

**Plan de mejoramiento para los procesos de alistamiento y distribución de los pedidos de la
empresa Carnes & Carnes.**

Slendy Paola Malavera Rodríguez

Yeily Katherine Parra Pimiento

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de Ingeniera Industrial

Director

Javier Eduardo Arias Osorio

Magister en Administración

Tutor:

Zamir Ivan Sarmiento

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ingeniería físico mecánicas

Escuela de Estudios Industriales y empresariales

Bucaramanga

2019

Dedicatoria

Dedico este trabajo primordialmente a Dios, por haberme permitido llegar hasta este momento tan importante en mi formación profesional, a mi madre y hermanos por ser el pilar más importante, demostrarme siempre su cariño y apoyo incondicional sin importar las adversidades, y a slendy mi compañera de proyecto, porque sin el equipo que formamos, no habiéramos logrado esta meta.

Yeily Parra

Inicialmente este logro lo dedico a Dios, por ser mi guía en cada paso dado a lo largo de este camino y darme la sabiduría necesaria para llegar al final. Estoy convencida que este será el primero de muchos que alcanzaré de la mano de él.

A mis padres José Manuel Malavera y Luz Marina Rodríguez, este logro es por ustedes y para ustedes; gracias por hacer de mí una persona íntegra, luchadora y por enseñarme a través de su ejemplo que a pesar de los obstáculos que la vida me presente siempre habrá un motivo para seguir adelante para cumplir mis sueños.

A mis hermanos por ser un apoyo incondicional en los momentos en que lo necesite.

Finalmente, a mis amigos, personas que fui conociendo con el pasar del tiempo y con quienes compartí momentos únicos y los cuales me enseñaron que no se necesitan tener muchos sino los mejores.

Slendy Malavera

Agradecimientos

Agradecemos a la Universidad industrial de Santander por habernos permitido estudiar ingeniería industrial, también a los diferentes docentes que nos compartieron sus conocimientos y su apoyo para seguir adelante día a día.

Agradecemos al Ing. Javier Arias director de nuestro proyecto de grado, por su compromiso, paciencia y tan acertada orientación; han sido imprescindibles para llevar a término el presente trabajo.

Agradecemos a la empresa Carnes & Carnes por abrirnos sus puertas para realizar nuestro proyecto de grado en tan prestigiosa empresa, a cada uno de sus miembros por brindarnos su colaboración a lo largo de esta etapa, para cumplir con la ejecución de este proyecto de grado.

Finalmente agradecemos a todos los que fueron nuestros compañeros en el transcurso de la carrera, ya que gracias al compañerismo y amistad han aportado un porcentaje alto a las ganas de seguir adelante como profesionales.

Contenido

	Pág.
Introducción	21
1. Generalidades del proyecto	23
1.1. Aspectos generales de la empresa.....	23
1.1.1. Identificación de la empresa	23
1.1.2. Objeto social	24
1.1.3. Direccionamiento Estratégico	24
1.1.3.1. Misión	24
1.1.3.2. Visión.....	24
1.1.4. Portafolio de productos	24
1.1.5. Descripción de la infraestructura	24
1.1.6. Canales de distribución.	25
1.1.7 Mapa de procesos.....	27
1.2. Justificación del Proyecto	27
1.3 Planteamiento del problema.....	28
1.4. Objetivos	30
1.4.1. Objetivo general.....	30
1.4.2 Objetivos específicos	30
1.5 Alcance	30

1.6 Metodología del proyecto	31
2. Marco de referencia	33
2.1 Marco de antecedentes	33
2.2 Marco teórico	35
2.2.1. Logística.....	35
2.2.1.1 Actividades logísticas	36
2.2.1.2 Sistema logístico	37
2.2.2 Alistamiento.....	37
2.2.2.1. Clasificación de los sistemas de alistamiento	38
2.2.2.1.1. Sistema de alistamiento, alistadores a productos.....	39
2.2.3. Transporte.	40
2.2.3.1. El transporte como actividad clave en la logística empresarial	41
2.2.3.2. Planeación y control de las actividades del transporte.....	43
2.2.4. Indicadores Logísticos	44
2.2.5. Manual de procedimientos y funciones	45
2.2.5.1. Manual de procedimientos:.....	45
2.2.5.2. Manual de funciones:.....	45
2.2.6. Optimización.....	46
2.2.6.1. Métodos exactos.....	47
2.2.6.1.1. Branch and Bound.....	47
2.2.6.1.2. Método simplex	48
2.2.6.2. Métodos aproximados.....	48
2.2.6.2.1. Heurísticas.....	48

2.2.6.2.2. Metaheurísticas	49
2.2.7. Problema de ruteo de vehículos VRP	49
2.2.7.1. Variaciones del VRP.....	49
2.2.7.2. Ventanas de tiempo (VRPTW)	50
2.2.7.3. Múltiples Bodegas (MDVRP)	51
2.2.7.4. VRP con backhauls (VRPPD)	51
2.2.7.5. VRP con entrega dividida (SDVRP).....	51
3. Descripción y diagnóstico de los procesos	52
3.1. Descripción de la metodología usada	52
3.2. Proceso de almacenamiento	53
3.3. Diagrama de flujo de la orden de pedido	54
3.4 Proceso de alistamiento.....	55
3.4.1. Actividades	57
3.4.1.1 servicio al cliente (recepción de pedidos).....	57
3.4.1.2 creación de la orden de pedido.....	57
3.4.1.3. Alistamiento de los pedidos	58
3.4.1.4. Facturación de los pedidos.....	58
3.4.2. Recopilación de datos en el proceso de alistamiento	59
3.4.2.1 Número de pedidos y unidades alistadas.	59
3.4.2.2. Número de pedidos alistados por cada operario.	62
3.4.2.3. Tiempo de alistamiento por pedido.....	64
3.4.4. Árbol de problemas para el área de alistamiento	66
3.5 Análisis de pedidos y clientes	67

3.5.1	Análisis de kg por referencias.....	67
3.5.2.	Cantidad de pedidos por cliente	78
3.5.3	ventas por cantidad de pedidos	82
3.5.4	Cantidad de pedidos por cantidad de referencias.....	85
3.5.5	Total de pedidos por kilogramos.....	88
3.6.	Proceso de despachos y distribución de pedidos.	90
3.6.1	Análisis de datos	90
3.6.1.1.	Cantidad de kilogramos transportados.....	90
3.6.1.2	Porcentaje de utilización de los vehículos	93
3.6.1.3	Cantidad de kg transportados por ruta	94
3.6.1.4.	Costo de combustible y kilómetros recorridos.....	98
3.6.1.5	Cantidad de envíos.....	99
3.7	Proceso de despachos.....	100
3.7.1	Descripción del proceso de despacho	100
3.7.2.	Devoluciones por canal de distribución.....	106
3.7.3.	Árbol causa y efecto para el área de despachos de pedidos.....	110
3.8.	DOFA.....	111
4.	Formulación del plan de mejoramiento	113
4.1	Propuestas transversales.....	113
4.1.1	Manual de procedimientos para los procesos asociados al sistema logístico de CARNES & CARNES.....	114
4.1.2.	Manual de funciones para el personal del área de logística de CARNES & CARNES ...	115
4.1.3.	Sistema de indicadores.....	117

4.2. Propuestas para el proceso de alistamiento.....	118
4.3. Propuestas para el proceso de Distribución de los pedidos.	119
4.3.1 Rutas por separado para cada canal de distribución	119
4.3.2 Realizar e implementar un diseño de rutas.	120
5. Implementación de propuestas de mejora.....	122
5.1 Prueba piloto – Alistamiento por olas de los pedidos.....	122
5.2 Implementación de propuestas transversales	126
5.2.1 implementación de la propuesta 1.....	126
5.2.2. Implementación de la propuesta 2	128
5.2.3. Implementación de la propuesta 3	130
5.2.3.1 Indicadores de distribución	130
5.2.3.1.1. Nivel de utilización de los vehículos	130
5.2.3.1.2. costo de transporte por kg movido por vehículo.....	132
5.2.3.1.1. Unidades separadas o despachadas por operario	133
5.3 Diseño e implementación de la herramienta de Ruteo para Carnes & Carnes.	134
5.3.1 Revisión literaria de problemas de ruteo HFVRP	134
5.3.2 Definición del modelo de ruteo.....	135
5.3.2.1 Parámetros.....	137
5.3.2.3 Variables de decisión	138
5.3.2.4 Restricciones	138
5.4 Metodología para el desarrollo de la herramienta VRP.....	140
5.4.1 Restricciones para desarrollar la herramienta.	140
5.4.2 Metodología para el desarrollo de la herramienta VRP.....	141

5.4.2.1 Variables de entrada de entrada del modelo	141
5.4.2.1.1 Matriz origen-destino	142
5.4.2.1.2 Demanda de los clientes.....	144
5.4.2.1.3 Ventanas de tiempo.....	145
5.4.2.1.4 Capacidad de los vehículos	146
5.4.2.1.5 Tiempo de descargue	146
5.5 Algoritmo de solución.....	148
5.6 Programación del aplicativo	149
5.7 Características de la herramienta	150
5.8 Manual para el uso de la herramienta	150
6. Resultados	159
6.1 Ruta manual	160
6.1.1 Recorrido y tiempo total del desplazamiento.....	160
6.1.2 Tiempo de descarga	162
6.1.3 Capacidad efectiva y tiempo total del recorrido de la ruta manual.....	162
6.2 Ruta del aplicativo.	163
6.2.1 Ruta canal institucional.....	163
6.2.2 Ruta canal puntos de venta	164
6.2.3 Resultados finales	165
6.3 Análisis del método manual vs el aplicativo.....	165
7. Conclusiones	166
8. Recomendaciones	168
Referencias bibliográficas.....	170

Lista de Figuras

	Pág.
<i>Figura 1.</i> Diagrama de recorrido primer piso.	25
<i>Figura 2.</i> Mapa de procesos.....	27
<i>Figura 3.</i> La función logística en la empresa. N.....	36
<i>Figura 4.</i> Esquema simplificado de una cadena de abastecimiento.	42
<i>Figura 5.</i> Diagrama de flujo para la orden de pedido.....	55
<i>Figura 6.</i> Cantidad de pedidos alistados segundo semestre año 2017	60
<i>Figura 7.</i> Cantidad de unidades alistadas segundo semestre año 2017.	61
<i>Figura 8.</i> Pedidos vs. Unidades alistadas segundo semestre año 2017.	62
<i>Figura 9.</i> Comportamiento de pedidos alistados segundo semestre año 2017	64
<i>Figura 10.</i> Cantidad de pedidos alistados en el segundo semestre año 2017	66
<i>Figura 11.</i> Árbol de problemas para el alistamiento	67
<i>Figura 12.</i> Pareto kg por referencia- canal institucional.	73
<i>Figura 13.</i> kg por referencia mes a mes- canal institucional.....	74
<i>Figura 14.</i> Referencias en común de los canales de distribución.....	77
<i>Figura 15.</i> Cantidad de pedidos por cliente – canal institucional.....	79
<i>Figura 16.</i> Pareto para la cantidad de clientes por cantidad de pedidos.....	81
<i>Figura 17.</i> Pareto para la cantidad de ventas por cantidad de pedidos.....	84
<i>Figura 18.</i> Pareto para la cantidad de referencias por cantidad de pedidos	87

<i>Figura 19.</i> Total, pedidos por kilogramos- TAT	88
<i>Figura 20.</i> Total, pedidos por kilogramos- INSTITUCIONAL	89
<i>Figura 21.</i> Total, pedidos por kilogramos- VENTA DESDE LA PLANTA	89
<i>Figura 22.</i> Total, pedidos por kilogramos- PUNTOS DE VENTA	89
<i>Figura 23.</i> Cantidad de kilos transportados	92
<i>Figura 24.</i> Porcentaje de utilización de los vehículos	93
<i>Figura 25.</i> Cantidad de km y costo de combustible	98
<i>Figura 26.</i> Capacidad de los vehículos	101
<i>Figura 27.</i> Porcentaje semestral de devolución por canal.	107
<i>Figura 28.</i> Diagrama de árbol causa- efecto para despacho.	111
<i>Figura 29.</i> Porcentaje de utilización de los vehículos año 2018	131
<i>Figura 30.</i> Costo de transporte por kg movido por vehículo año 2018.....	132
<i>Figura 31.</i> Unidades despachadas por operario año 2018.....	133
<i>Figura 32.</i> Google maps	142
<i>Figura 33.</i> Formula movimiento uniforme rectilíneo.....	143
<i>Figura 34.</i> Matriz Origen-destino ruta del centro.....	144
<i>Figura 35.</i> Demanda ruta del centro.	145
<i>Figura 36.</i> Ventanas de tiempo ruta del centro.....	146
<i>Figura 37.</i> Unidades despachadas por operario.....	147
<i>Figura 38.</i> Tiempo de descargue ruta del centro.	147
<i>Figura 39.</i> Hoja Excel de entrada al aplicativo.	151
<i>Figura 40.</i> Elección de la ruta del aplicativo.	151
<i>Figura 41.</i> Seleccionar todos los clientes de la ruta.	152

<i>Figura 42.</i> Seleccionar clientes a Trabajar	152
<i>Figura 43.</i> Copiar matriz de puntos a trabajar.	153
<i>Figura 44.</i> Copiar datos para empezar.....	153
<i>Figura 45.</i> Matriz copiada.	154
<i>Figura 46.</i> Nuevos datos que entran al aplicativo.	155
<i>Figura 47.</i> Hoja para ir al aplicativo.....	155
<i>Figura 48.</i> Matriz final del aplicativo.....	156
<i>Figura 49.</i> Resultado del vecino más cercano.	157
<i>Figura 50.</i> Resultado final del aplicativo.	158
<i>Figura 51.</i> Recorrido y tiempo de desplazamiento método manual.	160
<i>Figura 52.</i> Tiempo del recorrido método manual.....	161
<i>Figura 53.</i> Tiempo de descarga por el método manual.	162
<i>Figura 54.</i> Capacidad Efectiva del método manual.....	162
<i>Figura 55.</i> Orden y tiempos de entrega del canal institucional usando el aplicativo.	163
<i>Figura 56.</i> Resultados finales del canal institucional usando el aplicativo.	164
<i>Figura 57.</i> Orden y tiempos de entrega del Puntos de venta usando el aplicativo.	164
<i>Figura 58.</i> Resultados finales del canal puntos de venta usando el aplicativo.....	165
<i>Figura 59.</i> Resumen de datos usando el aplicativo.	165

Lista de Tablas

	Pág.
Tabla 1. <i>Cumplimiento de objetivos</i>	22
Tabla 2. <i>Canal de distribución y promedio de clientes por canal</i>	26
Tabla 3. <i>Porcentaje de almacenamiento de pedidos por cliente.</i>	56
Tabla 4. <i>Reporte de indicadores mensuales del año 2017</i>	60
Tabla 5. <i>Reporte del número de pedidos alistados año 2017</i>	63
Tabla 6. <i>Tiempo del alistamiento de pedidos año 2017</i>	65
Tabla 7. <i>Cantidad de kg por referencia- canal institucional</i>	68
Tabla 8. <i>Cantidad de pedidos por cliente- canal institucional</i>	78
Tabla 9. <i>Cantidad de pedidos en común por cliente- canal institucional</i>	80
Tabla 10. <i>Ventas por cantidad de pedidos- canal institucional</i>	82
Tabla 11. <i>Cantidad de pedidos por cantidad de referencias - canal institucional</i>	86
Tabla 12. <i>Cantidad de kilos transportados</i>	91
Tabla 13. <i>Porcentaje de utilización de los vehículos</i>	93
Tabla 14. <i>Kilos transportados por barranca</i>	94
Tabla 15. <i>Cantidad kg transportados ruta centro</i>	95
Tabla 16. <i>Cantidad kg transportados ruta del sur</i>	96
Tabla 17. <i>Cantidad total de kg transportados por ruta</i>	97
Tabla 18. <i>Cantidad total de envíos a los puntos de venta.</i>	100

Tabla 19. <i>Política de entrega</i>	102
Tabla 20. <i>Despachos diarios a los puntos de venta</i>	104
Tabla 21. <i>Devoluciones por canal</i>	106
Tabla 22. <i>DOFA para la empresa</i>	112
Tabla 23. <i>Responsabilidades de la propuesta 1</i>	114
Tabla 24. <i>Responsabilidades de la propuesta 2</i>	116
Tabla 25. <i>Responsabilidades de la propuesta 3</i>	117
Tabla 26. <i>Responsabilidades de la propuesta 5</i>	119
Tabla 27. <i>Responsabilidades de la propuesta 6</i>	120
Tabla 28. <i>Resultados del primer alistamiento por olas</i>	124
Tabla 29. <i>Resultados del segundo alistamiento por olas</i>	125
Tabla 30. <i>Cargos en el área de alistamiento y logística</i>	129

Lista de apéndices

Ver documentos adjuntos en el CD ROM, pueden ser visualizados en la base de datos de la biblioteca UIS

Apéndice A. Descripción de la empresa

Apéndice B. Portafolio de la empresa

Apéndice C. Diagrama de flujo del proceso productivo

Apéndice D. Descripción general del proceso productivo

Apéndice E. Estructura Organizacional

Apéndice F. Tabla pareto referencia por kg- de los canales de distribución

Apéndice G. Cantidad de pedidos por cliente de los canales de distribución

Apéndice H: Ventas por cantidad de pedidos de los canales de distribución

Apéndice I. Tabla Pareto de pedidos por cantidad de referencias de los canales de distribución

Apéndice J. Manual de procedimientos Alistamiento y distribución

Apéndice K. Manual de Funciones

Apéndice L. Planillas Logísticas

Apéndice M. Costo de transporte

Resumen

Título: Plan de mejoramiento para los procesos de alistamiento y distribución de los pedidos de la empresa Carnes & Carnes*.

Autores: Slendy Paola Malavera Rodríguez
Yeily Katherine Parra Pimiento**

Palabras Claves: Alistamiento, diseño de rutas, logística, distribución, indicadores

El presente trabajo de grado está basado en la formulación y puesta en marcha de propuestas de mejora en los procesos de alistamiento y distribución para la empresa CARNES & CARNES, buscando una mayor eficiencia en las operaciones que permiten prestar un excelente servicio al cliente. Para dar inicio al proyecto de grado se realizó un diagnóstico con análisis cualitativos y cuantitativos los cuales permitieron mirar el estado actual en que se encontraba la empresa, posteriormente se hicieron propuestas de mejora con las cuales se buscó aumentar la eficiencia en cada uno de los procesos a intervenir con este proyecto. Teniendo en cuenta lo anteriormente descrito se plantearon propuestas de mejora como: La creación del manual de procedimientos para las áreas de alistamiento y distribución de los pedidos, el manual de funciones para el personal del área de logística, el alistamiento de pedidos sea por olas, el diseño de un modelo de rutas basado en una herramienta ofimática donde se propone diseñar una ruta diferente para canal de distribución, teniendo en cuenta los recursos con los que cuenta la empresa y las ventanas de tiempos de cada cliente para la recepción de los pedidos. Las propuestas que se pusieron en marcha fue las avaladas por la dirección general de CARNES & CARNES.

* Proyecto de grado

** Facultad de Ingenierías Físico-mecánicas. Escuela de Estudios Industriales y Empresariales. Director: Javier Arias Osorio, Magister en Administración

Abstract

Title: Improvement plan for the processes of preparation and distribution of the orders of the company Carnes & Carnes*.

Authors: Slendy Paola Malavera Rodríguez
Yeily Katherine Parra Pimiento**

Keywords: Enlistment, route design, logistics, distribution, indicators

The present work of degree is based on the formulation and implementation of proposals for improvement in the processes of preparation and distribution for the company CARNES & CARNES, seeking greater efficiency in operations that allow to provide excellent customer service. To start the degree project, a diagnosis was made with qualitative and quantitative analysis which allowed us to look at the current state of the company, then proposals for improvement were made with which we sought to increase efficiency in each of the processes to intervene with this project. Taking into account the above-described improvements were proposed such as: The creation of the procedures manual for the areas of enlistment and distribution of orders, the manual of functions for the personnel of the logistics area, the ordering of orders either by waves, that is, the design of a route model based on an office tool where a different route for distribution channel is proposed, taking into account the resources available to the company and the time windows of each client for the reception of orders. The proposals that were launched were those endorsed by the general direction of CARNES & CARNES.

* Degree project

** Physical-Mechanical Engineering Faculty. School of Industrial and Business. Studies. Industrial Engineering; Director. Javier Arias Osorio, Master in Administration

Introducción

Según PROCOLOMBIA, Rusia se ubica como el mayor importador de carne bovina del mundo y, junto con el Líbano, Jordania y Egipto, se convirtió en uno de los nuevos destinos para la carne bovina colombiana. Entre 2011 y 2014, las exportaciones de carne de res nacional hacia Rusia aumentaron 12 veces, pasando de US\$557.061 a US\$ 6,8 millones.(ProColombia, 2015)

La industria de carne bovina en Santander representa una importante Fuente de desarrollo y crecimiento económico regional, es por esto que las empresas que se encuentran en este sector, han visto la necesidad de buscar alternativas de mejora para atender las nuevas exigencias de los clientes, las cuales, se expresan en calidad, tiempo y lugar. Desde el punto de vista de tiempo de respuesta, asociado con la promesa de servicio dada al cliente y también con indicadores de satisfacción asociados con los anteriores, cobra importancia pensar en la planeación óptima de rutas de distribución de producto como aspecto que permite mejorar productividad y competitividad de la compañía.

INVERSIONES ZULUAGA RUEDA S.A.S (carnes & carnes) es una empresa Bumanguesa que dedica sus actividades a la transformación y comercialización de carne de res y cerdo. Consciente de la necesidad de implementar estrategias que permitan la optimización de los procesos productivos y la disminución de errores en el área de logística, se desarrolla este proyecto realizando un estudio a través de un diagnóstico que permitirá identificar las fallas y falencias detectadas en el área de alistamiento y distribución y afianzar las fortalezas de la misma.

Este diagnóstico permitirá determinar el estado actual de la empresa, el cual servirá de guía para la elaboración de propuestas de mejora en pro de lograr un alto grado de competencia en el mercado, enfocados en la satisfacción del cliente.

Cumplimiento de Objetivos

Tabla 1.

Cumplimiento de objetivos

Descripción	Cumplimiento
Realizar un diagnóstico de los procesos de alistamiento y distribución de pedidos de la empresa Carnes & carnes, que permita analizar la situación actual de los mismos.	Capítulo 3
Diseña el plan de mejoramiento de los procesos de alistamiento y distribución de pedidos para la empresa Carnes y carnes.	Capítulo 4
Realizar un diseño de las rutas de distribución a partir de optimización matemática y soportada en una herramienta informática.	Capítulo 5
Implementar las mejoras a los procesos de alistamiento y distribución de pedidos que la empresa avale.	Capítulo 5
Diseñar un sistema de indicadores que permita medir cuantitativamente las mejoras implementadas.	Capítulo 5

1. Generalidades del proyecto

1.1. Aspectos generales de la empresa.

A continuación, se presenta información de la empresa INVERSIONES ZULUAGA RUEDA S.A.S, relacionada con la razón social de la misma, productos, aspectos de infraestructura, entre otros. Esta información fue suministrada por el personal encargado del área de recursos humanos de la empresa.

1.1.1. Identificación de la empresa INVERSIONES ZULUAGA RUEDA S.A.S (Carnes & carnes) es una empresa que tiene más de 25 años de experiencia en la producción y comercialización de carnes de res, ubicada en la ciudad de Bucaramanga; se caracteriza por la alta calidad humana de sus trabajadores y sus excelentes instalaciones que cumplen con los requerimientos necesarios para la manipulación de alimentos entre otras cosas, lo anterior hace de esta una empresa reconocida no sólo a nivel regional sino nacional. Actualmente la empresa cuenta con 32 puntos de atención en Bucaramanga, Florida, Girón, Piedecuesta, Lebrija y Barrancabermeja.

La fuerza de trabajo de CARNES & CARNES está conformada por 163 empleados, 82 de ellos en puntos de venta para agregar valor a la experiencia siempre de primera que le brinda a cada uno de sus clientes

1.1.2. Objeto social Carnes y Carnes es una empresa santandereana productora y comercializadora de carne de res, que madura, desposta, transforma y empaca a los vacíos productos alimenticios. Durante 25 años ha producido, comercializado y distribuido carne en las diferentes variedades de productos cárnicos.

1.1.3. Direccionamiento Estratégico

1.1.3.1. Misión Lograr que cada vez que una persona lleva un producto de carnes & carnes a su mesa, lo quiera volver a disfrutar. Así en cada producto nos lanzamos a la conquista de más amigo.

1.1.3.2. Visión Pasión y perseverancia por desarrollar una experiencia cárnica innovadora para las familias en Santander sigue intacta.

1.1.4. Portafolio de productos La empresa en la actualidad cuenta con alrededor de 300 productos, los cuales se clasifican en los siguientes grupos. (Ver apéndice B.)

- Productos de carnes de res.
- Carnes procesadas.

1.1.5. Descripción de la infraestructura La planta de producción se encuentra ubicada en Parque industrial Provincia de Soto I, Bodega 45 – 46. Bucaramanga, Santander.

En la figura 1 se muestra el recorrido y las operaciones que se realizan en la planta para la obtención del producto terminado. Las operaciones en la planta de producción comienzan desde

la recepción y almacenamiento de canales, pasando por el área de desposte y porcionado, para llegar al área de empaque, donde se sella al vacío o se empaca en bolsas blancas cada producto para su almacenamiento en las bodegas de producto terminado, quedando así disponible para su posterior distribución y/o comercialización.

