	
LUBRICANTES Y FILTROS	Q45.70	
PINCHAZOS	Q15.00	Q1,745.70
VIATICOS Y PEAJES	Q305.50	
HOSPEDAJE	Q0.00	
FLETE POR ABASTECIMIENTO	Q0.00	
OTROS GASTOS	Q25.00	
<b>EXTRAS DEL DEPARTAMENTO</b>		
GASTOS EXTRAS	Q100.00	Q430.50
<b>COSTO DE OPERACION</b>		<b>Q7,500.09</b>

Fuente: Trabajo de campo – febrero 2007

**Tabla XXXV Índice mensual de transporte 2**

<b>INDICES</b>		
<b>INDICE DE ENTREGAS EFECTIVAS</b>		
COSTO DE OPERACIÓN	Q15,435.68	1.52%
<hr/>		
ENTREGAS BRUTAS	Q1,012,240.89	
<b>TOTAL DE GALONES CONSUMIDOS CAMION 1</b>		
COMBUSTIBLE	Q1,485.00	67.5
<hr/>		
COSTO PROMEDIO DE DIESEL	Q22.00	
<b>KILÓMETROS POR GALON CAMIÓN 1</b>		
KILOMETROS	2,932	24.62
<hr/>		
GALONES	67.5	
<b>COSTO POR PEDIDO ENTREGA DE CAMIÓN 1</b>		
COSTO OPERACIÓN CAMION	Q7,500.09	Q30.61
<hr/>		
No PEDIDOS ENTREGADOS CAMION 1	245	
<b>COSTO POR PEDIDO ENTREGA DE CAMIÓN 1</b>		
COSTO OPERACIÓN CAMION 1	Q7,500.09	Q2.56
<hr/>		
KILOMETROS RECORRIDOS	2,932	

Fuente: Trabajo de campo – febrero 2007

### 5.3 Actualización de la información

Periódicamente se estarán revisando los formularios, registros y/o procedimientos para su actualización, esto debido, a que la tecnología y las necesidades cambian constantemente. Por ejemplo:

## Figura 27 Mantenimiento de vehículos



Fuente: Trabajo de campo – Febrero 2007

Según una empresa de lubricantes hay que tomar en cuenta que por la edad del motor de un vehículo, su desempeño decrece y el aceite empieza a deteriorarse a una tasa más rápida. Con el tiempo extra, los sellos comienzan a deteriorarse, las juntas llegan a quebrarse y el consumo del aceite se incrementa - todo se dirige a una reducción en el desempeño del automóvil.

Tratando el alto kilometraje del vehículo con un poco de cariño y siguiendo de manera consistente las diez reglas sobre un mantenimiento para un vehículo con alto kilometraje ayudará a asegurar que el vehículo llegue al final.

- Haga cambios de aceite regularmente.

Asegúrese de hacer cambio de aceite cada tres meses o 5,000 kilómetros - lo que ocurra primero. No haga excepciones. Piense en el motor como el corazón de su auto y el aceite como la sangre del motor. Uno no puede funcionar sin el otro, así que esté al tanto de su programa de cambio de aceite.

- Encuentre un buen mecánico.

Si usted no hace su propio mantenimiento, encuentre mecánicos certificados. Un buen mecánico escuchará todas sus sugerencias y le explicará los procedimientos con claridad.

- Manténgase al tanto de sus llantas.

Mantenga revisada la presión de sus llantas al menos una vez al mes. Es la mejor manera de prevenir pinchaduras inesperadas. Un empleado de la estación de servicio puede rápida y fácilmente revisarlas. También asegúrese de cambiar sus llantas y revisar su alineación, como parte de una regular afinación (o con cada cambio de aceite).

- Ponga atención a las señales de advertencia.

Por supuesto, no cualquier ruido o sonido metálico que oiga pronostica desastre. Los autos, como las personas, tienen sus peculiaridades y usted está seguro que rápido aprenderá lo que es normal para usted. Sin embargo, un vehículo con alto kilometraje es mejor revisarle cualquier síntoma - sea un ruido, olor o algo que se sienta - lo que parezca anormal por mínimo que sea. Recuerde: un gramo de prevención vale un kilo de cura.