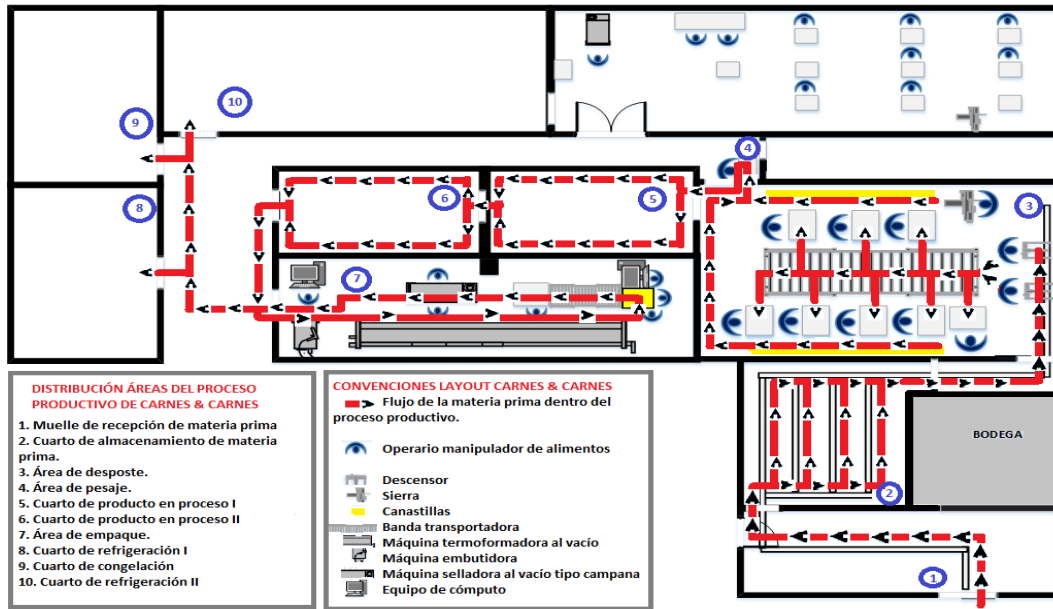


Figura 1. Diagrama de recorrido primer piso. Nota. Adaptada por la empresa Carnes & Carnes.

1.1.6. Canales de distribución. Carnes & carnes cuenta con cinco tipos de canales de distribución y/o ventas (dos canales directos “Institucional y ventas desde la planta”, dos canales indirectos corto “Puntos de venta y TAT” y un canal indirecto largo “Moderno”).

Los cuales están definidos de la siguiente manera:

- Canal (indirecto largo) de distribución moderno: El producto terminado es producido en la planta de producción, luego es distribuido a un cliente mayorista, el cual reparte en sus tiendas el producto terminado y es obtenido por el cliente final.

- Canal (indirecto corto) de distribución puntos de venta: El producto terminado sale de la planta y posteriormente es distribuido a los puntos de venta donde finalmente es obtenido por el cliente final.
- Canal (indirecto corto) de distribución tienda a tienda (TAT): El producto terminado es producido en la planta de producción, posteriormente son despachados a los puntos de venta propios (guarín, pedregosa, cañaveral y prado), los cuales se encargan de la distribución a las tiendas de barrio y finalmente es obtenido por el cliente final.
- Canal (directo corto) de ventas desde la planta: El producto terminado es producido en la planta de producción y luego es entregado al cliente final.
- Canal (directo) de distribución institucional: El producto terminado es producido en la planta de producción, luego es entregado al cliente final.

Tabla 2.

Canal de distribución y promedio de clientes por canal

Canal de distribución	Promedio de cantidad de clientes
Puntos de venta: puntos de ventas de mostrador	31
Institucional: Restaurantes, colegios, cafeterías y otras empresas	170
TAT: Tiendas y amas de casa	130
Moderno: Envíos a nivel nacional (Pereira y Bogotá)	2

Nota. Información adaptada por la empresa Carnes & Carnes.

1.1.7 Mapa de procesos



Figura 2. Mapa de procesos. Nota. Adaptada por la empresa Carnes & carnes.

A partir del mapa de procesos de la figura 2, se muestra un diagrama de flujo de los procesos claves de la empresa asociados con la planta de producción (ver Apéndice C) con el fin de mostrar de manera detallada los subprocesos de producción. En el capítulo de diagnósticos se realiza una descripción detallada de cada uno de los procesos inmersos en este trabajo que se muestran en el diagrama de flujo expuesto anteriormente. (Ver Apéndice D).

1.2. Justificación del Proyecto

CARNES & CARNES S.A.S. Es una empresa familiar con gran trayectoria en el sector de alimentos cárnicos, comprometida con las familias colombianas en llevar alimentos de alta calidad a su mesa que garanticen una experiencia siempre de primera. La empresa Cuenta con 163 Trabajadores; 31 de estos en la parte administrativa, 50 en la planta de producción y 82 en puntos de venta; cada uno de sus trabajadores agrega valor desde cada área en pro de brindar una

experiencia siempre de primera a cada uno de sus clientes. La empresa produce alrededor de 182.000 toneladas mensuales en horarios extensos entre semana, cuenta con una flota de 6 vehículos utilizados para la distribución.

Como punto de partida para el presente proyecto se tomó el diagnóstico realizado a CARNES & CARNES donde se identificaron falencias como: la demora en la identificación de los productos, lo que implica alto tiempo en el alistamiento de los pedidos; la demora en la entrega de los pedidos y los faltantes en cada uno de estos. Es por esto que se evidenció la necesidad de diseñar indicadores que permitan hacer seguimiento constante en cada una de las áreas intervenidas con este proyecto, esto con el fin de dar cumplimiento a la entrega de pedidos en el menor tiempo posible al cliente.

A través de la aplicación de diversas técnicas y metodologías de la ingeniería industrial, tales como el análisis, la identificación, la observación, la caracterización de procesos y el continuo seguimiento de los mismos, se pretende atender las diferentes problemáticas que afectan en la actualidad el alistamiento y la distribución de los pedidos, lo cual se traducirá en la satisfacción y fidelización de los clientes puesto que son ellos la razón de ser de las compañías hoy en día. Basados en lo descrito anteriormente se da base para el desarrollo del presente proyecto, convirtiéndose en una alternativa razonable para el cumplimiento de los objetivos organizacionales en lo que tiene que ver con las operaciones logísticas.

1.3 Planteamiento del problema

En la actualidad es fundamental en las organizaciones un buen manejo en la gestión de los procesos que intervienen en la cadena logística, para evitar incurrir en costos adicionales y disminuir en la

eficiencia y eficacia de dichos procesos, es por esto que se es necesario la implementación de mejoras en CARNES & CARNES en los procesos de alistamiento y distribución de los pedidos, ya que tener una administración logística es trascendental para toda organización que quiere proyectarse para ser reconocida a nivel nacional e internacional.

Actualmente, CARNES & CARNES no tiene establecido ningún método para el alistamiento y la posterior distribución de los pedidos; estas funciones son llevadas a cabo bajo la orientación del jefe de logística, quien con su experiencia y criterio es el encargado de hacer la planeación de cada una de las actividades y proveer soluciones ante posibles dificultades que se puedan presentar durante la ejecución de dichos procedimientos que se hacen día a día, y aunque dichas actividades les ha permitido desarrollar el objetivo de la empresa, al no desarrollarse esto de forma integral ha sido inevitable que se presenten fallas en el proceso como lo son por ejemplo: las devoluciones de productos, los faltantes de los mismos y retrasos en los pedidos.

Es por este motivo que se hace necesario la intervención en los procesos de alistamiento y distribución, para erradicar, o disminuir el impacto de dichas falencias (identificación de los productos, faltantes en los pedidos, retrasos en la entrega de pedidos), ya que están generando insatisfacción de clientes externos y sobrecostos para compañía.

En reuniones sostenidas con el tutor del proyecto y el gerente general de la compañía, atendiendo a la necesidad de mejora en los procesos logísticos se determinó que el desarrollo del presente proyecto de grado será enfocado en el mejoramiento de los procesos de alistamiento y distribución.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general Diseñar e implementar un plan de mejoramiento en los procesos de alistamiento y distribución de pedidos de la empresa Carnes & carnes con el fin de mejorar los tiempos de respuesta al cliente.

1.4.2 Objetivos específicos

- Realizar un diagnóstico de los procesos de alistamiento y distribución de pedidos de la empresa Carnes & carnes, que permita analizar la situación actual de los mismos.
- Diseñar el plan de mejoramiento de los procesos de alistamiento y distribución de pedidos para la empresa Carnes y Carnes.
- Realizar un diseño de las rutas de distribución a partir de optimización matemática y soportada en una herramienta informática.
- Implementar las mejoras a los procesos de alistamiento y distribución de pedidos que la empresa avale.
- Diseñar un sistema de indicadores que permita medir cuantitativamente las mejoras implementadas.

1.5 Alcance

Este proyecto parte desde un diagnóstico en los procesos de alistamiento y distribución de los pedidos en Carnes & Carnes, mediante herramientas cualitativas y cuantitativas las cuales

permitieron ver el estado actual de dichos procesos, para posteriormente diseñar propuestas de mejoras. Como resultado de este proyecto se generarán los siguientes entregables:

- Diagnóstico del estado actual de los procesos de alistamiento y distribución de los pedidos
- Propuestas de mejora
- Manual de procedimientos y funciones asociados a los procesos a intervenir en este proyecto.
- Herramienta ofimática para el diseño de rutas para la distribución de los pedidos.
- Sistema de indicadores que permita el control continuo de cada una de las operaciones que se llevan a cabo en el área de logística.

1.6 Metodología del proyecto

Etapas I: Observación, reconocimiento y recolección de la información.

En esta etapa se hace el reconocimiento de las diferentes áreas de la empresa, mediante visitas que se llevaron a cabo semanalmente, con el fin de identificar las fallas que se presentan en el área de alistamiento y distribución; por otra parte, se lleva a cabo un seguimiento a los procesos y se hace una recolección de la información con el fin de tener conocimiento anticipado y las bases necesarias para posteriormente plantear propuestas de mejora y sustentación de las mismas.

Etapas II: Diagnóstico.

Con base en la información ya obtenida se realiza un diagnóstico cualitativo y cuantitativo con el fin de mirar el estado actual de la empresa, para realizar este diagnóstico se tienen en cuenta herramientas con las que se puedan identificar las falencias en los procesos de alistamiento y distribución de los pedidos, la obtención de la información se lleva a cabo por medio de entrevistas,

observaciones directas, sistemas de información con los que cuenta la empresa, análisis DOFA y análisis causa-raíz.

Este diagnóstico se hace con el fin de identificar el estado actual de la empresa y plantear mejoras en pro de aumentar la satisfacción del cliente y la rentabilidad de la empresa.

Etapas III: Propuestas de mejora.

Después de analizar la información recolectada y detectar las falencias que se tienen en las áreas de alistamiento y distribución de la empresa, se procede a plantear propuestas de mejora, se diseñan estrategias que permitan la disminución de tiempo, rutas, reprocesos, retrasos en el despacho de los pedidos, y que se cumpla con la entrega de los pedidos en las ventanas de tiempo que tiene cada cliente.

Etapas IV: Implementación y estandarización de mejoras.

En esta etapa se implementan las propuestas que tengan mayor viabilidad y que la empresa avale, se implementa un diseño de rutas de distribución que permite minimizar los tiempos de entrega de los pedidos y recorridos de las rutas, se crea y posteriormente se implementa un manual de funciones y procedimientos en los procesos de alistamiento y distribución de los pedidos.

Etapas V: Control y seguimiento de mejoras.

En esta etapa se plantean indicadores que permiten visualizar y evaluar los resultados esperados, con el propósito de hacer seguimiento de las mejoras implementadas y saber si estas están cumpliendo con los resultados esperados y si van por buen camino.

2. Marco de referencia

2.1 Marco de antecedentes

Andrés Felipe Mediorreal Carrillo desarrolló un proyecto sobre un Modelo de ruteo de vehículos para la distribución de los productos de las empresas Laboratorios Veterland, Laboratorios Callbest y Cosméticos Marlioü París buscando reducir los costos, tiempos en su proceso de distribución y el aumento de la satisfacción del cliente. (Mediorreal Carrillo, 2014)

Este trabajo buscaba realizar un modelamiento matemático para el ruteo de vehículos en las empresas mencionadas anteriormente, con el fin de hacer más eficiente el proceso de distribución de las mismas. En este caso se trató el problema de ruteo de vehículos con ventanas de tiempo. El problema consistía en la generación óptima de rutas para los vehículos que deben abastecer a todo un conjunto de clientes, teniendo en cuenta que cada cliente tiene una franja horaria de entrega.

El anterior proyecto se relaciona con el proyecto “Plan de mejoramiento para los procesos de alistamiento y distribución de pedidos de la empresa Carnes & carnes”, puesto que, aunque no abarque la totalidad del mismo, en su parte de distribución no solo comparten el objetivo del diseño de rutas para la disminución de costos y tiempos, sino que también manejan la misma característica con relación a la atención de la demanda de los clientes (con ventanas de tiempo).

Por otra parte, Ana Milena Páez Garzón y Julieth Katherine Pineda Reina desarrollaron un proyecto en la evaluación del proceso de alistamiento de pedidos y análisis de mejores prácticas para la empresa Comertex S.A, este proyecto buscaba evaluar las políticas de almacenamiento y

despacho implementadas por la empresa, con el fin de encontrar otras alternativas que ayudaran a esta compañía a disminuir los tiempos y costos consumidos en estas áreas. (Páez Garzón & Pineda Reina)

Se considera que el proyecto de Comertex S.A se relaciona directamente con el de Carnes & carnes, aunque son dos compañías totalmente diferentes por la prestación de servicio que brindan, las una que no solo buscan la reducción de tiempos y costos en el área de alistamiento, sino que a su vez desean mitigar ineficiencias en las actividades del mismo, las cuales impactan negativamente el nivel del servicio al cliente.

Con el fin de profundizar más en las áreas de alistamiento y despacho se ha dado a la búsqueda de un último proyecto elaborado por Marco Antonio Fernández Acosta y Lizeth Vanessa Miranda Gaviria que buscaba realizar un análisis de la logística de distribución de la empresa Coolechera Ltda. Sin duda este proyecto es más cercano al de Carnes & carnes dado que estas dos compañías ofrecen productos perecederos y éstos requieren de un manejo especial. (Fernández Acosta & Vanessa, 2013)

Otro motivo que enlaza estos dos proyectos es que comparten la misma falencia, puesto que estas empresas presentan dificultades en la entrega de la totalidad de los pedidos, en donde un gran porcentaje de ellos son entregados a destiempo y a su vez no se aprovecha la máxima capacidad de los vehículos, es decir, en ocasiones los camiones repartidores de pedidos son despachados con un nivel de utilización mucho menor al de su capacidad.

2.2 Marco teórico

2.2.1. Logística. La logística se ha ido desarrollando desde que tuvo sus inicios en el contexto militar; pero fue a partir de la segunda guerra mundial cuando empezó a ser tomada en cuenta en el mundo empresarial (Langley, 1986; Carrasco, 2000; García, 2004; Trujillo, 2005), esta ha venido evolucionando desde el manejo de flujo de materiales hasta la logística integral, para lograr tener claridad en los conceptos de logística se dará una mirada a la bibliografía reciente sobre el tema, pasando por la logística, producción, almacenaje y distribución. (Quality Function Deployment) traduce las necesidades y expectativas de los clientes y consumidores de un producto en un conjunto de especificaciones y requerimientos.

Se puede entonces observar que la logística es una herramienta integradora de la organización en la cual se deben realizar estudios e investigaciones con el objetivo de realizar mejoras en dicho sistema y así poder lograr una mayor diferenciación ante los clientes gracias a la satisfacción de sus necesidades y a la información estratégica sobre la calidad del producto y del servicio que se puede obtener de ellos (Prada, O 2000).

El objetivo logístico es minimizar el costo total, dado el objetivo de servicio al cliente. El análisis del costo total es la clave para administrar la función logística, la empresa se debe centrar más en la reducción del costo total, que en la de costos de actividades por separado. Estos costos se pueden agrupar en seis categorías: Costo de nivel de servicio, Costo de transporte, Costo de almacenamiento, Costo de procesamiento de órdenes y sistema de información, Costo de cantidad de lote y Costo de mantenimiento del inventario. (J.R. && Lambert, 2000)

Lograr reducción en estos costos es significativo para las utilidades de la empresa, dado que los costos logísticos de una empresa manufacturera promedio constituyen cerca del 50 al 60% de

las ventas (Ballou R; Business Logistics Management. Planning, Organizing and Controlling the Supply Chain. Fourth edition. , 1999): Los Costos Directos compuestos por Embalaje, Marcado, Documentación, Unitarización, Almacenamiento, Manipuleo, Transporte, Seguro, Aduaneros y bancarios) y los Costos Indirectos entre los cuales están los Administrativos y los de Capital; los cuales se incurren en la operación de logística internacional; siendo el costo de transporte de carga internacional el principal parámetro de costo en la cadena de distribución física internacional.

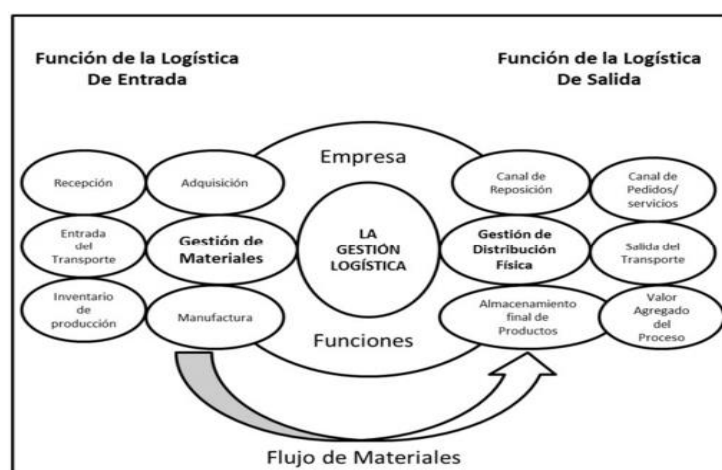


Figura 3. La función logística en la empresa. Nota. Adaptada de logística empresarial. Blogger, febrero 2016.

2.2.1.1 Actividades logísticas Divide las actividades logísticas, en actividades clave y actividades de apoyo. Entre las actividades clave están: el servicio al cliente, el transporte, el manejo de inventarios y los flujos de información y procesamiento de pedidos; en las actividades de apoyo se encuentran: Almacenamiento, manejo de materiales, compras, embalaje y protección, cooperación con producción y operaciones, mantenimiento de la información. (Ballou R., Business Logistics Management. Planning, Organizing and Control lingthe Supply Chain. Fourth edition., 1999)

2.1.1.2 Sistema logístico El sistema logístico es el conjunto de actividades tanto internas como externas que tienen lugar entre el abastecimiento de materias primas y la entrega de productos terminados a los clientes, las cuales tienen como objetivo la calidad como adecuación del producto para dar satisfacción a las necesidades y aspiraciones del cliente.

La sincronización del sistema logístico permite lograr un flujo ágil para responder rápidamente a una demanda que está cambiando constantemente y cada vez es más exigente. (Carrasco, 2000, págs. 17-34)

El objetivo final del sistema logístico como lo exponen es “satisfacer a los clientes.” Una red Logística según Soret de los Santos, I (2001) está compuesta por: Proveedores, Centros de producción, Almacenes centrales, Almacenes Nacionales, Almacenes Regionales, Almacenes Locales, Almacenes de Tránsito, Puntos de venta y Clientes. (Christopher, 1994)

La capacidad de la función logística de coordinarse e integrarse con las demás áreas de la empresa es esencial para que la logística pueda responder a las prioridades diarias.

2.2.2 Alistamiento. Con el pasar de los años las organizaciones se han visto en la necesidad de adaptarse a un mercado que está en constante cambio y que cada vez es más impredecible, es por esto que se han creado lazos entre cada uno de los procesos que se llevan a lo largo de la cadena de suministro, logrando así que el nivel de servicio al cliente aumente. Siendo la logística parte fundamental de esta cadena de suministro como la encargada de todas las actividades de almacenamiento y traslado dentro y fuera de los cedis (Ballou R., 1991). Es por esto que la rentabilidad y productividad de las empresas son resultado de las decisiones que se toman desde el diseño de almacenamiento y alistamiento de los pedidos.

En el campo de la logística se denomina alistamiento de pedidos o picking al proceso de recolección de unidades en conjuntos empacados en una unidad de empaque superior para satisfacer las órdenes de los pedidos que hacen los clientes. El picking se puede realizar de dos formas, las cuales se mencionan a continuación:

- Batch picking: Se hace una recolección en conjunto de las cantidades que se requieren de cada producto y posteriormente se lleva a cabo la separación por cantidad requerida en cada orden.
- Pick to box: se hace la recolección de los productos agrupados y una introducción directa en las cajas de envío en el mismo punto donde se hace la recolección eliminando así el proceso de separación posterior. (blogs pos, Edwin calderón, abril de 2014).

2.2.2.1. Clasificación de los sistemas de alistamiento De acuerdo al movimiento de personas y productos, el alistamiento de pedidos se clasifica en sistemas de productos a alistadores (parts to pickers), alistadores a productos (pickers to parts) y sistema de distribución de ordenes (put systems). (YU, Mengfei 2008).

El sistema de alistadores a productos (usado comúnmente), los alistadores se desplazan a lo largo de los pasillos para recoger los artículos, mientras que, en los sistemas de productos a alistadores, los vehículos automatizados recogen una o más unidades de carga y las hacen llegar a un depósito donde un alistador toma el número requerido de unidades. (Pyung- Hoi Koo, 2008).

2.2.2.1.1. Sistema de alistamiento, alistadores a productos.

- **Políticas de alistamiento**

Petersen afirma que la elección de una política de alistamiento puede tener efectos significativos en la eficiencia y el costo de un sistema de alistamiento en empresas comercializadoras. (PETERSEN, charles G. Evaluación Of Order Picking Policies Order Companies. U.S.A, 2000).

Las políticas de alistamiento determinan la forma en que los productos son agrupados en las órdenes de alistamiento, y posteriormente recogidas de su ubicación en el almacén.

- **Alistamiento discreto, pedido a pedido**

El alistamiento discreto, es decir, en el alistamiento por orden; el operario se dirige a los cuartos de alistamiento y hace la recolección de los productos de un pedido. Esta estrategia es adoptada frecuentemente por su facilidad en la implementación y la integridad que se mantiene de cada pedido.

Si bien es una estrategia rápida para la implantación, cabe mencionar que tiene como consecuencia una distancia recorrida y tiempos de recuperación muy largos. Se utiliza principalmente cuando los pedidos son grandes (Felix T.S. y Chan y H.K. Op. Cit., p.27. 2011).

- **Alistamiento por Zonas**

El alistamiento por zonas consiste en la división de toda el área de alistamiento de la bodega en un determinado número de áreas más pequeñas (zonas) las cuales son asignadas a uno o varios operarios encargados del alistamiento para que éstos escojan los artículos que se requieren y se encuentran almacenados en dicha zona, según Meng Fei Yu. (YU, Mengfei. Op.cit. 13. 2008).

- **Alistamiento por olas**

En el alistamiento por olas, los pedidos se recogen para cumplir calendarios de envío (J. Renaud y A. Ruiz, 2007). Es utilizado comúnmente para órdenes de un solo destino (por ejemplo, la salida de un vehículo determinado en un tiempo fijo) que son liberadas al mismo tiempo para que sean alistadas en múltiples zonas del almacén; generalmente (pero no necesariamente), esta política es combinada con el alistamiento por lotes (René de Koster, Tho Le-Duc y Kees Jan Roodbergen, 2007). En olas, los alistadores continuamente recogen los artículos requeridos en sus zonas y una ola de pedidos a alistar solo puede comenzar cuando la anterior haya finalizado (René de Koster, Tho Le-Duc y Kees Jan Roodbergen, op.cit., p. 13. 2006).

Todas las políticas mencionadas son muy conocidas y prueban su influencia en la mejora de la eficiencia del proceso de alistamiento; sin embargo, el desempeño de las mismas depende en gran medida del almacén, las características de las órdenes y de la capacidad de alistamiento (Dukic y Oluic., Order-picking methods: improving order-picking efficiency. 2007).

2.2.3. Transporte. Es una de las actividades esenciales de la logística; el sistema de transporte comprende la gestión de los modos, los medios, la carga y la infraestructura de terminales. Cada modo se utiliza según los medios disponibles y estos últimos, se condicionan en función del tipo de carga. La rapidez, seguridad y regularidad son algunos indicadores que miden el desempeño de un sistema de transporte.

La importancia del transporte involucra los costos de transporte, los requerimientos de inventarios y la selección del modo de transporte. Para la selección del modo de transporte Roberson et.al., [1994], Coyle et.al., [1996] y Stock et.al., [2001] coinciden en definir como los principales criterios: el precio (tasa de transporte) y el servicio ofrecido por cada medio. Para

Anaya Tejero [2000], dicho servicio corresponde a la fiabilidad, el tiempo de recogida - entrega y el tiempo de transporte.

Los medios de transporte deben ser eficaces, contar con la infraestructura necesaria en puertos, aeropuertos y carreteras e ir modernizándola de forma permanente de acuerdo a las necesidades y cambios del país. De acuerdo con la naturaleza de la carga, ésta puede ser perecedera, frágil, peligrosa y especial; las actividades de preparación de la carga involucran el embalaje, el marcado y la unitarización.

2.2.3.1. El transporte como actividad clave en la logística empresarial Dentro del marco de las tendencias actuales en torno a la globalización y a la necesidad de desarrollar estrategias colaborativas como mecanismo de supervivencia empresarial, cobra fuerza el concepto de logística, como agente reductor de costos y generador de valor y por tanto, de ventaja competitiva (Christopher, 1994) pues éste obliga a la integración de procesos, áreas funcionales y empresas dentro del denominado sistema logístico, en la búsqueda de mejores desempeños en costos, plazos, flexibilidad y servicio.

Por otro lado, la cadena de abastecimientos tal y como se expone en la Figura 24, representa un conjunto de organizaciones empresariales interconectadas a manera de red, en donde fácilmente se advierte un conjunto de relaciones proveedor-cliente, que empieza desde los proveedores iniciales, pasando por las organizaciones intermedias, hasta llegar al consumidor final. En dicho sistema, el flujo de materiales, el flujo de información y el flujo de dinero representan los «lazos» que permiten la integración de los procesos inter empresariales.

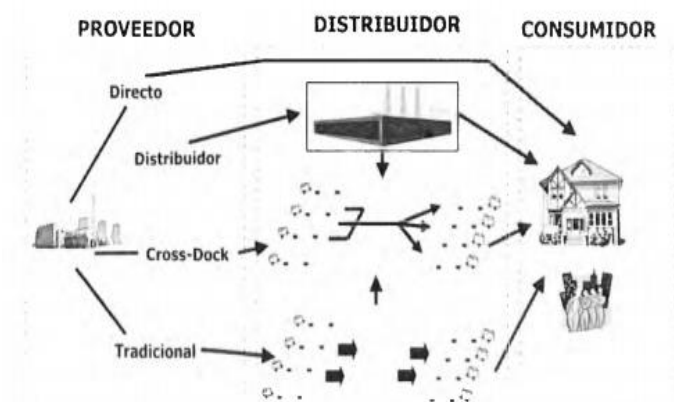


Figura 4. Esquema simplificado de una cadena de abastecimiento. Nota. Adaptada de la logística del transporte: un elemento estratégico para el desarrollo agroindustrial, primera edición 2007.

Este objetivo, en síntesis, se corresponde con la necesidad de contribuir a la estrategia competitiva de la organización, dado el alto impacto que el transporte genera en la estructura de costos, el plazo, la fiabilidad y la flexibilidad en las entregas y en algunas dimensiones del servicio. Por otro lado, y de acuerdo con Ballou [1999], el transporte, junto con las decisiones de inventarios y de localización de instalaciones, conforman la tríada estratégica de mayor impacto en el servicio al cliente.

Desde el punto de vista logístico, el transporte actúa como elemento integrador entre empresas, ciudades, regiones y países, por ser el medio de enlace de los diferentes sectores de la economía, del cual depende, en gran medida, que el producto se entregue, «...en el lugar correcto, a la hora correcta y en las condiciones deseadas obteniendo la mayor contribución económica a la empresa...» (Ballou R., 1991). En este sentido, Hay [1994], Coyle et.al., [1996] y Stock et.al., [2001], resaltan la importancia del transporte por su impacto en las variables de tiempo y de lugar, pues un producto carece de valor a menos que sea útil; es decir, a menos que pueda satisfacer las

necesidades para las cuales fue fabricado. Es aquí donde el transporte surge como un factor que determina cuán rápido y consistentes se mueven los productos de un punto a otro.

El hecho de contar con una producción altamente eficiente no puede garantizar niveles de competitividad en los mercados, si a su vez no se cuenta con un transporte igualmente eficiente y competitivo. Por su parte, Stock et.al., [2001] consideran que, bajo el ambiente competitivo actual, toda empresa requiere que su sistema de transporte sea manejado de forma integral con su estrategia logística, resaltando la necesidad de administrarlo de tal forma que permita satisfacer las necesidades de los clientes y obtener utilidades económicas.

Según el planteamiento de Johnson et.al., [1999], la importancia del transporte en el desempeño del sistema logístico se puede valorar en los siguientes aspectos:

- Los costos de transporte están directamente afectados por la ubicación de las plantas de producción, almacenes, proveedores y clientes.
- Los requerimientos de inventario están influenciados por el modo de transporte usado.
- La selección del modo de transporte determina el empaque requerido.
- El tipo de transportador usado dicta un equipo de manejo de materiales a la planta de manufactura.
- Las metas en servicio al cliente se ven influenciadas por el tipo de transportador seleccionado por el vendedor.

2.2.3.2. Planeación y control de las actividades del transporte Una revisión realizada a los aportes de Arbones Malisani [1990]; Bensonef.a/. [1994]; Coyleet.al. [1996]; Ballou [1999]; y Stock et.al. [2001], permite establecer un amplio conjunto de decisiones en los tres niveles antes

enunciados que representa en sí mismo una guía de actuación para las actividades de planeación, ejecución y control del transporte. Una breve descripción de tales actividades es la siguiente:

- Análisis de las regulaciones y reglamentos
- Política de servicio al cliente
- Análisis de las proyecciones de ventas
- Análisis de la carga a transportar
- Selección de los modos, los medios y los servicios alternativos de transporte.
- Planeación, ejecución y control de rutas.

2.2.4. Indicadores Logísticos Son herramientas de control de un proceso logístico, que sirven para identificar los principales problemas que se presentan en la cadena logística generando una ventaja competitiva. También utilizaos para determinar el éxito de una actividad o una organización, suelen establecerse para evaluar el desempeño de y los resultados, basados en datos cuantitativos que soportan una operación. Estos resultan necesarios para identificar una situación y tomar decisiones cuando las variables objeto de estudio se salen de los límites establecidos y permiten identificar la necesidad de generar cambios y mejoras que permitan la evaluación de los efectos en un menor tiempo.

Para el planteamiento de indicadores en una organización se debe tener presente que estos deben responder a:

- ¿Que, debo medir?
- ¿Dónde y cómo voy a medir?
- ¿Cuándo debo medir? (frecuencia y momento)
- ¿Quién auditara los resultados y con qué frecuencia?

2.2.5. Manual de procedimientos y funciones

2.2.5.1. Manual de procedimientos: Los manuales de procedimientos son fundamentales para toda organización y deben estar presentes en cada uno de los departamentos que la conforman. El manual de procedimientos es una guía detallada que de manera secuencial y detallada muestra la información de cómo se debe llevar a cabo un trabajo, una actividad o tarea en forma de libro que se puede entender fácil. Los procedimientos que son escritos permiten al personal encargado realizar las tareas con un método probado y seguro, aumentando la capacidad gracias a que los trabajadores ganan precisión y la velocidad en las actividades diarias.

El manual de procedimientos facilita la inducción que se hace al personal nuevo en una organización, este ayuda a que la comprensión de las responsabilidades y actividades a realizar sea más rápida y en consecuencia el tiempo que tarda en la capacitación sea menor.

2.2.5.2. Manual de funciones: Un manual de funciones es un “instrumento de trabajo que contiene el conjunto de normas y tareas que desarrolla cada funcionario en sus actividades cotidianas y será elaborado técnicamente basados en los respectivos procedimientos, sistemas y normas que se resumen en guías y orientaciones para desarrollar las labores cotidianas.”

Actualmente el manual de funciones en una empresa cobra una enorme relevancia al convertirse en una herramienta de toma de decisiones y es adecuado para conocer el orden jerárquico de una organización.

Cabe mencionar que hoy en día se hace necesario para una organización tener este tipo de documentos porque las certificaciones de (ISO, OHSAS) lo requieren, además ayudan a minimizar conflictos de área, establece responsabilidades y fomenta el orden; a su vez es el principio para

establecer otros sistemas organizacionales como lo son: líneas de carreras, evaluación de desempeño, escalas salariales.

2.2.6. Optimización En la actualidad existen métodos de optimización que gracias a la velocidad, fiabilidad y robustez que han alcanzado, hacen posible que pasen de ser sólo un activo académico para contribuir de forma real y significativa a la economía empresarial.

Un factor clave para el éxito de un método de optimización es que permita integrar a su estrategia de búsqueda el conocimiento disponible de su propio dominio.

Por otra parte, el diseño del modelo de optimización correspondiente no debe introducir elementos de la realidad que no sean significativos para el nivel de estudio que se realiza, sobre todo cuando introduzcan una carga computacional innecesaria que pueda hacer inoperante el modelo.

Actualmente existen varios tipos de programación, entre los cuales encontramos:

- Programación Lineal (LP)
- Programación Entera Mixta (MIP)
- Programación con Restricciones (CP)
- Programación Estocástica

Existen diferentes métodos que buscan dar solución a los problemas de optimización, los cuales tienen una gran consideración en aplicaciones científicas, prácticas e industriales, se han desarrollado diferentes tipos de métodos para solucionarlos entre los cuales se destacan dos clases: exactos y aproximados.

2.2.6.1. Métodos exactos Dentro de la categoría de métodos exactos se agrupan los algoritmos que tienen como característica el uso de técnicas analíticas o matemáticas, que aseguran la convergencia a una solución óptima, si ésta existe. Estos métodos son diseñados bajo supuestos y características específicas tales como continuidad, diferenciabilidad, espacio de búsqueda pequeño o linealidad, entre otros. Con base en teoremas matemáticos desarrollan procedimientos que garantizan una solución óptima (Z. Michalewicz and D. B. Fogel, *HowtoSolveIt: Modern Heuristics*. Springer, 2000. [Online]. Available: <http://www.amazon.com/How-Solve-It-Modern-Heuristics/dp/3540224947> 254, 256, 257, 258, 263). Por supuesto los métodos exactos no son siempre la respuesta adecuada, ya que presenta varias desventajas que impiden su uso en muchos problemas aplicados. En (Z. Michalewicz and D. B. Fogel, *How to Solve It: Modern Heuristics*. Springer, 2000. [Online]. Available: <http://www.amazon.com/How-Solve-It-Modern-Heuristics/dp/3540224947> 254, 256, 257, 258, 263) se afirma que la razón por la cual existen muchos métodos exactos puede deberse a que ninguno de ellos es realmente robusto, es decir, que se pueda aplicar a una gran diversidad de problemas y que siga siendo eficiente en el procedimiento de encontrar la solución óptima. Esta problemática suele ser ocasionada por las características inherentes de un problema, ya que éstas pueden impedir el uso de ciertos métodos exactos y crear la necesidad de elaborar otros más apropiados. Sin embargo, existen problemas que bajo su enfoque no pueden ser resueltos debido a su complejidad o al gran tamaño de su espacio de búsqueda. A continuación, se describen las características básicas de algunos de estos métodos.

2.2.6.1.1. Branch and Bound: Es uno de los métodos más utilizados para resolver modelos de programación entera, usa una estrategia de fraccionar y dominar, es decir, este método funciona a través de un árbol de búsqueda que inicia con un nodo denominado raíz y es quien se relaciona

directamente con el problema a resolver. A partir de este surgen nuevos nodos donde el espacio de solución es dividido en sub-problemas, los cuales posteriormente son optimizados de manera individual.

2.2.6.1.2. Método simplex: Es un método que parte de una solución inicial y permite ir mejorando la solución en cada paso. La razón matemática de esta mejora radica en que el método consiste en caminar del vértice de un poliedro a un vértice vecino de manera que aumente o disminuya (según el contexto de la función objetivo, sea maximizar o minimizar), dado que el número de vértices que presenta un poliedro solución es finito siempre se hallará solución.

Este método fue creado en el año de 1947 por el estadounidense George Bernard Dantzig y el ruso Leonid Vitalievich Kantorovich, con el fin de crear un algoritmo capaz de solucionar problemas de m restricciones y n variables.

2.2.6.2. Métodos aproximados: permiten encontrar soluciones en tiempos razonables, aunque estas no son las óptimas si logran acercarse a la solución óptima. Esta clase de métodos se clasifican en metaheurísticas y heurísticas.

2.2.6.2.1. Heurísticas: En Investigación de Operaciones, una heurística es una técnica de resolución de problemas de optimización (conformada por una regla o un conjunto de reglas) que busca buenas soluciones a un costo computacional razonable, sin garantizar optimalidad. Una característica de los métodos heurísticos es que pueden encontrar una solución de alta calidad pero que no necesariamente es la óptima, e incluso, en muchos casos no se llega a establecer lo cerca que está una solución heurística de la solución óptima.

2.2.6.2.2. Metaheurísticas: Se trata de combinar inteligentemente diversas técnicas para explorar el espacio de soluciones. Osman y Kelly (1996) aportan la siguiente definición:

Los procedimientos metaheurísticos son una clase de métodos aproximados que están diseñados para resolver problemas difíciles de optimización combinatoria, en los que los heurísticos clásicos no son ni efectivos ni eficientes. Los metaheurísticos proporcionan un marco general para crear nuevos algoritmos híbridos combinando diferentes conceptos procedentes de la inteligencia artificial y la mecánica estadística.

En gran parte las metaheurísticas están dirigidas a dar solución a problemas de optimización combinatoria. Este tipo de métodos se basan en fenómenos naturales como el comportamiento de las abejas o partículas con el fin de evitar la principal desventaja de la heurística de caer en óptimos locales.

2.2.7. Problema de ruteo de vehículos VRP: Problema de Ruteo de Vehículos (Vehicle Routing Problem, VRP) es un problema de optimización combinatoria importante y muy estudiada, que surge de aplicaciones logísticas de transporte y distribuciones reales, tales como, ruteo de colectivos escolares, envíos postales y distribución de mercaderías. (Solomon, 1987).

Algunos problemas de ruteo se presentan a continuación:

2.2.7.1. Variaciones del VRP: En la actualidad existen diferentes modelos de VRP los cuales las empresas pueden implementar, para disminuir los costos del transporte en los que tiene que incurrir a la hora de hacer la distribución de sus pedidos. Adicionalmente existen varios modelos que están ligados a los valores que puedan tomar los parámetros y a su vez a las restricciones a las

cuales se tiene que adaptar. (Bodin L. the state of the art in the routing and schedulling of vehicles and crews. 1981. Pag. 365).

2.2.7.2. Ventanas de tiempo (VRPTW): El VRPTW es un problema de distribución que se enfoca en minimizar costos de transporte a través del diseño de rutas que permitan abastecer desde un depósito central a un conjunto de puntos (clientes) geográficamente dispersos. Las rutas deben estar diseñadas de tal forma que cada cliente es visitado sólo una vez por un vehículo en un intervalo de tiempo determinado; todas las rutas comienzan y terminan en el depósito y las demandas totales de todos los puntos de una ruta en particular no deben exceder la capacidad del vehículo. El modelo presentado por Bräysy et al., 2005a y 2005b consideran múltiples objetivos que consisten en minimizar no sólo el número de vehículos necesarios, sino también el tiempo total de viaje o distancia de recorrido total realizado por la flota de vehículos.

Existen dos tipos de ventanas de tiempo que se pueden utilizar:

Las ventanas de tiempos fuertes que, a diferencia de las ventanas suaves, no permiten tiempos de espera ni llegadas tardías. Este tipo de problemas con ventanas de tiempo fuertes han sido trabajadas por Baños et al. (2013), Chang et al. (2009) y Wang et al. (2002). Vidal et al. (2013) proponen un método de solución llamado Hybrid Genetic Searchwith Advanced Diversity Control (HGSADC). Este método soluciona una amplia gama de problemas de enrutamiento de vehículos con ventanas de tiempo, restricciones con respecto al tiempo de recorrido por ruta y atributos adicionales que implican los requisitos para la asignación de clientes a todo tipo de vehículos o depósitos.

A diferencia de las ventanas de tiempo fuerte, las suaves permiten la presencia de tiempos de espera y entregas tardías en las instalaciones del cliente, aunque se incurre en una penalidad en la

función objetivo. Estos problemas han sido estudiados por Qureshi et al. (2009), Calvete et al. (2007) y Qureshi et al. (2012). En algunos casos, es posible que un cliente tenga más de una ventana de tiempo, por ejemplo, en el caso de despacho de insumos a un restaurante, se tienen dos ventanas de tiempo, antes de la hora de almuerzo, y después de la hora de almuerzo, ya que no se puede estar recibiendo mercancía dentro de este periodo de tiempo. Si la diferencia entre éstos es pequeña comparado con el horizonte de tiempo, se habla de una ventana de tiempo angosta.

2.2.7.3. Múltiples Bodegas (MDVRP): En esta variación del problema de ruteo de vehículos, cuenta no solo con una bodega sino con varias, donde cada una tiene asociada una flota de vehículos, que deben servir a los clientes; por lo cual se refleja un problema adicional que es el asignar los clientes a las distintas bodegas. Además, permite que los vehículos no necesariamente vuelvan a la misma bodega de la que partieron lo cual hace que el problema adquiera un alto grado de complejidad (Gabor & Said, 2002).

2.2.7.4. VRP con backhauls (VRPPD): El problema de ruteo con backhauls es un VRP en el cual los clientes pueden demandar o devolver productos a los vehículos, por lo tanto, se debe tener presente que el vehículo tenga capacidad para las dos acciones. Las cantidades a entregar y recogidas son fijas y conocidas de antemano. Esta restricción hace el problema más complejo y puede causar una mala utilización de los vehículos. (Jacobs-Blecha & Goetschalckx, 1992).

2.2.7.5. VRP con entrega dividida (SDVRP): Es una relajación del VRP donde está permitido que el mismo cliente pueda ser servido por diferentes vehículos, si esto reduce el costo total (Neo

Networking and Emerging Optimization, agosto 2013), lo cual es importantes si el tamaño de las órdenes de los clientes excede la capacidad.

3. Descripción y diagnóstico de los procesos

3.1. Descripción de la metodología usada

Con el propósito de conocer y analizar la situación actual de la empresa se realiza el diagnóstico el cual busca establecer las debilidades existentes en los procesos de alistamiento y distribución de los pedidos para luego hacer propuestas que fortalezcan estos procesos.

Para realizar el diagnóstico, recopilar la información y poder identificar la situación de la empresa se utilizaron herramientas cualitativas y cuantitativas por medio de actividades diferentes tales como:

- **Observación directa:** Semanalmente se realizaron varias visitas a la empresa para conocer cómo se desarrollaba los procesos logísticos, ver la infraestructura física de la misma y el clima organizacional en la jornada laboral.
- **Entrevistas:** Se recolectó información con el personal directivo y operativo de la empresa, las preguntas que se realizaron fueron acerca de los procesos logísticos como lo son el alistamiento, la facturación, despachos y la distribución de los pedidos, a su vez también se preguntó acerca de las funciones que desarrollan, herramientas que utilizan, cómo se lleva el manejo de la información, cómo es el ambiente laboral entre otros aspectos, con

el fin de conocer en detalle cómo se lleva a cabo los procesos y las labores para así identificar los posibles causantes de los problemas.

- Análisis de la información suministrada por la empresa: la empresa cuenta con un sistema de información 1E el cual es confiable, donde se puede ver datos de cada una de las áreas de la empresa, para el interés del área de logística; el resto de la información con la que se contó para llevar a cabo el diagnóstico fue de manera física tales como borradores de los pedidos, facturas, planillas para los vehículos entre otros.

3.2. Proceso de almacenamiento

El proceso de almacenamiento es el punto de partida para llevar a cabo los procesos de alistamiento y distribución de los pedidos; la descripción de este proceso se muestra a continuación:

El proceso de almacenamiento parte desde el momento en que los productos son empacados al vacío en la planta de la empresa; posteriormente los productos son llevados en canastillas de color rojo a un cuarto frío de producto terminado que se encuentra a una temperatura entre 0°C a 4°C. La canastilla lleva una cinta, que especifica el lote de producción; a su vez el color de la misma cambia dependiendo del día en el se lleva a cabo la producción de los productos que contiene cada canastilla; esto con el fin controlar los inventarios de producto en proceso y producto terminado. El almacenamiento de los productos está a cargo de un operario quien ingresa los productos a los cuartos de producto terminado e identifica donde se encuentra la torre de lotes de producción anteriores de cada producto que se va almacenar, posteriormente debe ubicar las canastillas de cada producto en la parte inferior de la torre; esto con el fin de evitar la mala rotación de inventarios, teniendo en cuenta que la rotación que se hace del inventario es FIFO.

La empresa cuenta con tres cuartos de producto terminado:

- Cuarto 1: Almacenamiento de carnes procesadas, cortes de asar, cortes de sudar
- Cuarto 2: Almacenamiento de hueso y carne molida.
- Cuarto 3: Pedidos alistados

Cabe mencionar que los cuartos de producto terminado no cuentan con señalización que permita identificar la ubicación de cada producto, dificultando el alistamiento de los mismos y en ocasiones se lleve a cabo una mala rotación de los productos. Todos los productos no tienen la misma demanda, por tanto, no rotan igual, es decir el inventario que se tiene físico de cada uno de estos es variable.

El inventario de producto terminado está a cargo de la analista logística y del líder de cuartos de producto terminado, quiénes diariamente hacen inventarios cíclicos de diferentes referencias las cuales son escogidas aleatoriamente, esto con el fin de corroborar que la información que se tiene en el sistema de información 1E este actualizada. También se lleva a cabo un inventario general, el cual se hace el último día del mes.

3.3. Diagrama de flujo de la orden de pedido

Conocer a través de un diagrama de flujo el recorrido de la orden de pedido. El entender cómo se realiza esta operación es importante, dado que, dependiendo del tipo de cliente, el proceso es diferente. Cabe resaltar que es allí donde empieza el proceso para entregar el pedido, el cual finaliza en alistamiento y distribución (áreas a intervenir en este proyecto).

A continuación, se presenta el diagrama de flujo para la orden de pedido:

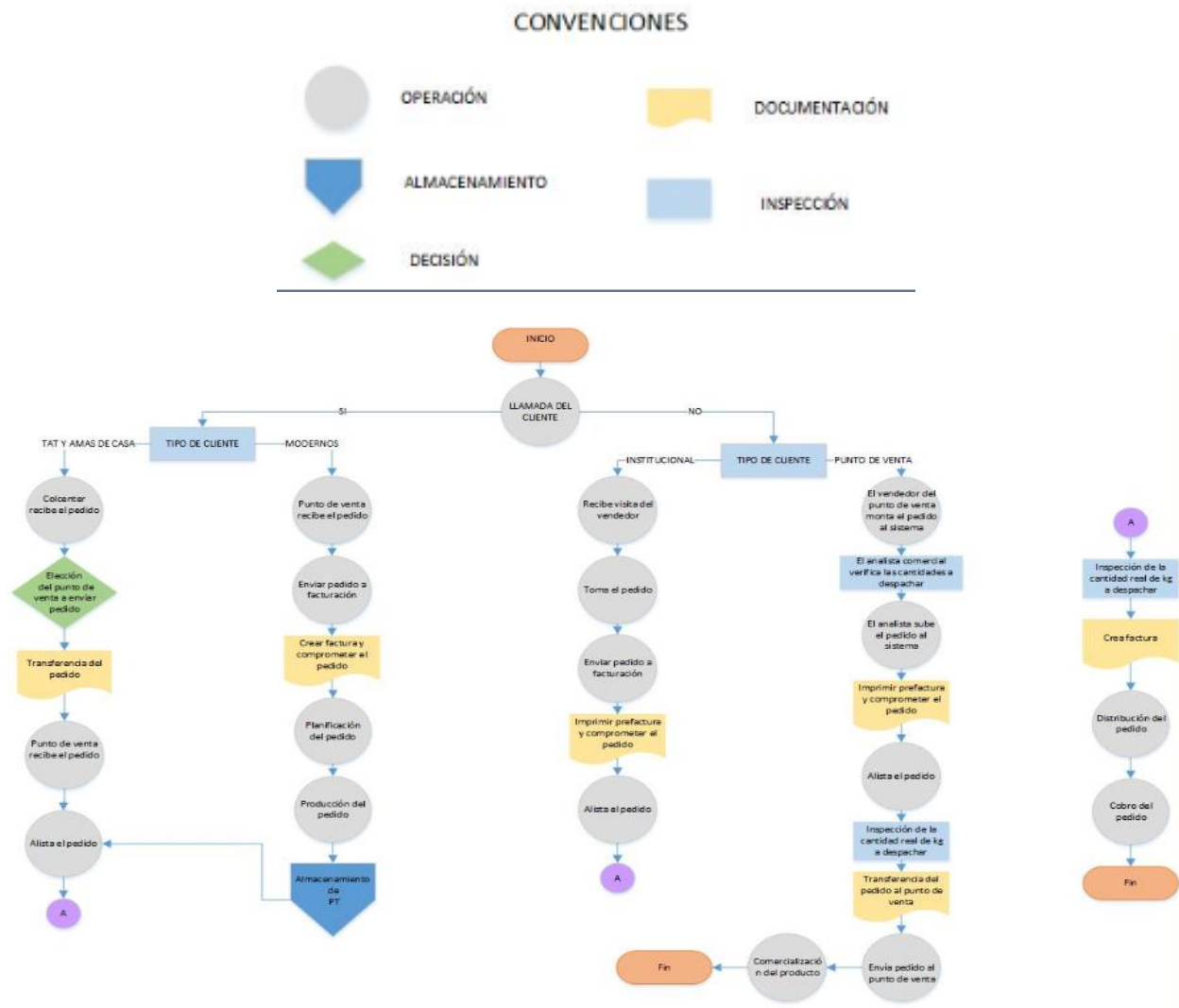


Figura 5. Diagrama de flujo para la orden de pedido.