- Ponga atención a las señales exteriores.

Si su auto está goteando líquidos, puede significar un problema muy serio. Manténgase atento a las condiciones de su entrada o su espacio normal donde se estaciona, sobre posibles manchas que puedan advertirle sobre posibles derrames.

- Programa regular de afinación.

Aunque si su auto de alto kilometraje parezca estar bien, no está garantizado de que lo este. La afinación acostumbra asegurar que los principales componentes del auto están trabajando con suavidad y que estarán en forma. Su aceite debería ser cambiado, las llantas revisadas y rotadas si es necesario, las bandas revisadas y reemplazadas, las líneas de los frenos inspeccionados, las bujías y el filtro de aire revisado y reemplazado, y el inyector de combustible revisado. Una buena manera de estar al tanto de la afinación es hacer un análisis en conjunto del motor de su auto y los sistemas computarizados y de seguridad.

- Prepare su auto para las temporadas.

Si usted vive en un clima soleado todo el año, usted puede saltarse este paso. Para el resto de nosotros, demos una mirada a nuestra lista del Experto sobre Prácticas de Mantenimiento por Temporada para vehículos de alto kilometraje. Preparando a su auto con alto kilometraje para defenderse contra los elementos que disminuirán sus oportunidades de necesidad de reparación y que le ahorrará dinero a largo plazo.

- Revise sus fluidos regularmente.

Es peligroso para su vehículo con alto kilometraje que tenga una deshidratación, así que asegúrese de estar atento a sus fluidos vitales. Simplemente levante el cofre y revise en forma rápido su desempeño. Use la varilla del aceite para comprobar el nivel del aceite; una mirada rápida al refrigerante le hará saber si necesita más fluido.



- Guárdelo apropiadamente.

Guarde su vehículo en un lugar seco, templado, cuando no lo esté usando, para prevenir un desastroso uso y daño, tanto interior como exterior. Guardar el auto cuando sea posible para protegerlo.

- Esté al tanto de los aspectos de seguridad.

Nada es más importante que la capacidad de su auto para protegerlo tanto a usted como a sus pasajeros. Las bolsas de aire, los frenos anti-bloqueo, y cualquier otro aspecto de seguridad adicional que usted pueda agregar a su auto debería de ser cuidadosamente revisado por su mecánico, sobre bases regulares (Cuando su auto tiene una afinación), para asegurar que en caso de un accidente, ellos desarrollaran sus funciones vitales de salvaguarda.



## CONCLUSIONES

1. Se identificaron los elementos necesarios para un servicio óptimo de entrega y de satisfacción al cliente quien finalmente, recibirá su producto en las condiciones ofrecidas, por lo tanto el operario debe utilizar su equipo adecuado para el trabajo. El transporte debe cumplir con las necesidades y capacidades mínimas para transportar el producto; las tarimas deben contener de modo seguro el producto dentro del transporte, pues el uso adecuado de las rutas, permitirá para minimizar el tiempo perdido para que el producto llegue justo a tiempo.
2. Se determinaron los beneficios del rediseño del área de distribución del departamento de operaciones, dentro de los cuales se puede mencionar el consumo adecuado de lubricantes y combustible, minimización en el deterioro vehicular por el exceso de carga y desperfectos mecánicos, eliminación del flete falso y rutas incompletas, así como clientes insatisfechos o pérdida de los mismos.
3. Se minimizó el tiempo del proceso de distribución desde el momento de carga del producto, hasta su recepción, mediante la redistribución de rutas entre las tres bodegas encontrando el camino más efectivo.
4. Se diseñó un programa de mantenimiento preventivo de los vehículos, para evitar una depreciación alta en los activos de la empresa, esto se logrará mediante el uso de los diez pasos recomendados por una empresa de lubricantes, los cuales son: hacer cambios de aceite regularmente, encuentre un buen mecánico, mantener al tanto de las llantas, poner atención a las señales de advertencia, poner atención a las señales

exteriores, realizar un programa regular de afinación, preparar el auto para las temporadas climáticas, revisar los fluidos regularmente, guardar apropiadamente el vehículo y estar al tanto de los aspectos de seguridad.