3.4 Proceso de alistamiento.

El proceso de alistamiento dentro de una empresa es fundamental, ya que de este depende la continuidad que se le da a la entrega a tiempo de cada uno de los pedidos, y en consecuencia la satisfacción de los clientes. INVERSIONES ZULUAGA RUEDA es consciente de esto, es por ello que el proceso de alistamiento cuenta con una promesa de servicio al cliente donde se priorizan

los pedidos de los clientes que se encuentran fuera de la ciudad de Bucaramanga, teniendo en cuenta que el recorrido que éstos tienen que hacer para llegar a su destino es mayor. A continuación, se presenta una tabla donde se especifican los porcentajes que equivalen a los días que los productos están almacenados en la planta y los días restantes que corresponden a los días de vida útil con los que cuenta el producto después de ser despachados de la misma.

Tabla 3.

Porcentaje de almacenamiento de pedidos por cliente.

Tipo de cliente	Tiempo de vida útil (días).	Tiempo máx. De almacenamiento en la planta. (días)	% de los días que dura el producto en la planta.	Vida útil con que se le entrega el producto al cliente. (días)	% de vida útil con que se le entrega el producto al cliente.
Puntos de venta	24	10	41.6%	14	58.4%
Institucional	24	9	37.5%	15	62.5%
Moderno	24	5	20.8%	19	69.2%
TAT	24	8	33.3%	16	66.7%
Ventas desde la planta	24	10	41.6%	14	58.4%

Nota. Información adaptada por la empresa Carnes & Carnes.

Como se puede apreciar en la tabla anterior los pedidos en su totalidad salen de la planta con más de 58.3% de la vida útil, esto con el fin de garantizar que la comercialización y consumo de

los productos se lleve a cabo en los días que restan antes que éstos lleguen a su fecha de vencimiento. En la actualidad la empresa tiene 32 puntos de atención a clientes.

En el proceso de alistamiento se llevan a cabo una serie de actividades la cuales se describen a continuación:

3.4.1. Actividades

3.4.1.1 servicio al cliente (recepción de pedidos): Existen dos medios de comunicación mediante los cuales se hace la recepción de las órdenes de pedido dependiendo del tipo de cliente.

- Call center: la empresa cuenta con dos operarias en la planta quienes son las encargadas de recibir los pedidos de las amas de casa y los TAT por medio de llamadas. El tiempo con el que se cuenta para llevar a cabo la entrega de dichos pedidos son de 1 día para los TAT y de 1 hora para las amas de casa. Cuando los operarios tienen la orden de pedido la envían al punto de venta más cercano al destino del pedido, para que sea éste quien haga el alistamiento y despacho del mismo; esto con el fin de cumplir con la promesa que se le hizo al cliente de recibir su pedido en un tiempo determinado.
- Email: éste medio es utilizado por el personal encargado de ventas (comercial), quien envía los pedidos por medio de correos a facturación para que esta se encargue de subirlos al Sistema (1E) y comprometerlos.

3.4.1.2 creación de la orden de pedido: Después que facturación compromete los pedidos en el sistema (1E) imprime una orden de pedido donde se especifica el nombre del cliente, la cantidad de kilos y la cantidad de unidades de cada producto, para luego hacer entrega de ésta al personal

encargado de alistar los pedidos. Cabe resaltar que el proceso de alistamiento de los pedidos se lleva a cabo con un día de anticipación a su despacho, es por ello que la recepción de los pedidos se hace hasta las 3 pm. Los procedimientos mencionados anteriormente se realizan en la planta de producción.

3.4.1.3. Alistamiento de los pedidos: Cada orden de pedido es entregada a un operario quien se encarga de hacer el alistamiento completo. Debido a que los productos no son identificados de manera inmediata por la falta de señalización dentro de los cuartos de producto terminado, se generan desplazamientos adicionales e innecesarios que aumentan directamente el tiempo promedio de alistamiento de pedido; Una vez el operario termina de recolectar los ítems, ubica las canastillas en el área de lectura identificado cada una de ellas con la orden de pedido.

3.4.1.4. Facturación de los pedidos: En este proceso el operario escoge un pedido pendiente por lectura y procede hacer el registro en el sistema (1E) mediante el pistoleo del código de barras que trae consigo cada producto. A su vez se va haciendo el registro de dichas cantidades en el formato de la orden que se tiene en físico para identificar los faltantes.

El sistema valida automáticamente los productos leídos y notifica al área de facturación la cantidad de kilos reales que salen en cada pedido, a su vez se lleva el registro manualmente en la orden física. A medida que el operario va leyendo productos, los va colocando en una canastilla la cual es ubicada en la zona de pedidos alistados y leídos una vez se haya terminado la lectura de los ítems de la orden de pedido. Cabe mencionar que en el 40% de los pedidos alistados quedan con faltantes.

El jefe de logística recibe los documentos de las órdenes alistadas y es responsable de verificar las cantidades del pedido con las separadas, identificando el número de orden de despacho y los faltantes.

Los productos faltantes en el proceso de lectura no se pueden encontrar porque no están ubicados correctamente o por que se agotó el inventario físico de ese producto. El jefe de logística es el encargado de resaltar con un marcador los faltantes de cada orden, para que uno de los operarios el día siguiente busque los productos en los cuartos fríos teniendo presente que el inventario físico cambia todos los días por la producción diaria. Cuando se completan los faltantes en los pedidos, el jefe de logística lleva a facturación dicho reporte para que se genere la factura o remisión del mismo, lo que implica que el proceso de alistamiento finalizó y el pedido está listo para enviar.

Este proceso de validación representa una demora y significa un reproceso en el proceso de alistamiento ya que se debe verificar si las unidades alistadas fueron las correctas en la cantidad requerida.

3.4.2. Recopilación de datos en el proceso de alistamiento. La empresa cuenta con un sistema de información (1E), donde se lleva el registro de la cantidad de pedidos y unidades de cada referencia que se hacen mensualmente.

3.4.2.1 Número de pedidos y unidades alistadas. Para llevar a cabo un análisis de la cantidad de pedidos y unidades que se alista mensualmente en la empresa se extrajeron los datos del segundo semestre del año 2017, los cuales se presentan a continuación.

Tabla 4.

Reporte de indicadores mensuales del año 2017

Mes	Pedidos alistados	Cantidad de unidades alistadas	Promedio de unidades por pedido
Julio	1074	36250	34
Agosto	1149	36731	32
Septiembre	1153	36622	32
Octubre	1067	36689	34
Noviembre	1060	37178	35
Diciembre	1190	37921	32

Nota. Información adaptada por la empresa Carnes & Carnes



Figura 6. Cantidad de pedidos alistados segundo semestre año 2017.

A pesar de que la variable del número de pedidos alistados es importante para la generación de análisis como los tiempos promedio por órdenes de pedido, recursos utilizados y distancias recorridas, es importante aclarar que el número de pedidos no sirve como indicador para cuantificar

las ventas ya que el comportamiento varía con respecto a las especificaciones de los productos que son demandados.

Por otra parte, INVERSIONES ZULUAGA RUEDA tiene una diversidad alta de clientes nacionales con volúmenes de venta diferentes que se refleja directamente en el número de unidades por pedido. Cabe aclarar que la palabra unidad hace referencia a la cantidad de paquetes que salen por producto.

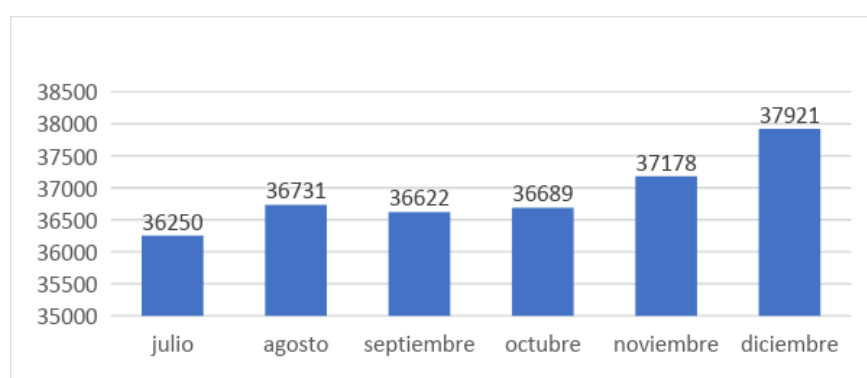


Figura 7. Cantidad de unidades alistadas segundo semestre año 2017.

En la figura 7 se muestra el número de unidades alistadas mensuales del segundo semestre del año 2017. El alza del mes de diciembre se puede explicar debido a nuevos productos que se ofertan en la temporada de fin de año. Con respecto a los otros meses, se presenta una estacionalidad.

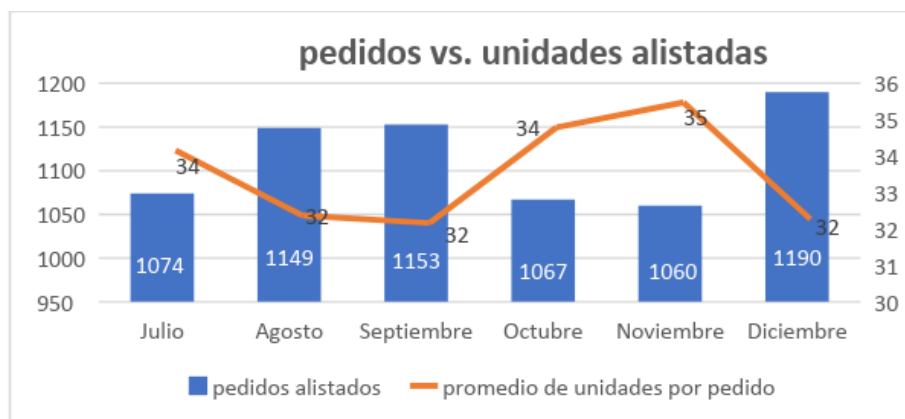


Figura 8. Pedidos vs. Unidades alistadas segundo semestre año 2017.

Como se puede observar en la figura 8, existe una relación inversamente proporcional en cuanto a la cantidad de unidades alistadas por pedido y el volumen de los mismos. Esto quiere decir, que se presenta una venta promedio estable mensual con diferencias en la cantidad de órdenes de pedido solicitadas de tal forma que para meses con bajas órdenes la relación de unidades pedidas por orden es más alto.

Por otra parte, el número de pedidos alistados aumenta en los últimos meses debido al incremento de pedidos pequeños en clientes locales.

3.4.2.2. Número de pedidos alistados por cada operario. A continuación, se presenta el cálculo del número de pedidos que alista en promedio un operario diariamente:

Tabla 5.

Reporte del número de pedidos alistados año 2017

	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Número promedio de personas alistando pedidos por día.	5	5	5	5	5	5
Número promedio de pedidos alistados por día.	45	48	48	44	44	50
Promedio de pedidos alistados por persona por día.	9	9,6	9,6	8,8	8,8	10

Nota. Información adaptada por la empresa Carnes & Carnes.

Cabe mencionar que para obtener los datos presentados en la tabla 11, se tuvo en cuenta la cantidad de pedidos que se alistaron en el segundo semestre del año 2017 y el horario laboral de los operarios del área de logística, quienes trabajan de lunes a sábado es decir seis días a la semana.

Con el propósito de mostrar el comportamiento y la tendencia del número de pedidos alistados diariamente en promedio por cada operario se realiza la siguiente gráfica.

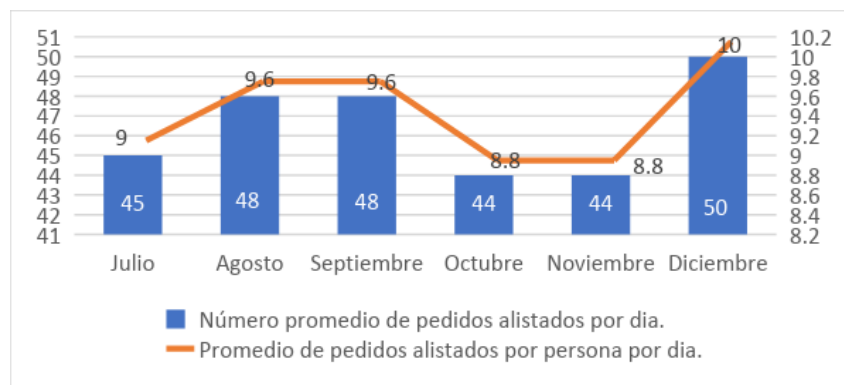


Figura 9. Comportamiento de pedidos alistados segundo semestre año 2017

Se puede observar que el número de operarios involucrados en el proceso de alistamiento es constante y que el promedio de pedidos alistados por días se incrementa en un 10% de julio a diciembre. Se debe tener presente que el número de unidades por pedido varia, lo cual hace que el número de pedidos alistados por operario aumente o disminuya. Esto no quiere decir que el nivel de eficiencia aumente o disminuya.

3.4.2.3. Tiempo de alistamiento por pedido Para tener un análisis completo del diagnóstico realizado en el proceso de alistamiento, es necesario incorporar la variable tiempo, siendo ésta el indicador más idóneo para evaluar la eficiencia del proceso. Con el objetivo de visualizar esta variable, se muestra a continuación los tiempos promedios de pedidos alistados durante el segundo semestre del año 2017; cabe mencionar que estos tiempos se obtuvieron a partir de información suministrada por el sistema 1E (sistema de información) que tiene la empresa y la cantidad de horas trabajadas por el personal de al área de logística.

Horas trabajadas / día: 8

Días trabajados: 24

Tabla 6.

Tiempo del alistamiento de pedidos año 2017.

descripción	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
unidades alistadas	36250	36731	36622	36689	37178	37921
pedidos alistados	1074	1149	1153	1067	1060	1190
promedio de unidades alistadas por hora por operario	37,7	38,26	38,14	38,21	38,7	39,5
promedio de unidades por pedido	34	32	32	34	35	32
tiempo promedio de alistamiento por pedido (min)	10,73	11,03	10	10,90	10,90	9,6
pedidos alistados por hora	5,59	5,98	6	5,5	5,5	6,19

En la siguiente figura se visualiza la relación existente entre el tiempo promedio de pedidos alistados y el promedio de unidades alistadas. Con esto se quiere describir la relación entre el número de unidades alistadas y el tiempo que tarda en alistarse un pedido. Si bien, se entiende que no existe correlación entre los pedidos y las unidades alistadas debido a las necesidades de la demanda, si existe una relación entre el tiempo promedio.

Es decir, a mayor número de unidades contenidas en una misma orden de pedido, mayor será el tiempo promedio gastado para completar dicha orden. Con el escenario contrario, en donde hay un mayor número de pedidos con bajas cantidades de unidades, se generarán mayores tiempos muertos entre los inicios de operación de cada una de las órdenes.

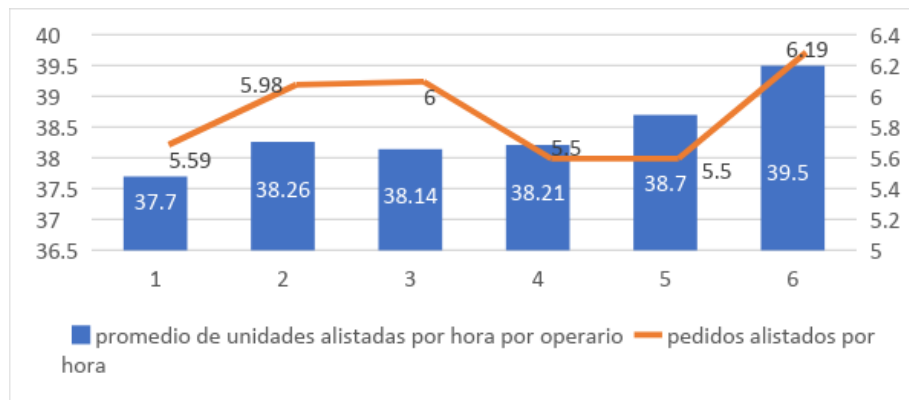


Figura 10. Cantidad de pedidos alistados en el segundo semestre año 2017

Cabe mencionar que en área de logística de la empresa no se cuenta con un plan de trabajo establecido, sino que las actividades se llevan a cabo dependiendo de las necesidades diarias con las que se cuente. Como consecuencias al no contar con un plan de trabajo y no poder controlar el desempeño de los empleados, se presentan retrasos en la entrega de los pedidos, esta situación muestra la falta de un plan de trabajo y de control del mismo, estos factores están afectando la efectividad de los procesos en la empresa.

3.4.4. Árbol de problemas. A continuación, se muestra un árbol de problemas donde se busca identificar un problema en específico teniendo en cuenta las causas y efectos que se pretenden eliminar mediante el planteamiento y puesta en marcha de propuestas de mejora.

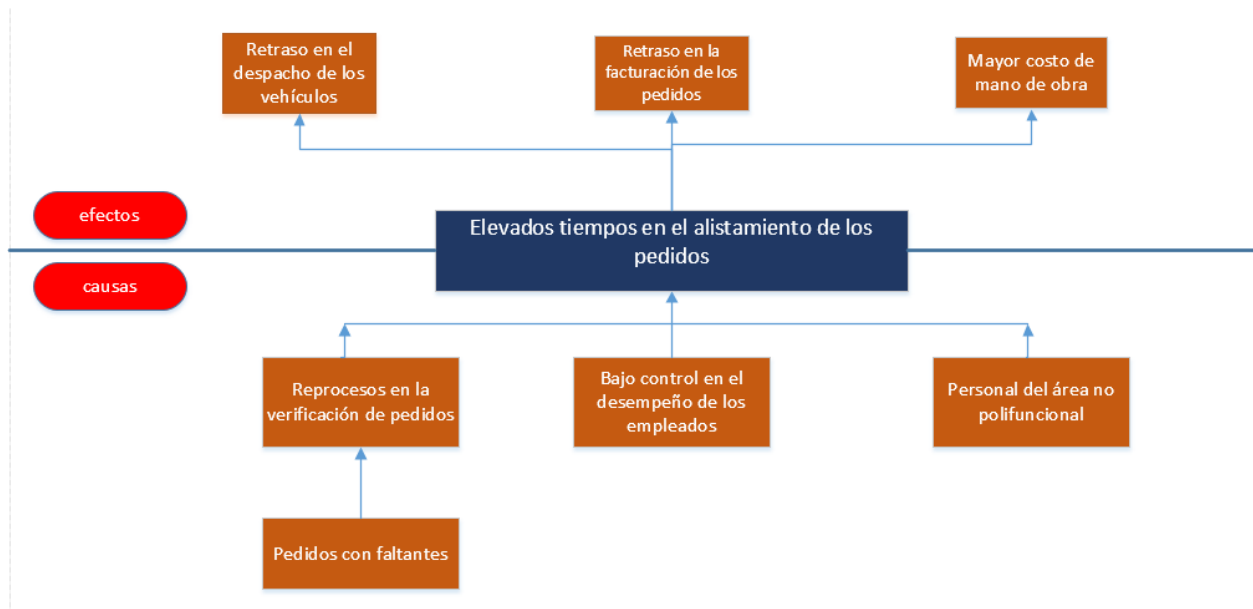


Figura 11. Árbol de problemas para el alistamiento

3.5 Análisis de pedidos y clientes

A continuación, se presenta un análisis de clientes y los pedidos despachados a los diferentes canales de distribución. Para realizar estos análisis se tomaron las ventas totales de julio a diciembre del año 2017.

3.5.1 Análisis de kg por referencias: Se realiza un análisis de Pareto con el fin de identificar cuáles son aquellas referencias que equivalen al 80% de los kg en los pedidos despachados; el análisis se lleva a cabo mes a mes, se mostrará un ejemplo con el canal institucional de cómo se realizaron los cálculos y las gráficas para este análisis, es importante mencionar que se tuvo en cuenta todos los canales excepto los clientes modernos, dado que estos tienen un manejo diferente desde su producción hasta su distribución. A continuación, se muestran los resultados obtenidos.

Las gráficas y tablas de los demás canales de distribución (TAT, ventas desde la planta y puntos de venta) se encuentran en los anexos. (ver anexo F).

- **Canal institucional**

Tabla 7.

Cantidad de kg por referencia- canal institucional

Referencia	Total	% participación	% acumulado
14185	33995,32	12,10%	12,10%
11048	16327,59	5,81%	17,91%
12070	12649,79	4,50%	22,42%
13177	12622,25	4,49%	26,91%
11046	12621,43	4,49%	31,41%
11060	12023,62	4,28%	35,69%
11056	11667,14	4,15%	39,84%
11012	11380,10	4,05%	43,89%
11054	11205,22	3,99%	47,88%
11044	11146,84	3,97%	51,85%
13161	9397,98	3,35%	55,20%
11031	9329,19	3,32%	58,52%
14197	8308,15	2,96%	61,48%
11036	8280,40	2,95%	64,43%
11001	8108,29	2,89%	67,31%
12067	7442,44	2,65%	69,96%
14217	5306,95	1,89%	71,85%
14202	5005,96	1,78%	73,64%
14208	4161,79	1,48%	75,12%
14223	3816,63	1,36%	76,48%

Referencia	Total	% participación	% acumulado
12123	3608,14	1,28%	77,76%
12061	3313,21	1,18%	78,94%
12072	2905,86	1,03%	79,98%
12141	2591,43	0,92%	80,90%
13148	2545,14	0,91%	81,80%
14229	2534,00	0,90%	82,71%
12005	2439,99	0,87%	83,58%
14266	2240,76	0,80%	84,37%
13158	2084,20	0,74%	85,12%
12076	1935,76	0,69%	85,80%
12064	1849,06	0,66%	86,46%
12002	1651,92	0,59%	87,05%
46010	1643,68	0,59%	87,64%
46008	1604,73	0,57%	88,21%
12075	1586,23	0,56%	88,77%
12121	1502,81	0,54%	89,31%
46030	1485,68	0,53%	89,84%
26011	1353,25	0,48%	90,32%
12137	1349,46	0,48%	90,80%
46015	1333,80	0,47%	91,27%
13180	1203,80	0,43%	91,70%
14227	1168,16	0,42%	92,12%
13164	1045,25	0,37%	92,49%
12119	952,93	0,34%	93,18%
13169	902,28	0,32%	93,50%
11247	897,54	0,32%	93,82%
12127	895,55	0,32%	94,14%
13152	893,13	0,32%	94,45%
12115	780,06	0,28%	94,73%
12117	768,19	0,27%	95,00%

Referencia	Total	% participación	% acumulado
14189	732,61	0,26%	95,27%
36010	724,00	0,26%	95,52%
14195	641,33	0,23%	95,75%
46031	636,53	0,23%	95,98%
14212	593,99	0,21%	96,19%
13174	496,46	0,18%	96,37%
13150	491,16	0,17%	96,54%
12129	426,23	0,15%	96,69%
11008	424,63	0,15%	96,84%
26030	424,03	0,15%	97,00%
66022	415,79	0,15%	97,14%
12125	411,07	0,15%	97,29%
46035	362,87	0,13%	97,42%
36033	353,00	0,13%	97,54%
26017	345,66	0,12%	97,67%
11010	342,98	0,12%	97,79%
26059	333,51	0,12%	97,91%
56003	332,10	0,12%	98,03%
36034	305,00	0,11%	98,14%
11263	295,16	0,11%	98,24%
14220	271,53	0,10%	98,34%
11041	250,10	0,09%	98,43%
14004	245,07	0,09%	98,51%
26066	230,84	0,08%	98,60%
14206	221,00	0,08%	98,67%
26080	214,67	0,08%	98,75%
14002	207,92	0,07%	98,82%
11020	202,56	0,07%	98,90%
46043	187,56	0,07%	98,96%
12146	181,32	0,06%	99,03%

Referencia	Total	% participación	% acumulado
12272	163,04	0,06%	99,09%
26026	146,32	0,05%	99,14%
14014	146,25	0,05%	99,19%
12270	132,94	0,05%	99,24%
14236	125,00	0,04%	99,28%
14012	120,88	0,04%	99,33%
36005	114,13	0,04%	99,37%
66006	100,65	0,04%	99,40%
36033	100,00	0,04%	99,44%
56006	95,37	0,03%	99,47%
12135	93,50	0,03%	99,50%
46033	85,85	0,03%	99,54%
11244	81,71	0,03%	99,56%
13182	73,54	0,03%	99,59%
46017	59,26	0,02%	99,61%
12003	56,55	0,02%	99,63%
46029	56,10	0,02%	99,65%
12154	55,68	0,02%	99,67%
12082	55,50	0,02%	99,69%
26014	55,07	0,02%	99,71%
11072	51,46	0,02%	99,73%
46027	50,13	0,02%	99,75%
13008	46,77	0,02%	99,76%
26081	43,08	0,02%	99,78%
46024	38,68	0,01%	99,79%
12007	37,13	0,01%	99,81%
13232	32,92	0,01%	99,82%
26001	31,48	0,01%	99,83%
26003	30,68	0,01%	99,84%
46038	30,68	0,01%	99,85%

Referencia	Total	% participación	% acumulado
46004	29,44	0,01%	99,86%
26046	27,00	0,01%	99,87%
13230	26,43	0,01%	99,88%
46040	21,31	0,01%	99,89%
12004	21,13	0,01%	99,90%
12101	20,94	0,01%	99,90%
46002	20,01	0,01%	99,91%
36041	19,60	0,01%	99,92%
13002	16,28	0,01%	99,92%
13001	15,35	0,01%	99,93%
12006	15,18	0,01%	99,93%
26091	14,78	0,01%	99,94%
13007	13,85	0,00%	99,94%
26037	13,38	0,00%	99,95%
26095	13,07	0,00%	99,95%
12082	11,00	0,00%	99,96%
11271	9,94	0,00%	99,96%
36011	9,30	0,00%	99,96%
13238	8,18	0,00%	99,97%
26071	7,86	0,00%	99,97%
26016	6,68	0,00%	99,97%
15006	6,38	0,00%	99,98%
14005	5,62	0,00%	99,98%
11064	3,75	0,00%	99,99%
36014	3,20	0,00%	99,99%
11269	2,40	0,00%	99,99%
12133	2,00	0,00%	99,99%
13154	2,00	0,00%	99,99%
36024	1,35	0,00%	99,99%
13156	1,00	0,00%	99,99%

Referencia	Total	% participación	% acumulado
26088	1,00	0,00%	99,99%
12001	0,65	0,00%	100,00%
36004	0,25	0,00%	100,00%
13275	0,22	0,00%	100,00%
26020	0,00	0,00%	100,00%
156	280850,09		

Nota. Información adaptada por la empresa Carnes & Carnes.

En la tabla anterior se puede evidenciar que en total para el canal institucional se vendieron 156 referencias en el segundo semestre de 2017. A continuación, se muestra una figura con el análisis Pareto donde se evidencia que 24 de estas referencias suman el 80% de los kilos vendidos durante este periodo.

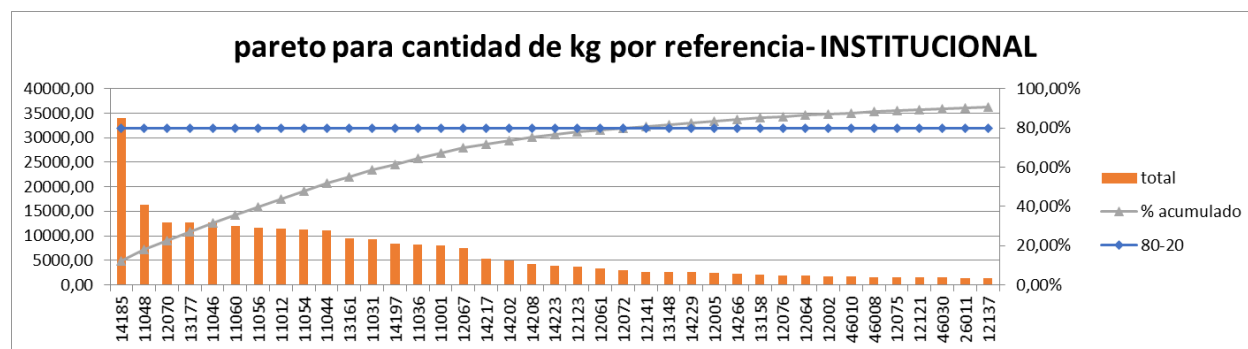


Figura 12. Pareto kg por referencia- canal institucional.

Teniendo en cuenta las referencias que representaron para la compañía el mayor porcentaje de kilogramos vendidos (24 referencias que suman el 80% de los kg vendidos), se hace un análisis mes a mes por medio de una gráfica que muestra el comportamiento que estas tuvieron.

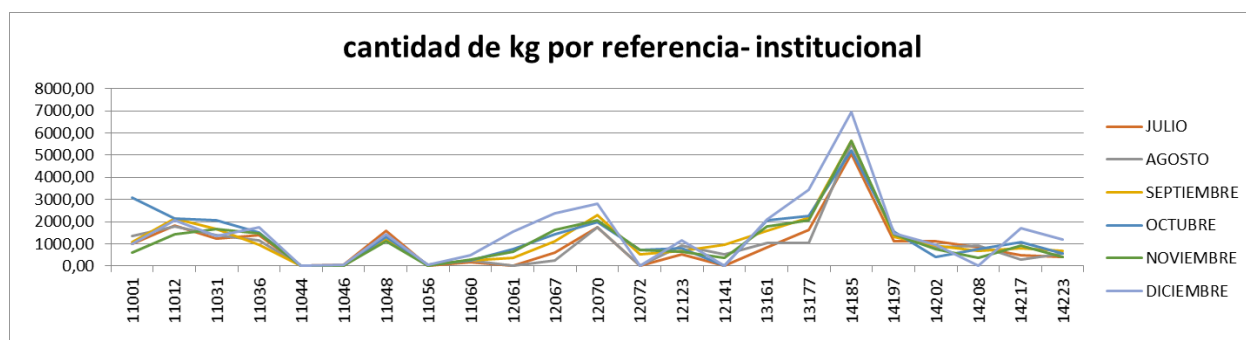


Figura 13. kg por referencia mes a mes- canal institucional segundo semestre año 2017.

En la figura 13 se puede observar que la cantidad de kilogramos por referencia no tiene un comportamiento estacional durante el periodo analizado, dado que no presenta ninguna tendencia y presenta variaciones mes a mes. En la gráfica se puede observar que las referencias que más se vendieron de los meses de julio a diciembre son la 14185, 11001 y 11048 y 12070.

- **PUNTO DE VENTA**

En la tabla (ver apéndice F) se puede evidenciar que en total para el canal punto de venta se vendieron 137 referencias en el segundo semestre de 2017, pero los kg de 24 de ellas hacen parte del 80% de los kg totales de todo el semestre para este canal de distribución. También se puede notar que la gráfica (ver apéndice F) no tiene un comportamiento estacional, dado que no presenta ninguna tendencia y presenta variaciones en los kg de las referencias mes a mes. A su vez la gráfica permite observar que las referencias que más se vendieron para este canal y presentan picos son la 14004, 14002, 14003 y la 14223 con una venta total del semestre de 33146.85, 24351.44, 43000.96 y 63429.57 kg respectivamente.

- **VENTAS DESDE LA PLANTA**

En la tabla (ver apéndice F) se puede evidenciar que en total para el canal “ventas desde la planta” se vendieron 70 referencias en el segundo semestre de 2017, pero los kg de 2 de ellas hacen

parte del 80% de los kg totales de todo el semestre para este canal de distribución. También se puede notar en la gráfica (ver apéndice F), que la referencia que más se vendió en los 6 meses fue 15009.

- **TAT**

En la tabla (ver apéndice F) se puede evidenciar que en total para el canal “TAT” se vendieron 34 referencias en el segundo semestre de 2017, pero los kg de 6 de ellas hacen parte del 80% de los kg totales de todo el semestre para este canal de distribución. También se puede notar en la gráfica (ver apéndice F) que algunas de las 6 referencias presentan picos dado que son las que más se venden en este canal. A su vez se puede concluir que la gráfica tiende a ser estacionaria, dado que mes a mes tiende a presentar un comportamiento similar entre la referencia y la cantidad de kg.

A continuación, se muestra una tabla donde se expone el 80% de los productos que más son vendidos en cada uno de los canales de distribución, a su vez se presenta los productos que son representativos en las ventas en más de un canal de distribución; esto significa que dichos productos son los de más alta rotación en la compañía, y en ocasiones se generen faltantes de los mismos y no se puedan cumplir atendiendo a toda la demanda.

	Promedio de kg mensual por referencia			
referencia	punto de venta	institucional	TAT	ventas desde la planta
11001	346,02	2316,65		
11012	2031,27	3251,46		
11031	1555,67	2665,48		
11036		2365,83		
11048	358,29	2303,66		

	Promedio de kg mensual por referencia		
referencia	punto de venta	institucional	TAT ventas desde la planta
11247	294,04	204,35	
12005		453,68	
12061	1893,66	942,64	
12064	4674,19	273,75	
12067	7255,55	2126,41	
12070		3614,23	
12072	3017,87	561,53	
12075		137,43	
12076	4310,41	193,90	
12080			799,21
12082			638,50
12108	1754,33		
12119		164,61	
12123		1356,13	
12133			149,88
12135			28,67
12137		107,37	
12141	8834,22	525,66	
13148		513,37	
13150		122,45	
13154			128,13
13158	2528,81	92,69	
13161	1816,68	2685,14	
13169	2054,09		
13174	1644,23		
13177	1269,25	3606,36	
14014	329,82		

Promedio de kg mensual por referencia				
referencia	punto de venta	institucional	TAT	ventas desde la planta
14185		9712,95		
Promedio de kg mensual por referencia				
referencia	punto de venta	institucional	TAT	ventas desde la planta
14197		2373,76		
14202		1430,27		
14204			475,13	
14206	198,17		473,75	
14208	4084,68	1012,82		
14217	3719,52	1516,27		
14223	12166,34	1090,47		
14229	265,45	1048,76		
14266		571,79		
15009				16893,43
15010				15601,73
36010		110,00		
46010		82,68		
46030		219,94		
Total, ref.	34	23	8	2

Figura 14. Referencias en común de los canales de distribución

Análisis

En la tabla anterior se puede evidenciar que los puntos de venta son los que tienen mayor cantidad de referencias (34) que tienen una alta rotación, de las cuales el 56% también son las más vendidas en los demás canales de distribución. A su vez se puede evidenciar que los puntos de

venta y los clientes institucionales tienen 18 referencias (las de color lila) en común, que cumplen el principio de Pareto para estos dos canales a la vez. También se puede notar que sucede lo mismo con los puntos de venta y los TAT para la referencia 14206 que se encuentra en color verde.

3.5.2. Cantidad de pedidos por cliente: En este análisis se busca mostrar la periodicidad en que cada cliente hace un pedido a la empresa. Para realizar dicho análisis se tuvo en cuenta las ventas de julio a diciembre del año 2017 registradas por el sistema de información que esta maneja (1E).

Inicialmente se analiza de cada cliente la cantidad de pedidos que hace mensualmente, posteriormente se halla un promedio de la cantidad de pedidos que este hace durante el periodo analizar.

Teniendo en cuenta que la empresa tiene un elevado número de clientes, quienes a su vez están agrupados por canales de distribución, se opta por aplicar el principio de Pareto para cada tipo de canal, con el fin de identificar la cantidad de los pedidos que permiten atender el 80 % de los clientes. Los resultados obtenidos se muestran a continuación para el canal institucional.

Tabla 8.

Cantidad de pedidos por cliente- canal institucional

cantidad de pedidos	cantidad de clientes	valor neto (\$)	promedio de \$/ cliente	promedio compra cliente/ por pedido (\$)
1	64	104.857.289	1.638.395	1.638.395
2	21	172.267.360	8.203.208	4.101.604
3	12	280.424.472	23.368.706	7.789.569
4	14	265.171.606	18.940.829	4.735.207
5	17	550.989.643	32.411.155	6.482.231

cantidad de pedidos	cantidad de clientes	valor neto (\$)	promedio de \$/ cliente	promedio compra cliente/ por pedido (\$)
6	13	366.987.639	28.229.818	4.704.970
7	4	108.283.769	27.070.942	3.867.277
8	2	65.430.862	32.715.431	4.089.429
9	9	343.266.103	38.140.678	4.237.853
10	3	132.624.324	44.208.108	4.420.811
11	4	141.288.628	35.322.157	3.211.105
12	1	52.918.125	52.918.125	4.409.844
13	2	69.358.358	34.679.179	2.667.629
17	2	237.444.721	118.722.361	6.983.668
20	1	18.757.004	18.757.004	937.850
23	1	123.047.486	123.047.486	5.349.891
total	170	3.033.117.389		

Nota. Información adaptada por la empresa Carnes & Carnes.

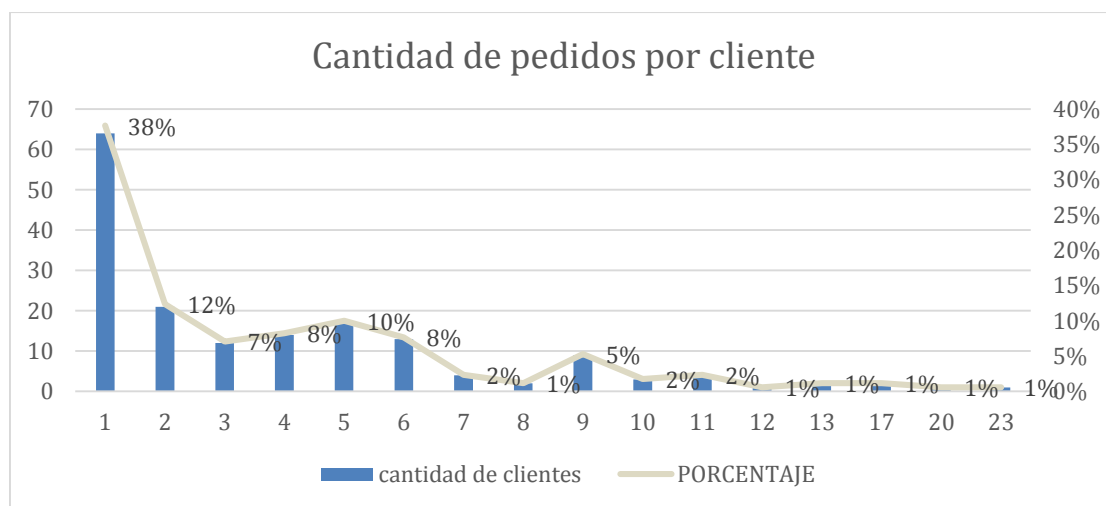


Figura 15. Cantidad de pedidos por cliente – canal institucional

Análisis

En la figura 15 se observa que para el canal institucional la cantidad de clientes es inversamente proporcional a la cantidad de pedidos, entre más pedidos menos cantidad de clientes; con lo que se puede concluir que en algunos clientes no es repetitiva su compra. A continuación, se muestran los análisis para los demás canales:

- **Puntos de venta:** No presenta ninguna tendencia es decir la cantidad de pedidos no tiene ninguna relación con la cantidad de clientes.
- **Ventas desde la planta:** se presenta una tendencia que a mayor cantidad de pedidos menor cantidad de clientes.
- **TAT:** se presenta una tendencia que a mayor cantidad de pedidos menor cantidad de clientes.

Cabe mencionar que los datos y gráficas con los que se realizaron los análisis mencionados anteriormente se encuentran en (Ver apéndice G)

Tabla 9.

Cantidad de pedidos en común por cliente- canal institucional

cantidad de pedidos	cantidad de clientes	valor neto (\$)	% clientes	% acumulado
1	64	104.857.289	38%	38%
2	21	172.267.360	12%	50%
3	12	280.424.472	7%	57%
4	14	265.171.606	8%	65%
5	17	550.989.643	10%	75%
6	13	366.987.639	8%	83%
7	4	108.283.769	2%	85%

cantidad de pedidos	cantidad de clientes	valor neto (\$)	% clientes	% acumulado
8	2	65.430.862	1%	86%
9	9	343.266.103	5%	92%
10	3	132.624.324	2%	94%
11	4	141.288.628	2%	96%
12	1	52.918.125	1%	96%
13	2	69.358.358	1%	98%
17	2	237.444.721	1%	99%
20	1	18.757.004	1%	99%
23	1	123.047.486	1%	100%
Total	170	3.033.117.389		

Nota. Información adaptada por la empresa Carnes & Carnes.

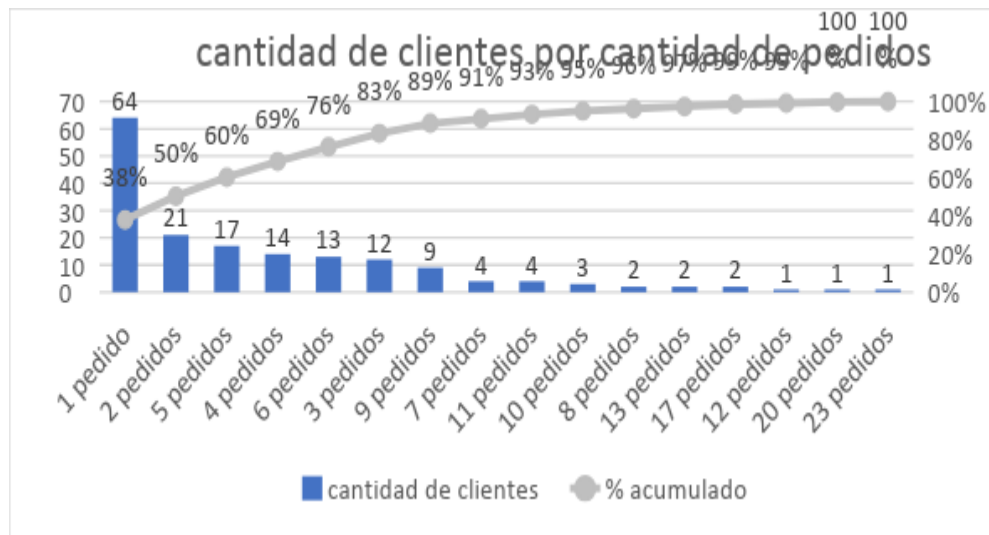


Figura 16. Pareto para la cantidad de clientes por cantidad de pedidos

Análisis

Como se observa en la figura 16, la mayor parte de los clientes del canal institucional hace de 1 a 6 pedidos mensualmente; los resultados obtenidos para los demás canales de distribución se exponen a continuación:

- Puntos de venta: el 80% de los clientes hace de 10-15 pedidos
- Ventas desde la planta: el 80 % de los clientes hace de 1-2 pedidos.
- TAT: el 80% de los clientes hace de 1-10 pedidos.

Cabe resaltar que estos resultados de los canales puntos de venta, ventas desde la planta y TAT son extraídos de los análisis que se encuentran en (Ver apéndice H).

3.5.3 ventas por cantidad de pedidos: Para realizar este análisis se tomó información de cada cliente que tiene la empresa; la cantidad de pedidos que cada cliente hizo durante el segundo semestre del año 2017 y la cantidad en pesos que estos le presentan a la empresa. Posteriormente se hace una clasificación de clientes donde se agrupan dependiendo del valor neto (pesos) de cada uno, durante el periodo de tiempo anteriormente mencionado; todo esto con el fin de identificar la cantidad de clientes que representan la mayor utilidad para la empresa y aplicar el principio de Pareto. En la siguiente tabla se muestran los resultados obtenidos.

Tabla 10.

Ventas por cantidad de pedidos- canal institucional

Cantidad de pedido	cantidad de clientes	valor neto (\$)	% valor neto	% acumulado valor neto
5	17	550.989.643	18%	18%
6	13	366.987.639	12%	30%

Cantidad de pedido	cantidad de clientes	valor neto (\$)	% valor neto	% acumulado valor neto
9	9	343.266.103	11%	42%
3	12	280.424.472	9%	51%
4	14	265.171.606	9%	60%
17	2	237.444.721	8%	67%
2	21	172.267.360	6%	73%
11	4	141.288.628	5%	78%
10	3	132.624.324	4%	82%
23	1	123.047.486	4%	86%
7	4	108.283.769	4%	90%
1	64	104.857.289	3%	93%
13	2	69.358.358	2%	95%
8	2	65.430.862	2%	98%
12	1	52.918.125	2%	99%
20	1	18.757.004	1%	100%
170		3.033.117.389		

Nota. Información adaptada por la empresa Carnes & Carnes.

Con el propósito de mostrar el porcentaje de participación en las ventas de cada uno de los clientes y de los pedidos que estos hacen, se realiza la siguiente figura:

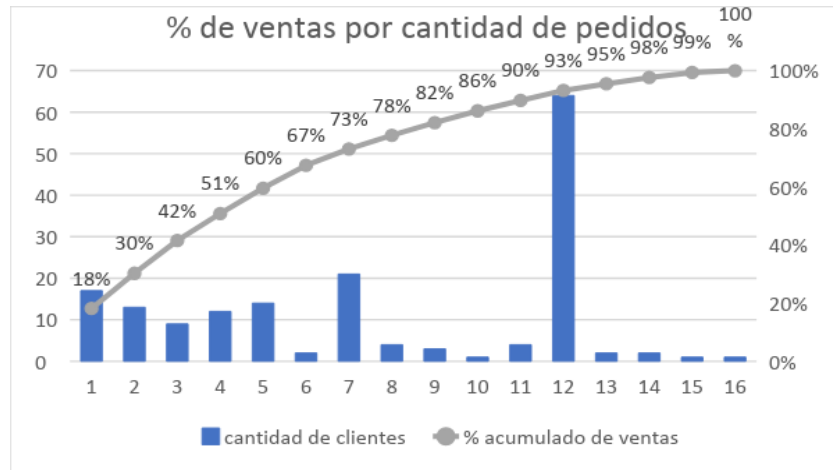


Figura 17. Pareto para la cantidad de ventas por cantidad de pedidos

En La figura 17, se muestra que el 80% de las ventas totales registradas durante el segundo semestre del año 2017 por el canal institucional, fueron por clientes que hicieron 2, 3, 4, 5, 6, 9, 11 y 17 pedidos mensualmente; los resultados obtenidos para los demás canales de distribución Se exponen a continuación:

- Ventas planta: el 80 % de las ventas fueron de clientes que hicieron de 1 o 13 pedidos
- Puntos de venta: el 80% de las ventas fueron de clientes que hicieron 10, 11, 12, 13, 15 o 18 pedidos.
- TAT: el 80% de las ventas fueron de clientes que hicieron 5, 6, 7, 9, 10, 13, 17 o 18 pedidos.

Los datos presentados anteriormente se encuentran en el (apéndice H).

Análisis

Como se puede evidenciar en las dos gráficas anteriormente expuestas, se puede argumentar que actualmente en INVERSIONES ZULUAGA RUEDA no existe proporcionalidad en la cantidad de viajes que se hacen a cada cliente para hacer entrega de los pedidos y el valor en pesos que estos representan; dado que la empresa cuenta con clientes que realizan múltiples pedidos y el valor en pesos que estos pedidos representan es poco, comparado con clientes que hacen menos

pedidos pero que por el contrario dichos pedidos son de un valor en pesos mayor. Cabe resaltar que cada pedido que sale de la empresa, sin importar su valor monetario genera a la empresa costos de transporte y mano de obra, además tiempo.

Si bien es claro que existe la restricción de la demanda de cada cliente a la hora de hacer sus pedidos, con este proyecto se busca dar propuestas de mejora que ayuden al aprovechamiento de los recursos con los que cuenta la empresa para hacer la entrega de los pedidos y con esto disminuir los costos de transporte y mano de obra en el área de despacho y entrega de los pedidos. Es por ello que se recomienda que la empresa implemente una política donde cada pedido cumpla con un tope mínimo en kg o facturación para que éste pueda ser despachado desde la planta.

3.5.4 Cantidad de pedidos por cantidad de referencias: Para realizar este análisis se tomó las ventas de julio a diciembre de 2017 y se calcularon la cantidad de pedidos por cantidad de referencias, nuevamente se utilizó el principio de Pareto no solo para minimizar la información sino también para identificar de cuántas referencias está compuesto el 80% de los pedidos despachados. A continuación, se muestra un ejemplo con el canal institucional de cómo se llevó a cabo este análisis.

Las tablas y gráficas de los canales TAT, puntos de venta y ventas desde la planta se encuentran en (ver apéndice I). Aquí también se excluye el canal moderno debido a que este tipo de canal tiene un trato diferente desde su producción hasta su distribución.

Tabla 11.

Cantidad de pedidos por cantidad de referencias - canal institucional

Ref	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total	%	Sumatoria
1	224	208	224	224	194	210	1283	36,22%	36,22%
3	121	108	133	105	112	135	714	20,14%	56,36%
2	120	112	120	125	104	113	694	19,59%	75,95%
5	54	50	53	48	50	56	310	8,74%	84,69%
4	30	27	33	26	28	34	178	5,04%	89,73%
7	17	28	25	19	21	25	135	3,81%	93,54%
9	6	12	8	9	9	7	51	1,43%	94,97%
6	8	7	8	7	7	8	46	1,31%	96,28%
8	4	7	7	5	6	7	36	1,01%	97,29%
10	3	7	4	3	5	4	25	0,72%	98,01%
11	3	2	3	3	3	8	22	0,62%	98,63%
13	1	0	3	2	3	3	12	0,34%	98,97%
15	0	0	0	2	1	5	8	0,22%	99,19%
12	1	0	1	1	1	2	6	0,17%	99,35%
17	0	0	0	1	2	2	5	0,14%	99,49%
21	0	0	0	0	2	2	4	0,11%	99,60%
20	0	0	1	2	1	1	4	0,10%	99,70%
22	0	0	0	1	1	1	3	0,09%	99,79%
19	0	0	0	1	1	0	3	0,08%	99,88%
23	0	0	0	1	1	1	3	0,08%	99,96%
24	0	0	0	0	1	0	1	0,03%	99,99%
16	0	0	0	0	0	0	0	0,01%	100,00%
14	0	0	0	0	0	0	0	0,00%	100,00%
18	0	0	0	0	0	0	0	0,00%	100,00%
Total	592	568	623	586	552	623	3543		

Nota. Información adaptada por la empresa Carnes & Carnes.