5. Se establecieron las zonas de entrega óptimas que permitan hacer una distribución eficiente, esto se realizó mediante el análisis del método de transporte, el cual por medio del método de Vogel el costo disminuyó en un 34%, el cual permitirá repartir a todo el país de una forma eficiente.

## RECOMENDACIONES

1. Se sugiere utilizar las rutas ya establecidas, esto permitirá mantener los costos en el nivel establecido y que los vehículos no sufran una depreciación más alta de lo prevista.
2. Es aconsejable que tanto el equipo como el transporte sean sometidos a un mantenimiento preventivo periódico, ya que esto ayudará a que la vida útil de los mismos sea mayor, además permitirá que el transporte de la mercadería sea la correcta y llegue al destino final sin desperfectos.
3. Se recomienda utilizar los formularios y los métodos de inspección, esto ayudará a evaluar si se está realizando de forma correcta la distribución de mercadería y de ser contrario a esto poder evaluar y mejorar las deficiencias que se encuentren.



## BIBLIOGRAFÍA

1. HILLIER, F. S. y LIEBERMAN, G.J. (2002). Introducción a la Investigación de Operaciones. McGraw-Hill (7ª Ed.). México.
2. TAHA H.A. (1998). Investigación de Operaciones, una Introducción (6ª Ed.). Prentice Hall, México.
3. WINSTON, W. L. (1994). Investigación de Operaciones: Aplicaciones y Algoritmos. Grupo editorial Iberoamérica, S.A. de C.V. México.
4. HITCHCOCK, F. L.- The Distribution of a Product from Several Sources to Numerous Localities. Jour. Math. And Phys., 1941.
5. DANTZIG G. B.- Linear Programming and Extensions. Princeton University Press, New Jersey 1963.
6. RIOS INSUA S.- Investigación Operativa. Optimización. E. C. Estudios Ramón Areces, S. A. 1993.
7. SUAREZ SUAREZ, A.- La programación económica por el método del transporte. Estudios del Instituto de Desarrollo Económico, Madrid 1972.
8. LARRAÑETA, J.- Programación lineal y grafos. Servicio Publicaciones, Universidad de Sevilla, 1987.

9. HOUTAKKER, H. S.- On the numerical solution of the transportation problem. Jorsa, 1955.
10. KAUFMANN, A.- Métodos y modelos de Investigación de Operaciones. CECSA, México 1965.
11. WISTON W. L.- Operations Research. Applications and Algorithms. Editores: Duxbury Press, Belmont, California. Third Edition. 1994.
12. DANTZIG G. B.- Application of the Simplex Method to a Transportation Problem. Monografía n.º 13 de la Cowles Commission. John Wiley, New York 1951.
13. DORFMAN, R., SAMUELSON, P. A., y SOLOW, R. M.- Programación Lineal y Análisis Económico. Edit. Aguilar, Madrid 1964.
14. FORD L. R., FULKERSON D. R.- Flows in Networks. Princeton University Press, New Jersey 1962.
15. VIDALE, M. L.- A Graphical Solution of the Transportation Problem. Jorsa, 1958.
16. MADAN LAL MITTAL.- A note on resolution of degeneracy in transportation problem. Op. Res. Qu., 1967.



## REFERENCIAS ELECTRÓNICAS

17. [www.elprisma.com/ingtransp.htm](http://www.elprisma.com/ingtransp.htm). Febrero 2007.

18. [www.inguat.com](http://www.inguat.com). Marzo 2007.

19. [www.mem.gob.gt](http://www.mem.gob.gt). Abril 2007.

20. [www.castrol.com](http://www.castrol.com). Abril 2007.