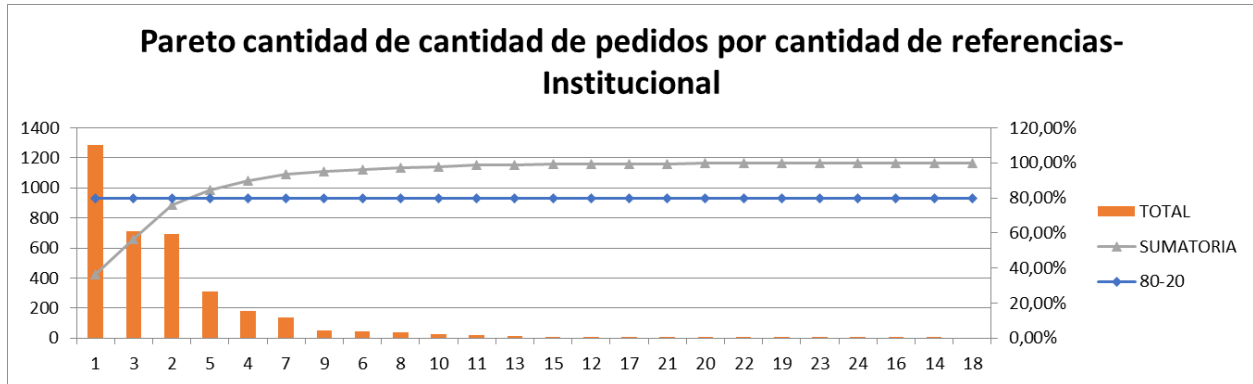


Figura 18. Pareto para la cantidad de referencias por cantidad de pedidos

Análisis

En la tabla 11 y la figura 18 se puede observar que en total se despacharon 3543 pedidos de 1 a 24 referencias, pero el 80% de los pedidos son de 1 a 5 referencias. A su vez se puede concluir que en el canal institucional se presenta un comportamiento inversamente proporcional entre la cantidad de pedidos y la cantidad de referencias, dado que a mayor número de referencias menor es la cantidad de pedidos. Cabe mencionar que la cantidad de pedidos se comporta de manera estacional.

- **Ventas desde la planta**

En la tabla (ver apéndice I) y gráfica (ver apéndice I) se puede observar que en total se despacharon 765 pedidos de 1 a 8 referencias, pero el 80% de los pedidos son de 1 a 2 referencias. En este canal se presenta un comportamiento inversamente proporcional entre la cantidad de referencias y la cantidad de pedidos. En este tipo de canal el comportamiento de los pedidos es estacional al igual que el canal institucional.

- **TAT**

En la tabla (ver apéndice I) y gráfica (ver apéndice I) se puede observar que en total se despacharon 5492 pedidos en el segundo semestre de 2017 pedidos de 1 a 16 referencias, pero el

80% de los pedidos son de 1 a 4 referencias, con lo que se concluye que a mayor número de referencias menor es la cantidad de pedidos.

- **Puntos de venta**

En la tabla (ver apéndice I) y gráfica (ver apéndice I) se puede observar que en total se despacharon 2182 pedidos en el segundo semestre de 2017 pedidos de 1 a 42 referencias, siendo septiembre el mes con la mayor cantidad de los mismos. a su vez se puede concluir que la cantidad de pedidos respecto a la referencia no es estacional dado que varía de forma significativa mes a mes. Los pedidos con mayor porcentaje para este canal son los que tienen 16, 19 y 21 referencias.

3.5.5 Total de pedidos por kilogramos Para hacer este análisis se tomaron la cantidad total de pedidos y de kilogramos totales para los meses de julio a diciembre de 2017 para cada uno de los canales de distribución con los que cuenta la empresa, este análisis se realizó con el fin de identificar como es el comportamiento de los kilogramos con respecto a los pedidos, para ello se organizó de menor a mayor respecto a la cantidad de pedidos y se obtuvo los siguientes resultados:

- **TAT**

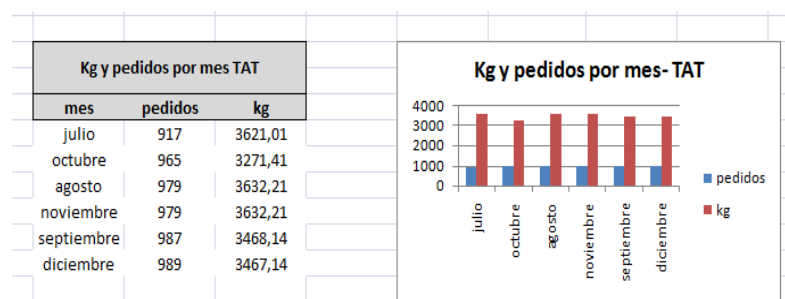


Figura 19. Total, pedidos por kilogramos- TAT

- INSTITUCIONAL

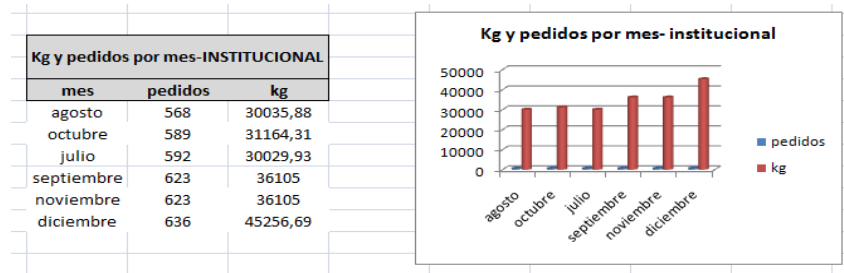


Figura 20. Total, pedidos por kilogramos- INSTITUCIONAL

- VENTAS DESDE LA PLANTA

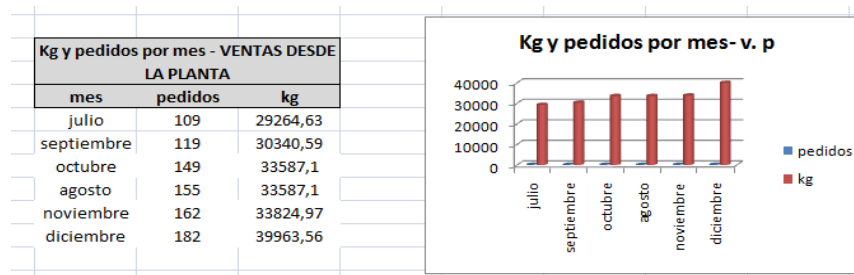


Figura 21. Total, pedidos por kilogramos- VENTA DESDE LA PLANTA

- PUNTOS DE VENTA

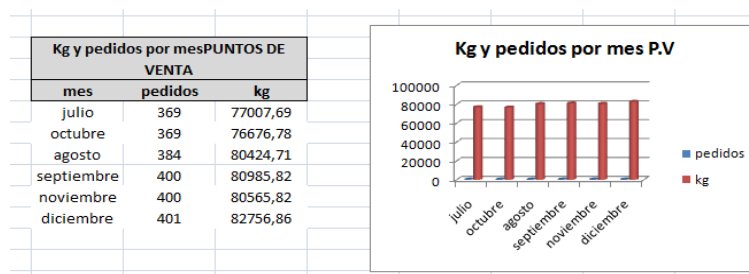


Figura 22. Total, pedidos por kilogramos- PUNTOS DE VENTA

Análisis de las 4 gráficas y tablas anteriores

Como ya se había mencionado anteriormente la cantidad de pedidos cambia dependiendo del tipo de cliente, pero en las gráficas anteriores se puede observar que la cantidad de kg y de pedidos de los clientes institucionales y ventas desde la planta tienen un comportamiento similar creciente, por tanto, se puede concluir que la cantidad de kg es directamente proporcional a la cantidad de pedidos. Por otro lado, los puntos de ventas y los TAT tienden a presentar un comportamiento sin variaciones grandes en la cantidad de kilogramos, es decir mantienen una tendencia, lo que significa que la cantidad de pedidos no afecta la cantidad de kilogramos y esto se puede presentar debido a que las referencias que piden estos dos clientes pesan poco.

3.6. Proceso de despachos y distribución de pedidos.

3.6.1 Análisis de datos Antes de hacer la descripción del proceso de despachos, es importante realizar un análisis de datos actuales que intervienen en esta operación, los cuales son:

3.6.1.1. Cantidad de kilogramos transportados En la actualidad la empresa utiliza los vehículos de la siguiente manera

- **KIA, DEER, Y PEQUEÑO**: Se utilizan estos vehículos para la entrega de los pedidos del canal punto de venta y el canal institucional, estos vehículos inician y terminan su recorrido en la planta de producción; para escoger que vehículo sale en ruta, se tiene en cuenta la capacidad de los mismos y la disponibilidad en el momento de su despacho.
- **TURBO**: Se utiliza para traer la materia prima desde el frigorífico hasta la planta de producción, a su vez, este vehículo es el encargado de hacer la ruta a Barrancabermeja y

entregar aquellos clientes institucionales y puntos de venta que pertenecen a esta zona; éste inicia y termina su recorrido en la planta de producción.

- MOTO: se tiene 1 moto por cada punto de venta propio (5), éstas son las encargadas de distribuir todos los pedidos del canal TAT; cada moto inicia y termina su recorrido en su respectivo punto de venta.

A continuación, se muestran análisis de los vehículos mencionados anteriormente:

Tabla 12.

Cantidad de kilos transportados

TIPO DE VEHICULO	MARZO	ABRIL	MAYO
TURBO DE MP	137.329	158.336	171.500
TURBO DE PT	44.419	42.556	38.919
KIA	32.316	23.673	37.121
DEER	27.994	26.755	22.530
MOTO	17.929	16.442	16.709
PEQUEÑO	2.713	10.742	7.371
PARTICULAR	43.736	47.140	46.776
TOTAL	306.436	325.643	340.926

Nota. Información adaptada por la empresa Carnes & Carnes.

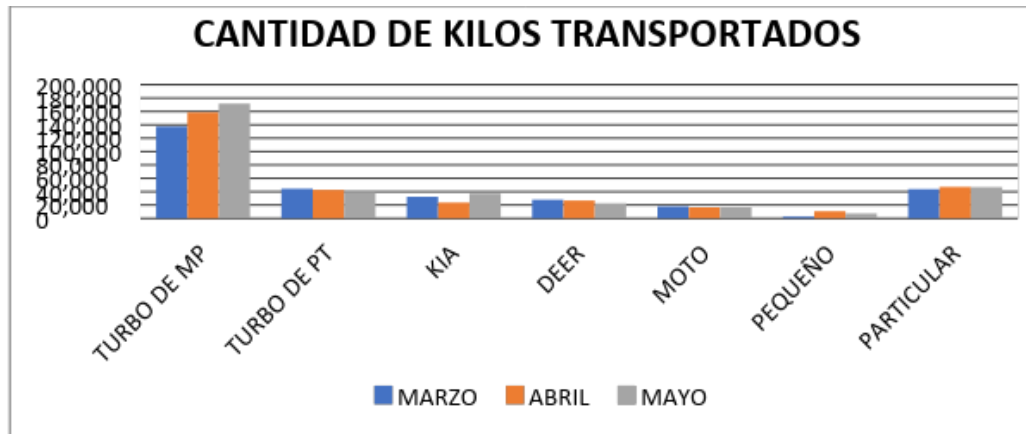


Figura 23. Cantidad de kilos transportados

Análisis de la tabla y figura anterior

- La mayor cantidad de kilos transportados se realizó durante el mes de mayo con 340.926 kg y la menor cantidad fue durante marzo con 306.436 kg, esto se debe a la temporada descuentos que se realizó en este mes, con el propósito de evitar que los productos con fecha corta de vida útil se vencieran.
- Se podría decir que la cantidad de kilos transportados por el vehículo particular y la moto siguen una tendencia estable, puesto no presentan variaciones considerables en la cantidad de kilos transportados.
- La cantidad de kilogramos mensuales transportados por la empresa es relativamente constante, dado que su variación porcentual es del 10%.

3.6.1.2 Porcentaje de utilización de los vehículos

Tabla 13.

Porcentaje de utilización de los vehículos

PORCENTAJE DE UTILIZACION-2017				
Tipo Vehículo	MARZO	ABRIL	MAYO	PROMEDIO
TURBO	79%	91%	120%	97%
KIA	78%	57%	89%	75%
DEER	77%	74%	62%	71%
MOTO	119%	109%	111%	113%
PEQUEÑO	13%	52%	35%	33%

Nota. Información adaptada por la empresa Carnes & Carnes.

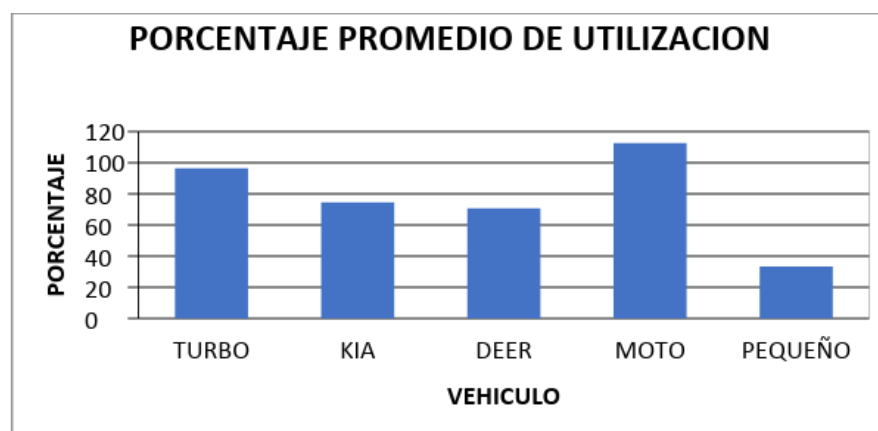


Figura 24. Porcentaje de utilización de los vehículos

Análisis tabla y figura anterior

- El vehículo que más porcentaje de utilización tiene es la moto con 113% y el que menos tiene es el pequeño con un 33%, esto se debe a que los pedidos TAT y las amas de casa se despachan en moto.

- La empresa sobre utiliza la moto, dado que en los tres meses esta tiene porcentajes de utilización superiores al 100%.
- En promedio el porcentaje de utilización de la TURBO es del 97%, de la KIA de 75% y de la DEER del 71%

3.6.1.3 Cantidad de kg transportados por ruta Actualmente la empresa tiene establecida 3 rutas (ver tabla despachos diarios a los puntos de venta), para el despacho de los pedidos del canal punto de venta e institucional la ruta del centro y del sur se utiliza la DEER, EL PEQUEÑO Y LA KIA, y para los despachos del canal institucional y puntos de venta de la ruta de barranca es utilizada la TURBO.

A continuación, Se realizará un análisis de los kilogramos transportados por cada una de las rutas, para determinar que ruta transporta más producto y cuál es la variación de cada una de ellas, cuyo objetivo es determinar más adelante cual es la mejor opción de vehículo para su envío y en qué orden se debería entregar los pedidos.

Para este análisis se tomaron las transferencias realizadas de julio a octubre de 2017, las cuales se presentan a continuación:

Tabla 14.

Kilos transportados por barranca

Ruta de barranca (2017)				
Punto de venta	julio	agosto	septiembre	octubre
PT PDV +X- Colombia	4000,98	4242,98	4080,39	4681,46
PT PDV +X- comercio	6029,12	7311,96	6591,35	8083,29
PT PDV la quinta parque infantil	6896,36	7917,71	7985,62	7653,01

Ruta de barranca (2017)				
Punto de venta	julio	agosto	septiembre	octubre
PT PDV la quinta Torcoroma	5027,54	5574,12	6653,12	5005,48
Total	21954,0	25046,8	25310,5	25423,2
Promedio semestral	24433,6			

Nota. Información adaptada por la empresa Carnes & Carnes.

Análisis de la tabla anterior

El promedio el total de kilos que se transportan mensualmente a barranca son 24.433,6 y se puede observar que este comportamiento no es variable, la cantidad de kilos transportados el mes de julio está por debajo del promedio semestral.

Tabla 15.

Cantidad kg transportados ruta centro

RUTA DEL CENTRO (2017)				
punto de venta	Julio	agosto	septiembre	octubre
PT PDV +X- ACROPOLIS	2249,7	2332,2	2337,7	1972,0
PT PDV +X- CR 27	1820,9	1723,5	1900,4	1746,2
PT PDV +X- SAN FRANCISCO	306,7	318,3	229,8	344,9
PT PDV COOTRACOLTA	1415,5	1672,9	1505,8	1285,9
PT PDV DESPENSA POPULAR	2947,6	3963,2	3523,6	3700,8
PT PDV EL SUPER	2175,6	2326,5	2065,0	1992,8
PT PDV GUARIN	4577,8	3399,0	3408,0	3635,2
PT PDV MERCASUR CABECERA	1064,0	916,1	1031,6	888,6
PT PDV MERCASUR CENTRO	2521,3	2771,8	2597,0	2509,3
PT PDV MERCOMFENALCO CR 27	1850,0	1891,0	2006,9	1774,7

RUTA DEL CENTRO (2017)				
punto de venta	Julio	agosto	septiembre	octubre
PT PDV MERCOMFENALCO	821,6	757,5	735,2	652,6
FLORESTA				
PT PDV SERVIALGUSTO GIRON	2449,2	1723,9	1985,7	1784,2
PT PV REDIL SAN FRANCISCO	2193,5	2438,3	2198,0	2185,6
total	26393,2	26234,2	25524,5	24472
promedio mensual	25656,1			
variación porcentual	7,3			

Nota. Información adaptada por la empresa Carnes & Carnes.

Análisis de la tabla anterior

En promedio el total de kilos que transporta mensualmente la ruta del centro son 25.656,1 y se puede observar que este comportamiento tiende a ser estacional, puesto presenta una variación del 7,3% y no presenta grandes variaciones durante los meses de julio a octubre del año 2017.

Tabla 16.

Cantidad kg transportados ruta del sur.

RUTA DEL SUR (2017)				
punto de venta	Julio	agosto	septiembre	octubre
PT PDV +X- CABECERA	3364,55	3163,26	3969,59	3010,68
PT PDV +X- CARACOLI	2152,22	2172,52	2250,94	2184,01
PT PDV +X- FLORIDA	2157,7	2394,11	2282,06	2170,37
PT PDV +X- GIRON	1885,26	2093,25	1700,29	1687,4
PT PDV +X- PIEDECUESTA	1953,33	1944,73	1877,56	1924,88
PT PDV +X- RUITOQUE	3616,47	3201,71	3296,58	3094,25
PT PDV AUTOSERVICIO LA CANASTA	2382,13	2696,25	2493,03	2228,87
PT PDV CUATRO CARNES	1369,12	1110,61	1213,94	1182,35

RUTA DEL SUR (2017)				
punto de venta	Julio	agosto	septiembre	octubre
PT PDV MERCASUR SATELITE	3257,95	3473,1	2325,14	2593,12
PT PDV MERCOMFENALCO BUCARICA	835,5	831,58	741,28	861,6
PT PDV MERCOMFENALCO CANAVERAL	1509,66	1523,05	1488,66	1521,16
PT PDV MERCOMFENALCO PROVENZA	699,02	863,87	771,19	820,7
TOTAL	25182,91	25468,04	24410,26	23279,39
PROMEDIO	24585,15			
VARIACIÓN PORCENTUAL	8,59			

Nota. Información adaptada por la empresa Carnes & Carnes.

Como se puede apreciar en la tabla anterior en promedio mensualmente la ruta del sur transporta 24.585,15 kg y se puede observar que este comportamiento es variable. Al comparar los meses de agosto donde se registra la mayor cantidad de kilos transportados y octubre el mes donde ocurre lo contrario, se puede notar una diferencia de 2188,65 kilos transportados.

Tabla 17.

Cantidad total de kg transportados por ruta

KG TOTALES (2017)	
RUTA	KG
SUR	98340,6
BARRANCA	97734,5
CENTRO	102624,5
TOTAL	298699,6

Nota. Información adaptada por la empresa Carnes & Carnes.

Análisis de la tabla anterior

La ruta que más kilogramos Transportó en los meses de julio, agosto, septiembre y octubre del 2017, fue la ruta del centro con 102.624,5 y la que menos lo hizo fue la de barranca con 97.734,5 kg. Se podría decir que la cantidad de puntos de venta es directamente proporcional a la cantidad de kg despachados, puesto la ruta del centro tiene la mayor cantidad de puntos con 13 y barranca tiene la menor cantidad con 4.

3.6.1.4. Costo de combustible y kilómetros recorridos

AÑO 2017								
Vehículo	Descripción	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Promedio	Variacion %
DEER	Kilómetros recorridos	4.612	4.755	3.670	1.916	2.084	3.407	59,7
	Costo de combustible	475.732	461.226	656.240	554.623	589.690	547.502	29,7
	Costo por km	103	97	179	289	283	190	66,5
	Km por día	184	190	147	77	83	136	59,7
KIA	Kilómetros recorridos	1.001	1.325	1.229	1.151	1.273	1.196	24,5
	Costo de combustible	453.126	607.304	596.713	651.445	602.098	582.137	30,4
	Costo por km	453	458	486	566	473	487	20,0
	Km por día	40	53	49	46	51	48	24,5
PEQUEÑO	Kilómetros recorridos	1.462	1.423	1.487	1.113	1.398	1.377	25,2
	Costo de combustible	497.327	440.050	480.045	386.493	442.491	449.281	22,3
	Costo por km	340	309	323	347	317	327	10,9
	Km por día	58	57	59	45	56	55	25,2
TURBO	Kilómetros recorridos	3.065	3.675	3.335	3.607	2.084	3.153	43,3
	Costo de combustible	1.891.330	2.068.112	1.899.773	2.046.698	2.006.393	1.982.461	8,5
	Costo por km	617	563	570	567	963	656	41,5
	Km Por Día	123	147	133	144	83	126	43,3

Figura 25. Cantidad de km y costo de combustible Nota. Información adaptada por la empresa

- En la figura 25 se puede observar que en promedio la DEER, la KIA, el pequeño y la turbo recorren 3407, 1196, 1377, 3153 kilómetros respectivamente, con un costo de consumo de combustible de \$547.502 para la DEER, 582.137 para la KIA, 449.281 para el pequeño y 1.982.461 para la turbo.
- La DEER es el vehículo más económico en consumo de combustible puesto que cada kilómetro recorrido de este vehículo tiene un costo de 48 pesos, contrario a lo que sucede con la turbo que cada kilómetro que este recorre en promedio cuesta 656 pesos lo que hace que este vehículo sea el más costoso en combustible de los cuatro, es importante mencionar que la turbo es la que más capacidad tiene, por tanto, consume más combustible, pero puede llevar mayor cantidad de kg.
- La DEER es el vehículo que más recorre kilómetros por día, lo que hace que el costo total de combustible sea menor, ya que como se había mencionado, este vehículo es el más económico en consumo de combustible.
- Todos los vehículos trabajan 25 días al mes.
- Se podría decir que la turbo es el único vehículo que tiene un comportamiento estacional dado que su variación porcentual es del 8.5%. Cabe mencionar que la variación porcentual se obtuvo mediante la siguiente formula.

$$\text{Variación porcentual} = ((\text{Dato mayor} - \text{dato menor}) / \text{dato mayor}) * 100$$

3.6.1.5 Cantidad de envíos: a continuación, se presenta una tabla con la cantidad de envíos mensuales totales que se hacen a los puntos de venta actualmente. Cabe mencionar que la empresa cuenta con una programación en donde se tienen establecidos 82 envíos semanales a puntos de venta, es decir 328 envíos mensuales (ver tabla despachos diarios a los puntos de venta).

Tabla 18.

Cantidad total de envíos a los puntos de venta.

cantidad de envíos a los puntos de venta (2017)							
mes	junio	julio	agosto	septiembre	octubre	noviembre	variación %
envíos	366	369	399	400	350	324	19
envíos ideales	328	328	328	328	328	328	
diferencia	38	41	71	72	22	-4	
promedio de envíos adicionales	40						

Nota. Información adaptada por la empresa Carnes & Carnes.

En la tabla 18 se puede evidenciar que la cantidad de envíos que se llevó a cabo en los meses de junio a noviembre del año 2017 fueron superiores a la cantidad de envíos establecidos por la empresa, dado que en promedio se realizaron 40 envíos adicionales mensuales, de estos el 60% se deben a la falta de producto en el punto de venta, el 40% restante por devoluciones.

Cabe resaltar que el comportamiento de los envíos no presenta una distribución uniforme, una evidencia de ello es que su error porcentual fue del 19%.

3.7 Proceso de despachos

3.7.1 Descripción del proceso de despacho Para entender cómo funciona un diseño de ruta, a continuación, se mencionan los tipos de vehículos con los que cuenta la empresa:

Vehículo	Capacidad en kg	Imagen
MOTO	70	
TURBO	3800	
KIA	800	
DEER	700	
PEQUEÑO (THERMICO)	400	

Figura 26. Capacidad de los vehículos Nota. Información adaptada por la empresa Carnes & Carnes.

La programación de las rutas de la empresa carnes y carnes se divide en varios ítems los cuales son:

- Carne & Carnes tiene establecida una política de entregas, la cual se muestra a continuación:

Tabla 19.

Política de entrega

Descripción	Hora de entrega
colegios (institucionales)	6-7 am
institucionales exceptuando los colegios	7-9 am
puntos de venta primordiales	7-10 am
clientes TAT y amas de casa	7-9:30 am
puntos de venta restantes	10am -3 pm

Nota. Información adaptada por la empresa Carnes & Carnes.

Es importante mencionar que los puntos de venta primordiales son aquellos que tienen agotamiento de producto.

- Los vendedores llaman a los clientes institucionales y dependiendo de la ubicación de los mismos, programan la entrega del pedido el día que la ruta va cerca a ese sector. Por ejemplo: la casona se encuentra ubicada en girón, entonces los vendedores programan la entrega del pedido los días lunes, miércoles o viernes que la ruta pasa cerca a este restaurante.
- El 100% de los despachos de los clientes TAT se realizan desde los puntos de venta guarín, prado, cañaveral, pedregosa (puntos propios de la empresa). Al igual que con los clientes institucionales, los vendedores programan el envío de los clientes T a T y éstos (vendedores) son los que deciden qué punto de venta entregará el pedido; Es importante mencionar que el criterio para decidir de qué punto se despachará el pedido, se rige principalmente por la distancia más corta entre el punto de venta propio y el cliente. éstos pedidos se cancelan al momento de la entrega.

- Todos los pedidos de los clientes TAT se despachan en moto, un pedido no puede durar más de una hora en ella.
- Para el despacho de los pedidos en la planta de producción se cuenta con los 4 vehículos y 1 moto, y en los puntos de venta propios (prado, guarín, pedregosa y cañaveral) se tiene 1 moto por punto de venta.
- Las amas de casa no tienen programado envío, ellas llaman al call center y sus pedidos se despachan desde los puntos de venta propios inmediatamente.
- La turbo se utiliza solo para la entrega de materia prima desde el frigorífico hasta la planta de producción y para los despachos de pedidos a Barranca.
- En promedio se realizan 2 envíos al mes por cliente moderno, éstos están ubicados en Bogotá, Cartagena, Barbosa y Pereira. La empresa terceriza el transporte Para estos envíos.
- En la actualidad la empresa despacha la mayor parte de sus pedidos desde la planta de producción ubicada en la Carrera 34W # 71-100 bodega 45-46 parque industrial provincia de soto 1, vía Bucaramanga – Girón. Desde allí se distribuyen a todos los clientes, exceptuando a los clientes T a T.
- Al momento de entregar los pedidos los vehículos deben permanecer encendidos para que los productos no pierdan la cadena de frio.
- Los pedidos de los clientes institucionales deben durar en la entrega en promedio 10 min, los TAT y amas de casa 5 min, y los puntos de venta 25 min, desde el momento en el que el vehículo llega al cliente y sale sin el pedido.
- Se tiene un vendedor por punto de venta, y este es el encargado de verificar unidades, peso y fechas de vencimiento al momento de recibir el pedido.

- El jefe de despachos es el encargado de organizar el orden de la entrega de los pedidos, el conductor es autónomo de la ruta a tomar para realizar esta entrega.
- Las motos son propiedad de cada conductor, la empresa les tiene un sueldo fijo por horas y les pagan rodamiento.
- Se tienen programadas rutas para la entrega de puntos de venta, éstos (puntos de venta) están agrupados en zonas, y a cada zona le corresponde diferentes días de despacho como se muestra a continuación:

Tabla 20.

Despachos diarios a los puntos de venta

Zona	punto de venta	L	M	M	J	V	S	total, semanal	Restricciones en la entrega
Barranca	Colombia		X			X		2	hora entrega 8am-10am
Barranca	Comercio		X			X		2	hora entrega 10-12 am
Barranca	Torcoroma		X			X		2	hora entrega 12-2 pm
Barranca	Parque INF		X			X		2	hora entrega 6-8 am
Barranca	Institucional		X		X			2	hora entrega 2-4pm
Sur	Piedecuesta	X		X		X	X	4	hora entrega 7am
Sur	De La Cuesta			X		X		2	hora entrega 8am
Sur	Ruitoque	X		X		X	X	4	hora entrega 8am-11am
Sur	MXM Florida	X		X		X		3	hora entrega 6am-7am por disponibilidad de parqueadero

Zona	punto de venta	L	M	M	J	V	S	total, semanal	Restricciones en la entrega
Sur	MXM Cabecera	X		X		X		3	hora entrega 7am - 2pm
ur	Bucarica	X		X		X		3	no problema
Sur	Canasta	X		X		X		3	hora entrega 7am
Sur	Caracolí	X		X		X		3	hora entrega 8am
Sur	Cañaveral	X		X		X		3	no problema
Sur	Provenza	X		X		X		3	no problema
Sur	Mercasur satélite	X		X		X		3	hora entrega 9am-12 y 3-5 6-9
Sur	MXM Girón	X		X		X		3	no problema
Centro	Servialgusto	X		X		X		2	hora entrega 8-11am
Centro	MXM Ciudadela		X		X		X	3	no problema (sábado solo am hasta las 11)
Centro	Merco 27		X		X		X	3	hora entrega 7-9am
Centro	Mercasur Centro		X		X		X	3	no problema (enviar carro pequeño)
Centro	Floresta		X		X		X	3	no problema (enviar carro pequeño)
Centro	Guarín		X		X		X	3	no problema am
Centro	Súper		X		X		X	3	no problema am-pm
Centro	Cootracolta		X		X		X	3	no problema 7am-12m

Zona	punto de venta	L	M	M	J	V	S	total, semanal	Restricciones en la entrega
Centro	MXM Cra 27		X		X		X	3	no problema 11am
Centro	MXM San Francisco		X		X		X	3	no problema 11am
Centro	Redil		X		X		X	3	no problema 7am
Centro	Lebrija		X		X		X	2	enviar carro pequeño
Centro	Mercasur Cabecera		X		X		X	3	enviar carro pequeño
Total			12	16	13	12	17	82	

Nota. Información adaptada por la empresa Carnes & Carnes.

3.7.2. Devoluciones por canal de distribución

Tabla 21.

Devoluciones por canal

CANAL –AÑO 2017

mes	Puntos de venta	institucional	moderno	TAT	Ventas de la planta	total
Julio	57	76	0	38	0	171
Agosto	56	61	1	26	18	162
Septiembre	53	126	1	31	16	227
Octubre	35	84	0	34	4	158
Noviembre	34	84	6	29	5	152

mes	Puntos de venta	institucional	moderno	TAT	Ventas de la planta	total
Diciembre	40	66	1	20	5	137
total	275	497	9	178	48	1007
% devoluciones	27.3	49.3	0.8	17.6	4.7	100%

Nota. Información adaptada por la empresa Carnes & Carnes.

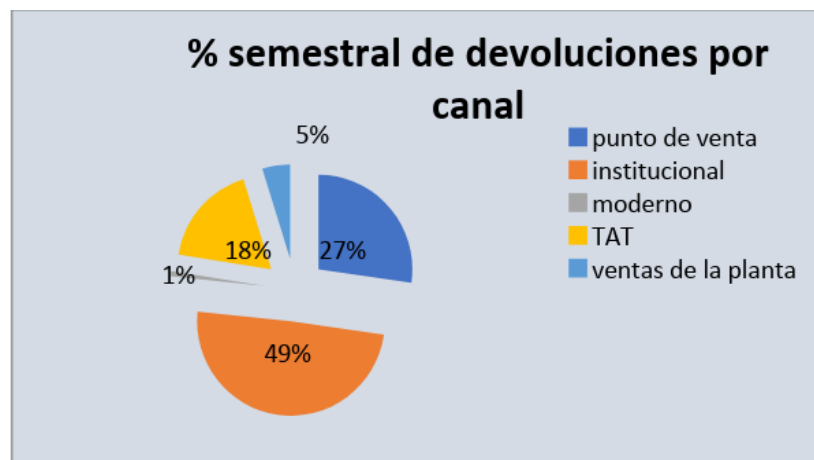


Figura 27. Porcentaje semestral de devolución por canal.

Análisis tabla y figura anterior

- De las devoluciones totales el 12% corresponde a que el producto queda mal empacado y pierde vacío, el 7% porque el producto no corresponde al pedido, el 3% por mal pesaje, el 35% por entregas tardes y el 43% por fechas de vencimiento próximas, con éste proyecto se busca principalmente eliminar las devoluciones por entregas tardes y dejar recomendaciones en las otras causas que impactan éstas devoluciones.
- La mayor cantidad de devoluciones se presentan en los clientes institucionales con un 49%, mientras la menor cantidad es en los clientes modernos con un 1%.

- Las devoluciones más altas del semestre se presentaron en septiembre con 227, mientras que las más bajas fue en diciembre con 137, con lo que se puede concluir que la cantidad de ventas no es directamente proporcional con las devoluciones, dado que el mes de diciembre fue el que mayor venta registró en el semestre.
- Las devoluciones no son estacionales en ningún tipo de cliente, dado que su variación más baja la presentan los TAT con 35.5%.
- En total se presentaron 1007 devoluciones en el semestre.
- Las devoluciones por fechas de vencimiento se presentan en los productos que tienen baja rotación.

Se realizó un acompañamiento en todos los procesos de la empresa carnes & carnes durante mes y medio (agosto y 2 semanas de septiembre de 2017), el 85% de este tiempo se utilizó para el área de alistamiento y despacho y se pudo evidenciar que en estas dos áreas:

- Diariamente 1 o 2 pedidos retrasan la ruta por problemas en la facturación.
- Todos los días se quedan en promedio 2 pedidos de la ruta, porque presentan faltantes.
- Se alistan primero los clientes institucionales y al final los puntos de venta. Al momento de alistar los puntos de venta se presentan pocas unidades de algunas referencias, haciendo que el jefe de despachos tome estas y las reparta entre los puntos a enviar, esto hace que el 80% de los pedidos a los puntos de venta se despachen incompletos.
- No se tiene un buen pronóstico de la demanda, puesto que en promedio 3 días a la semana se presentan agotados de PT en algunas referencias, lo cual hace que los pedidos se envíen incompletos o retrasan las rutas mientras estos son producidos.
- Al enviar los pedidos incompletos a los puntos de venta, se deben realizar reenvíos para completar el pedido.

- Todos los días un vehículo se desvía de su ruta para hacer entregas de otros pedidos. Esto se debe a que los vendedores programan entregas a los clientes institucionales los días que no les corresponde o por agotamiento de producto en los puntos de venta.
- El 85% de los pedidos de los puntos de venta están tomando de 45 a 60 min desde el momento en el que el vehículo llega al punto y sale sin el pedido, esto se presenta porque cuando los conductores llegan, los vendedores están atendiendo a los clientes del punto y hasta no desocuparse no pueden hacer la entrega del pedido.
- Las demoras en las entregas de los pedidos en los puntos de venta, hacen que los productos pierdan la cadena de frío.
- Como mínimo se despachan 2 vehículos diarios con una capacidad que no supera el 70% de ellos.
- Las motos que realizan los despachos de los TAT deben desplazarse en promedio 2 veces por semana a otro punto de venta para completar los pedidos que deben entregar ese día.
- No se tienen estructuradas zonas para los pedidos TAT haciendo que las motos recorran más distancia para hacer la entrega. Por ejemplo, el punto de Prado entrega domicilios a cabecera, Real de Minas, Provenza, Lagos y Girón.
- Las 70% de las entregas a las casas no se están entregando inmediatamente, dado que se debe esperar a que la moto llegue de entregar los pedidos de los TAT al punto de venta para poder realizar su despacho.
- En promedio 10 pedidos al mes no los reciben los clientes, porque llegan en la hora no prevista.

- Para las devoluciones de los pedidos instituciones, TAT y amas de casa se envía una moto inmediatamente para que haga su respectivo cambio, mientras que las devoluciones de los puntos de venta se hacen efectivas cuando los conductores llegan con el próximo pedido.
- Todas las devoluciones al llegar a la planta son enviadas al área de calidad quien es el encargo de decir que acciones se deben tomar frente al producto.
- Las restricciones en la entrega expuestas en la tabla de despachos diarios a los puntos de venta (tabla 18) perturba todo el proceso de ruteo, dado que se debe improvisar para cumplir con ellas.

3.7.3. Árbol causa y efecto para el área de despachos de pedidos. Como se puede evidenciar se realizó un diagnostico en el proceso de despachos, cuyo objetivo es crear intervenciones que permita no solo la mejora de la misma sino de todos los procesos relacionados directa e indirectamente con ella. Con base en esto, se realizará un árbol de problemas el cual de manera gráfica mostrará la principal dificultad en esta área de la empresa, apuntándole a la mejora de las causas que lo generan, y de esta manera mitigar los efectos negativos que se evidencian en el proceso de despachos.

Para la construcción de este diagrama se comenzó con la identificación del problema principal al que se llamará tronco de donde se desplegarán de éste las causas y efectos directos (Las ramas del primer nivel) que constituyen medios para alcanzar la meta principal, pero a su vez, estos medios también son metas, objetivos intermedios, que se alcanzarán gracias a los medios de las ramas del nivel siguiente. Así repetidamente hasta llegar a un grado de concreción suficiente sobre los medios a emplear. A continuación, se presenta el árbol de problemas para el área de despachos:

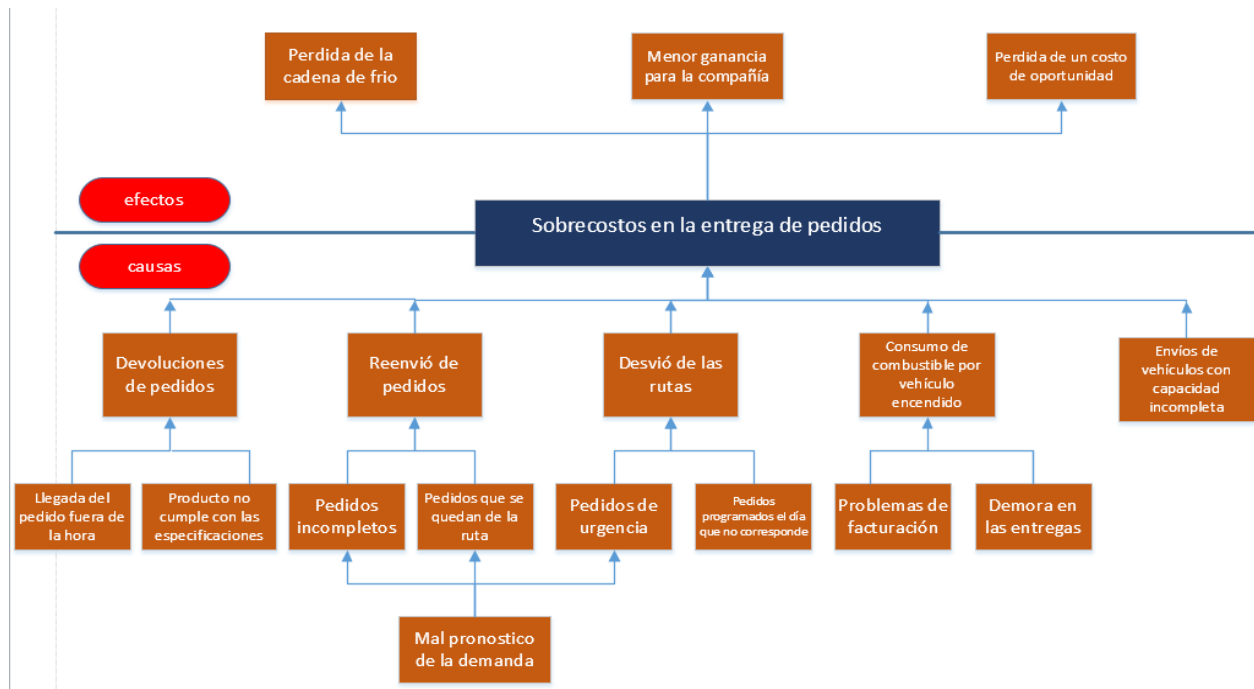


Figura 28. Árbol de problemas para despacho.

3.8. DOFA

El análisis DOFA (debilidades, oportunidades, fortalezas y amenazas) es una herramienta estratégica que permite conocer la situación actual de una empresa. Es un concepto que identifica las amenazas y oportunidades que surgen del ambiente (exterior), y las debilidades y fortalezas que surgen del interior de la organización.

Con el propósito de ayudar a plantear las acciones que se deberían poner en marcha para aprovechar las oportunidades detectadas y eliminar o preparar la empresa contra las amenazas, teniendo conciencia de sus debilidades y fortalezas se realiza la matriz DOFA.

Tabla 22.

DOFA para la empresa

Fortalezas	Oportunidades
• La empresa cuenta con diferentes puntos de venta y distribuidores en Santander. • Variedad de productos y precios. • La infraestructura es propia y permite que los procesos se lleven a cabo en excelentes condiciones. • Personal altamente calificado debido a su proceso continuo de capacitación. • Alta competitividad gracias a la calidad de sus productos y a la capacidad de innovación de la empresa. • Conocimiento y experiencia en el sector bovino. • Alta capacidad de inversión.	• Incremento del 1% del consumo de carne mundial para el año 2019. • Exportación a Rusia, Curazao, Perú, Jordania y USA. • Aprovechar el mercado que ha dejado Brasil, debido a la cancelación de pedidos por venta de productos vencidos y/o en malas condiciones. • Expansión en el Mercado nacional • La carne de res tiene acceso a 12 mercados del mundo. • Que el estado ponga en marcha el decreto 1500.
Debilidades	Amenazas
• Escasa distribución de Productos en algunos sectores. • Sobre costos de operaciones en el despacho de los pedidos. • Alta rotación del personal en los puntos de venta.	• Precio de carne bajo debido a la competencia desleal y la informalidad. • Presencia de fiebre aftosa en el ganado colombiano. • Delincuentes ingresan a las fincas para sacrificar el ganado y comercializarlo de forma clandestina. • Altos costos de producción debido al elevado costo de los insumos. • Baja calidad y condiciones sanitarias que ofrecen los frigoríficos.

- Fenómenos climáticos que han afectado la producción, el precio y el consumo de carne de res.

Nota. Información adaptada por la empresa Carnes & Carnes.

4. Formulación del plan de mejoramiento

En este capítulo se presenta el planteamiento de un plan de mejoramiento una vez terminada la etapa del diagnóstico presente en el capítulo 3. Diagnóstico de los procesos logísticos que se llevan a cabo en la planta principal de CARNES & CARNES; donde se detectaron los puntos críticos en los procesos de alistamiento y distribución de los pedidos para posteriormente hacer propuestas de mejora que logren contrarrestar estos. Los hallazgos del diagnóstico y las propuestas de mejora son presentados a la alta dirección de la empresa y al tutor de este proyecto con quienes se sostuvieron diálogos acerca de cada una de estas, y posteriormente se tomaron decisiones teniendo en cuenta la necesidad del proceso y el costo avalaron las propuestas que se mencionan a continuación.

4.1 Propuestas transversales

Actualmente la empresa no cuenta con un manual de procedimientos y funciones para el área de logística, lo cual hace que las funciones que se llevan a cabo diariamente no tengan orden alguno, esto a su vez hace que se incurran en actividades innecesarias o por lo contrario que no ejecuten

aquellas que son necesarias para que el área de logística funcione correctamente. Teniendo en cuenta lo descrito anteriormente y con el objetivo de alinear y estandarizar los procesos se propuso:

4.1.1 Manual de procedimientos para los procesos asociados al sistema logístico de CARNES & CARNES

Propuesta 1: Diseñar manual de procedimientos para los procesos de alistamiento y distribución de los pedidos, que permita aumentar la eficiencia de los mismos; para brindar un servicio de alta calidad a cada uno de los clientes de CARNES & CARNES

La implementación de esta mejora es a corto plazo debido a la disponibilidad del personal de logística y la necesidad que manifiesta el jefe del área en asignar responsabilidades a cada uno de los operarios. Para su ejecución se hace necesaria la utilización de recursos y la realización de actividades las cuales se mencionan en la tabla que se expone a continuación.

Tabla 23.

Responsabilidades de la propuesta 1.

Actividades	Recursos	Responsables	Tiempo
- Entrevistas con el personal del área de logística - Elaboración del manual para cada área a intervenir (alistamiento y distribución). - Socialización de los manuales con el jefe del área de logística y el tutor del proyecto con el fin	Humanos *Tiempo de las estudiantes. * tiempo del jefe del área de logística y jefe de planta (tutor del proyecto)	Estudiantes	1 mes

Actividades	Recursos	Responsables	Tiempo
de buscar la aprobación de los mismos.	* Tiempo de los operarios de logística.		
• Socialización con el personal responsable			
• Entrega física de los documentos.	Físicos *papeletearía * computador * internet		

Nota. Información adaptada por la empresa Carnes & Carnes.

Resultados esperados Con la puesta en marcha de esta propuesta de mejora se busca:

- Estandarizar los métodos de trabajo
- facilitar la toma de decisiones
- eliminar confusiones, incertidumbre y duplicidad de funciones
- Facilidad para el adiestramiento y capacitación para el personal nuevo.

Los resultados esperados tras la implementación de la mejora se verán reflejados a largo plazo.

4.1.2. Manual de funciones para el personal del área de logística de CARNES & CARNES

Propuesta 2: Diseñar manual de funciones para el personal del área de logística que permitan mejorar la eficiencia de los procesos, para brindar un servicio de alta calidad a cada uno de los clientes de CARNES & CARNES.

La implementación de dicha mejora es a corto plazo, se hizo necesaria la utilización de recursos humanos y físicos al igual que para realización de los manuales de procedimientos y de

una serie de actividades; a continuación, se presenta en una tabla donde se expone lo descrito anteriormente.

Tabla 24.

Responsabilidades de la propuesta 2

Actividades	Recursos	Responsables	Tiempo
Identificación de las actividades y responsabilidades de cada cargo del área de logística	Humanos *Tiempo de las estudiantes. * tiempo del jefe del área de logística y jefe de planta (tutor del proyecto)		1 mes
- Entrevistas con el personal asociado al área de logística - Socialización con el jefe del área de logística y el tutor del proyecto con el fin de conseguir la aprobación de los manuales por parte de ellos. - Socialización de las funciones y actividades con el personal responsable de cada cargo. - Entrega física de los documentos.	- del área de logística * Tiempo de los operarios de logística. - Físicos *Elementos de papeletearía * computador * internet	Estudiantes	

Resultados esperados: Con la implementación de esta propuesta de mejora se busca:

- Establecer las funciones y responsabilidades a desempeñar de cada cargo del área de logística.
- Aprovechar el proporcionamiento de los recursos humanos.
- Controlar y evaluar el cumplimiento de las actividades diarias del personal.

Los resultados esperados tras la implementación de la mejora se verán reflejados a largo plazo.

4.1.3. Sistema de indicadores

Propuesta 3: Diseñar un sistema de indicadores con el fin de evaluar cada uno de los objetivos y tareas de la empresa, para los procesos de alistamiento y distribución de los pedidos. Para llevar a cabo esta mejora se hizo necesario la utilización de recursos humanos y físicos los cuales se exponen a continuación.

Tabla 25.

Responsabilidades de la propuesta 3

Actividades	Recursos	Responsables	Tiempo
- Levantamiento de Humanos información (datos). - Reuniones con el jefe de logística. - Revisión bibliográfica de indicadores para la gestión logística.	* tiempo de las - estudiantes * Tiempo personal de - que proporcione la - información.	Estudiantes	1 mes

Actividades	Recursos	Responsables	Tiempo
	* Tiempo del jefe de logística y del tutor del proyecto. Físicos Elementos de papeletearía * computador * internet		

Nota. Información adaptada por la empresa Carnes & Carnes.

Resultados esperados: Con la implementación de esta propuesta de mejora se busca:

- Aumentar los niveles de calidad.
- Incrementar la productividad.
- Controlar el desempeño del personal del área de logística.

Los resultados esperados tras la implementación de la mejora se verán reflejados a largo plazo.

4.2. Propuestas para el proceso de alistamiento

A continuación, se presentan la propuesta de mejora para el proceso de alistamiento de los pedidos, cuyo objetivo es optimizar el tiempo de alistamiento por pedido y aumentar el nivel de servicio al cliente.

Propuesta 4: Alistar por olas los pedidos, con esto se busca disminuir los traslados a los cuartos de producto terminado y de esta manera disminuir el tiempo en el alistamiento. A continuación, se describen los recursos tangibles e intangibles que se utilizaron.

Resultados esperados: Con la implementación de esta propuesta de mejora se busca:

- Disminuir los tiempos de alistamiento de los pedidos
- Eliminar el tiempo ocioso de los operarios del área de logística.

4.3. Propuestas para el proceso de Distribución de los pedidos.

A continuación, se describe la propuesta de mejora que se plantearon para la distribución de los pedidos.

4.3.1 Rutas por separado para cada canal de distribución

Propuesta 5: Separar la entrega de pedidos para los diferentes canales de distribución, teniendo en cuenta los días y las rutas ya establecidas por la empresa para cada la entrega de los pedidos.

Tabla 26.

Responsabilidades de la propuesta 5

Actividades	Recursos	Responsables	Tiempo
*reuniones con la alta dirección de la empresa, el jefe del área de logística y el tutor del proyecto para socializar la propuesta de separar la entrega de los	Humanos • Tiempo de la alta dirección de la empresa, el jefe del área de logística y el tutor del proyecto. • Tiempo de las	Estudiantes	2 semanas

Actividades	Recursos	Responsables	Tiempo
pedidos para cada canal de distribución de la empresa.	Físicos • Elementos de Papelería • Computador • internet		

Nota. Información adaptada por la empresa Carnes & Carnes.

Resultados esperados: la puesta en marcha de esta propuesta de mejora busca:

- Aumentar la calidad de servicio al cliente, minimizando el tiempo de entrega de los pedidos.
- Aumentar la cantidad de mercado atendido por la empresa.

4.3.2 Realizar e implementar un diseño de rutas.

Propuesta 6: Realizar un diseño de las rutas de distribución que facilite la toma de decisiones de manera rápida. Para su ejecución se hace necesaria la utilización de recursos y la realización de actividades las cuales se mencionan en la tabla que se expone a continuación.

Tabla 27.

Responsabilidades de la propuesta 6

Actividades	Recursos	Responsables	Tiempo
• Revisión literaria de los métodos de ruteo que existen e identificar el que	Humanos • Tiempo de las estudiantes		

Actividades	Recursos	Responsables	Tiempo
más se ajuste a los requerimientos de la empresa.	• Tiempo del personal involucrado de la empresa.		
• Reuniones con el director del proyecto.	• Personal capacitado para la programación del modelo.		
• Reuniones con el tutor del proyecto y la alta gerencia		Estudiantes	3 meses
• Levantamiento de datos.	Físicos		
• Definición de los parámetros, restricciones, y objetivos del modelo.	• Elementos de papelería		
• Búsqueda de personal capacitado para la programación del modelo.	• Computador		
	• internet		

Nota. Información adaptada por la empresa Carnes & Carnes.

Resultados esperados: Con la puesta en marcha de esta propuesta de mejora se busca:

- disminuir el tiempo de entrega de los pedidos.
- Aumentar la cantidad de pedidos entregados en horarios establecidos por los clientes.
- Aumentar el nivel del servicio a los clientes.

5. Implementación de propuestas de mejora

En este capítulo se muestran los resultados del desarrollo de las propuestas de mejora que parecen en el capítulo 4 de este trabajo de grado, cabe mencionar que se pusieron en marcha las propuestas que la dirección de la empresa avalo.

También se expone una prueba piloto que se realizó en el área de alistamiento, con el fin de mostrar el tiempo que se puede optimizar durante la ejecución de dicha actividad, esto mediante la aplicación de la política de alistamiento: alistamiento por olas.

5.1 Prueba piloto – Alistamiento por olas de los pedidos.

Propuesta 4: Alistar por olas los pedidos, con esto se busca disminuir los traslados a los cuartos de producto terminado y de esta manera disminuir el tiempo en el alistamiento. A continuación, se describen los recursos tangibles e intangibles que se utilizaron.

Objetivo general: realizar una prueba piloto en el área de alistamiento, mediante la implementación de una política de alistamiento conocida como: Alistamiento por olas, con la cual se busca reducir los tiempos de dicha actividad.

Estrategia: Como punto de partida se realizó un diagnóstico en el sistema logístico de la empresa el cual se expone en el capítulo 3, seguido de un análisis detallado de la forma en cómo se realiza el alistamiento de los pedidos, lo cual ayudo a identificar la importancia que tiene dicha actividad para lograr la efectividad del departamento logístico de la empresa. Finalmente se lleva

a cabo la prueba piloto y se muestran los resultados obtenidos a la dirección de CARNES & CARNES.

Durante la ejecución de la prueba se hicieron necesarias una serie de fases las cuales se mencionan a continuación:

Fase 1: Exponer la importancia de optimizar los tiempos de alistamiento en pro de aumentar la capacidad que tiene la empresa para la recepción de nuevos pedidos y el cumplimiento de los mismos.

Fase 2: En esta fase se llevó a cabo una reunión con el jefe y el personal del área de logística donde se expuso la metodología que se iba a realizar durante la prueba piloto en el área de alistamiento. A continuación, se muestran las actividades que se llevaron a cabo durante la recolección de datos:

- Identificación de los operarios
- Impresión de órdenes de pedido
- Asignación de los productos a recolectar para cada operario y la cantidad de kilos de los mismos.
- Separación de los productos, para cada orden de pedido.
- Verificación de las cantidades totales de cada pedido.

Fase 3: En esta fase se pone en marcha la prueba piloto donde se inicia con la recolección de los productos en los cuartos de producto terminado, esta al igual que las fases anteriores conto con el acompañamiento de las estudiantes autoras de este proyecto quienes a su vez iban haciendo la toma de tiempos. Posteriormente se hace la separación de los pedidos, para luego hacer la verificación de los mismos, finalmente estos son facturados y llevados al cuarto de pedidos alistados donde se dejan hasta el siguiente día para llevar a cabo su despacho. CEBE

MENCIONAR QUE Se realizó dos olas de alistamiento de pedidos; a continuación, se muestran los datos obtenidos.

Tabla 28.

Resultados del primer alistamiento por olas.

Cantidad de órdenes de pedido: 5

pedido	Cantidad de productos	Cantidad de kilos	Faltantes (unidades)
1	5	25.86	0
2	32	161.98	2
3	9	65.3	0
4	10	84	0
5	26	99	2
Total	82	436.14	4

Los tiempos registrados son:

- Faltantes: 4.87 %
- Tiempo de recolección de pedidos: 12.8 minutos
- Tiempo de separación y verificación de órdenes de pedido: 22.16 minutos

Tiempo promedio por pedido alistado: $(34.96 / 5) = 6.67$ minutos

Tabla 29.

Resultados del segundo alistamiento por olas.

Cantidad de órdenes de pedido: 7

pedido	Cantidad de productos	Cantidad de kilos	Faltantes (unidades)
1	20	143.1	0
2	16	70.94	2
3	10	65.5	3
4	28	63.5	1
5	25	118.57	0
6	12	78.1	0
7	8	51.4	0
Total	117	591.11	6

Los tiempos registrados son:

- Faltantes: 5.12 %

Tiempo de recolección de pedidos: 9.16 minutos

Tiempo de separación y verificación de órdenes de pedido: 51.4 minutos

Tiempo promedio por pedido alistado: $(60.56 / 7) = 8.65$ minutos

Fase 3: En esta fase se llevó a cabo el análisis de los tiempos tomados durante la puesta en marcha del alistamiento por olas vs. Los tiempos obtenidos durante el diagnóstico expuesto en el capítulo 3, mediante el análisis de tiempos; estos se expusieron ante la dirección de la empresa.

Como se muestra en el capítulo 3, durante el segundo semestre del año 2017 en promedio cada operario gasto 10,5 min para llevar a cabo el alistamiento de cada pedido, esto sin contar el tiempo que tardan al siguiente día en el alistamiento de los faltantes con los que quedan los pedidos.

El alistamiento de pedidos por olas permite a empresa aumentar la capacidad de alistamiento y consigo la eficiencia del área de logística, teniendo en cuenta que los tiempos obtenidos por la prueba piloto son inferiores en un 27 % con respecto a los tiempos expuestos en el capítulo 3.

Finalmente se realizaron recomendaciones a la empresa, las cuales se mencionan a continuación:

- Poner en estudio nuevamente la propuesta del alistamiento de pedidos por olas; teniendo presente la disminución en los tiempos de alistamiento y la eliminación de tiempo ocioso de los operarios que esta metodología permite.
- Modificar el horario de entrada de los operarios del área de logística, con el fin de evitar que los pedidos queden con faltantes.

5.2 Implementación de propuestas transversales

5.2.1 implementación de la propuesta 1 Diseñar manual de procedimientos para el área de logística que permita mejorar la eficiencia de los procesos, para brindar un servicio de alta calidad a cada uno de los clientes de CARNES & CARNES.

Objetivo general: Diseñar manual de procedimientos para los procesos de alistamiento y distribución de los pedidos con los que se busca estandarizar los procesos y evitar reprocesos que retrasen la entrega de los pedidos.

Estrategia: como punto de partida para el desarrollo de esta propuesta, se llevó a cabo un diagnóstico del sistema logístico de la empresa, seguido una revisión detallada de los cargos y actividades, funciones y responsabilidades de cada operario del área, lo cual ayudo a identificar el engranaje que existe entre los diferentes cargos del área para lograr la efectividad del proceso

logístico. Posteriormente se hace el diseño de cada manual de procedimientos; se exponen a la revisión, evaluación y aprobación por parte de la dirección de la empresa y del jefe del área de logística, para seguidamente hacer entrega física de los mismos.

Para llevar la estrategia anteriormente descrita se hicieron necesarias una serie de fases las cuales se exponen a continuación:

Fase 1: Exponer la importancia del manual de procedimientos para cada proceso. Se llevó a cabo reuniones con la alta dirección de la empresa donde se identificaron las ventajas que trae consigo el tener documentado los procesos logísticos entre las cuales están:

- Identificación rápida de las actividades a realizar en cada proceso.
- Permite tener control interno de cada proceso logístico.
- Documento de apoyo donde se encuentra de manera ordenada y sistemática las actividades a realizar para lograr que cada uno de los procesos dentro de una empresa sea eficiente.
- Estandarizar métodos de trabajo

Fase 2: Elaboración de manual de procedimientos para los procesos de alistamiento y distribución, donde se identifica el objetivo, la dependencia del área de logística, las actividades a desarrollar y los responsables de cada una, además se especifican los documentos físicos y/o electrónicos que se hacen en cada actividad. (ver apéndice J)

Fase 3: En esta fase se hace la socialización de los manuales de procedimientos, producto de la recopilación de información suministrada por el personal del área durante la etapa del diagnóstico; con el jefe del área de logística, los operarios y el tutor del proyecto donde se ponen en conocimiento las responsabilidades, las actividades que conforman cada proceso y las responsabilidades de cada operario a lo largo del proceso. A su vez estos están expuestos a modificaciones por parte del jefe del área de logística y la alta dirección de la empresa.

Fase 4: Para finalizar, se hace entrega de los manuales de procedimientos de los procesos de alistamiento y distribución de los pedidos para CARNES & CARNES.

5.2.2. Implementación de la propuesta 2 Diseñar manual de funciones para el personal del área de logística que permitan mejorar la eficiencia de los procesos, para brindar un servicio de alta calidad a cada uno de los clientes de CARNES & CARNES.

Objetivo general: Diseñar manual de funciones para cada cargo del área de logística con el fin de asignar responsabilidades y controlar las actividades realizadas por el personal del área.

Estrategia: Para llevar a cabo esta propuesta se toma como punto de partida las entrevistas realizadas al personal del área de logística, donde se les pregunto las actividades que hacen en su día a día en la empresa, las responsabilidades que tienen a cargo y los informes que entregan (algunos cargos). Posteriormente se hace el diseño de cada manual de funciones; se exponen a la revisión, evaluación y aprobación por parte de la dirección de la empresa y del jefe del área de logística, para seguidamente hacer entrega física de los mismos.

Para llevar la estrategia anteriormente descrita se hicieron necesarias una serie de fases las cuales se exponen a continuación:

Fase 1: Para dar inicio a la puesta en marcha de la propuesta las estudiantes (autoras del proyecto) dieron a conocer a la dirección de la empresa, la importancia de tener documentado cada una de las actividades y responsabilidades de los cargos asociados al proceso logístico de la empresa; además se expusieron las ventajas que esto trae, estas se mencionan a continuación:

- La disciplina es fácil de mantener.
- Ayuda a la elección del personal nuevo.
- Facilita la inducción a personal nuevo.

- Establece jerarquía y coordinación para el cumplimiento de las funciones.

Fase 2: En esta fase se realizaron reuniones con el jefe de logística, el tutor del proyecto y las estudiantes (autoras del proyecto), donde logro la identificación de cada uno de los operarios y los cargos asociados a los cuales se les aplicara esta propuesta. Como resultado se determinaron 6 cargos los cuales se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 30.

Cargos en el área de alistamiento y logística.

Cargo	Cantidad de Cargos
Jefe de logística	1
Líder de facturación	1
Líder de cuartos	1
Auxiliar de facturación	1
Operario de logística	2
Conductor	5

Fase 3: En esta fase se realiza el manual de funciones para los diferentes cargos que fueron identificados en la fase anterior, los parámetros que se tuvieron en cuenta fueron: nombre del cargo, identificación del cargo, requisitos del cargo, las funciones y responsabilidades del mismo. A su vez estos están expuestos a modificaciones por parte del jefe del área de logística y la alta dirección de la empresa. (ver apéndice k)

Fase 4: Para finalizar se expusieron los manuales a la revisión del jefe de logística, para que fuera él quien hiciera las correcciones pertinentes, posteriormente se hace entrega de los de los mimos. Se hace firmar en constancia de lo anteriormente descrito al jefe del área de logística.

5.2.3. Implementación de la propuesta 3 Una de las características de las compañías modernas es que han incorporado elementos de gestión que permitan evaluar sus logros o permitan identificar falencias para tomar acciones correctivas. Los indicadores son elementos necesarios para poder mejorar: “lo que no se mide no se controla, y lo que no se controla no se puede mejorar”. Los objetivos y tareas que se propone una organización deben finalizar con la medición de las mismas, que sirvan para expresar de manera cuantitativa dichos objetivos y tareas, y son los indicadores la herramienta indicada para dicha medición.

A continuación, se plantean una serie de indicadores de gestión logística enfocados en los procesos de alistamiento y distribución de los pedidos de la empresa, cuyo objetivo es controlar y evaluar el cumplimiento de los objetivos trazados por la empresa. Para medir los indicadores propuestos se contó con información confiable de los meses de octubre y noviembre del año 2018 suministrada por el departamento de talento humano de la empresa y el sistema de información 1E.

5.2.3.1 Indicadores de distribución

5.2.3.1.1. Nivel de utilización de los vehículos Este indicador se establece para el proceso de distribución de los pedidos; consiste en medir la capacidad real de los vehículos con respecto a su capacidad instalada en volumen y peso.

El impacto de este indicador es medir el nivel de utilización de los vehículos y así determinar la necesidad de optimizar la capacidad instalada y/o tercerizar dicho servicio.

$$valor = \frac{\text{capacidad real utilizada}}{\text{capacidad real del vehículo (kg)}}$$

La grafica que expone a continuación muestra el porcentaje de utilización que se tuvo de cada uno de los vehículos en los meses de octubre y noviembre del año 2018.

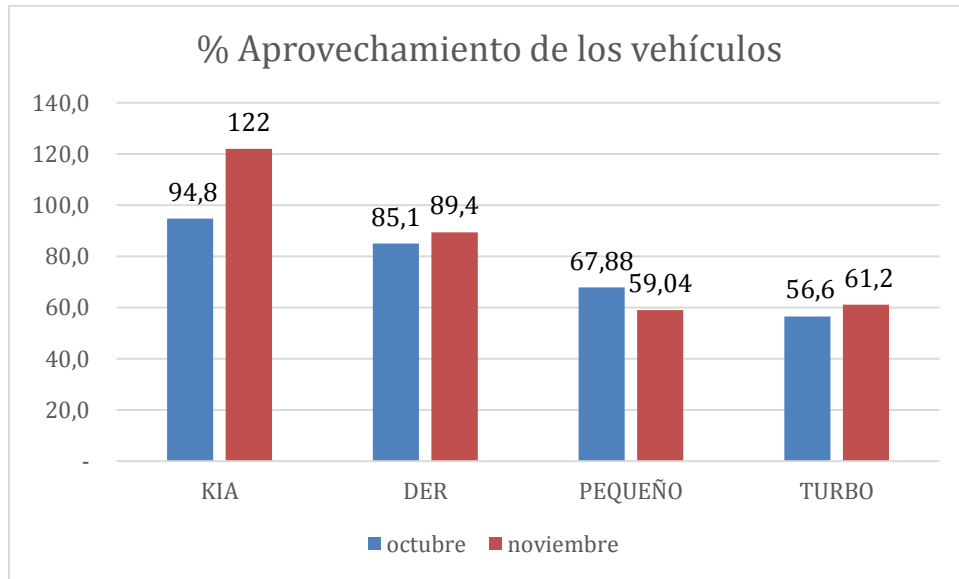


Figura 29. Porcentaje de utilización de los vehículos año 2018.

Como se muestra en la figura 29 el porcentaje de utilización del 75% de los vehículos aumento en el mes de noviembre, esto se debió al incremento de las cantidades demandadas en cada pedido por la temporada del mes de diciembre y la captación de nuevos clientes. La información que se utilizó se encuentra en (ver apéndice L).

Este indicador permite evaluar la efectividad de la herramienta desarrollada para el diseño de rutas durante este proyecto, mediante el cual se busca optimizar los tiempos de entrega de los pedidos, aprovechar la capacidad instalada de cada vehículo y aumentar la eficiencia de las rutas.

5.2.3.1.2. costo de transporte por kg movido por vehículo: Este indicador tiene como objetivo determinar el costo por kilómetro de cada vehículo y los gastos asociados como herramienta para la toma de decisiones.

$$x = \frac{\text{coste total del transporte por vehiculo}}{\text{kg movidos por vehiculo}}$$

La gráfica que se muestra a continuación se refleja lo que le costó a la empresa transportar un 1 kg de carne en los meses de octubre y noviembre del año 2018 por vehículo.

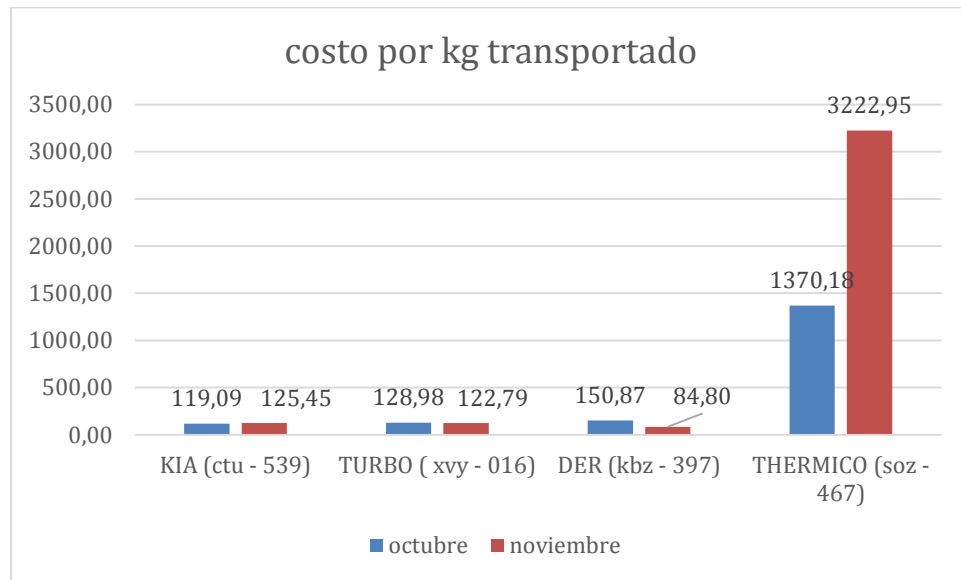


Figura 30. Costo de transporte por kg movido por vehículo año 2018.

De la figura 30 se puede concluir que el THERMICO fue el vehículo más costoso por kg transportado, y por el contrario la DEER fue el más económico; Puesto que en el mes de noviembre transportar un kg en el THERMICO le salió a la empresa a 3.222,95 pesos mientras que transportar un kg en la DEER le salió en 84 pesos.

Es importante mencionar que para sacar estos datos se tuvo en cuenta 3 costos logísticos (combustible, mano de obra y mantenimiento), dividido en la cantidad de kilogramos transportados. Todos los datos se encuentran en (Ver Apéndice M)

5.1.3.1. Unidades separadas o despachadas por operario: El objetivo de la implementación de este indicador es controlar la carga laboral para el área de logística en la planta de Carnes & Carnes.

El impacto que trae este indicador es poder medir la participación de unidades alistadas de cada operario del área, teniendo en cuenta la carga laboral y así poder hacer comparación con otras compañías.

$$x = \frac{\text{Total de unidades alistadas/despachadas}}{\text{Número de operarios en alistamiento}}$$

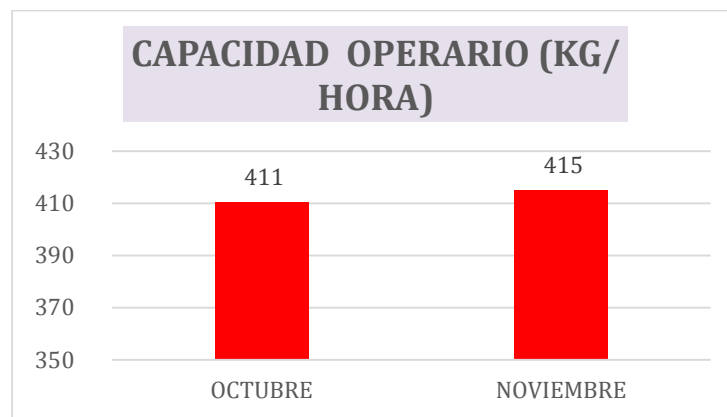


Figura 31. Unidades despachadas por operario año 2018.

Como se puede observar en la figura 31 la capacidad del alistamiento por hora fue mayor en el mes de noviembre comparado con octubre; en el mes de octubre alistaron 411 kg por hora y en noviembre 415 una diferencia de 4830 kg totales mes a mes de más.

Este alistamiento se presentó principalmente porque la venta en kg y facturación del mes de noviembre aumentó con respecto a octubre. Los datos con los que se hicieron estos análisis se encuentran en (Ver apéndice N).

5.3 Diseño e implementación de la herramienta de Ruteo para Carnes & Carnes.

5.3.1 Revisión literaria de problemas de ruteo HFVRP Para poder desarrollar esta herramienta inicialmente se hizo una búsqueda literaria en tangara uis en la parte de proyectos de grados, allí se encontró un documento realizado en el 2017 por Miguel Ángel Tolosa llamado “modelo de ruteo de vehículos para la distribución de producto terminado en el área metropolitana de Bucaramanga: espumas Santander”; haciendo una barrido de las referencias bibliográficas que se habían consultado para la realización del proyecto mencionado anteriormente, se encontró que éste hizo una búsqueda en google scholar (específico para buscar textos académicos) y digitando la palabra “HFVRP como lo había hecho Miguel en su proyecto ,se encontró un documento realizado por soonpracha, mungwattana, janssens, & manisri (2014), en donde se realiza una revisión literaria de los problemas de ruteo con flota heterogénea. Esta revisión literaria recopila una gran cantidad de trabajos de distintos autores acerca del problema de Ruteo conocido como problema de ruteo con flota Heterogénea (HFVRP); en el documento se exponen a manera de revisión literaria 4 componentes claves del problema de ruteo: Clasificación, variables de entrada relevantes, perspectivas en cuanto a criterios de decisión, y algoritmos de solución heurísticos y metaheurísticas.

De esta revisión literaria se extrae un documento altamente pertinente elaborado por Paresepkoulos etal (2008), donde se investiga la técnica de solución de búsqueda tabú como

posible alternativa para la solución de problemas de tipo HFVRPTW. Este trabajo es acto porque nos mostró que además de los factores propios de la operación interna de la flota, es importante observar el factor externo que implica desenvolverse en un entorno limitado de espacio, y aplicar estas limitaciones al modelo para obtener una solución más cercana a la realidad.

El segundo documento investigado hace referencia a un problema de flota heterogénea, en su trabajo, Parrier, Langevin y Amaya (2008) utilizan un modelo basado en redes para múltiples productos, la particularidad de este trabajo es que el modelo restringe algunas rutas para ciertos vehículos, y su objetivo es minimizar la distancia total del recorrido. Plantean dos métodos diferentes de optimización, el primero subdivide el problema inicial en versiones más pequeñas y realiza las rutas para cada uno, y el segundo divide la red en grupos, les asigna una demanda y asigna un vehículo a cada nodo, uniendo los nodos al final de la operación y así obteniendo las rutas.

Finalmente, se encontró un documento desarrollado por Pisinger & Ropke (2007), en donde se trabaja un algoritmo generalizado para la solución de problemas de ruteo, para resolver HFVRP con ventanas de tiempo, y con resultados aceptables; por su versatilidad se consideró como el mejor candidato para resolver el aplicativo a dejar en la empresa.

Gracias a las anteriores búsquedas, se establece que el modelo de ruteo a utilizar para resolver el problema presentado en Carnes & Carnes es el modelo HFVRPTW, solucionado mediante el algoritmo ALNS adaptado de Pisinger & Ropke (2007).

5.3.2 Definición del modelo de ruteo. A partir de la revisión del modelo de programación de la demanda actual, se plantea el modelo de ruteo con la ayuda literaria encontrada y se exponen

las siguientes características encontradas de la caracterización del proceso de distribución en Carnes & Carnes.

- Clientes con demanda conocida previamente (estocástica)
- Flota interna finita y heterogénea
- Clientes con ventanas de tiempo duras y múltiples
- Clientes con diferentes de zona de descargue.

Gracias a estas características el presente trabajo de grado toma como base el modelo matemático definido por Toth&Vigo (2002) para el problema de ruteo de vehículos con ventanas de tiempo duras. La red de transporte para el VRPTW se representa mediante un grafo asimétrico y completo $G = (V, A)$, donde $V = \{0, 1, 2, 3, \dots, n\}$ expresa el conjunto de vértices o nodos y $A = \{(i, j); i, j \in V\}$ hace referencia al conjunto de arcos por donde harán sus recorridos los vehículos teniendo en cuenta que $i \neq j$.

El conjunto de vértices $i = 1, \dots, n$ en este caso se relacionan con los diferentes puntos de venta o clientes institucionales y el nodo 0 corresponde a la planta de producción. Todos los vehículos inician su ruta en el nodo 0 y finalizan en el mismo.

Se cuenta con una flota de K vehículos, cada uno de ellos con una capacidad limitada y diferente C_k . Los puntos de demanda, que en la formulación original se refiere a los clientes, tienen una demanda asociada d_i que se entiende como cantidad requerida de producto en el nodo i . Cada vértice debe ser visitado por un solo vehículo teniendo en cuenta que $C_k > d_i$ para todo $i \in V, k \in K$. Los puntos de demanda cuentan con una ventana de tiempo $[a_i, b_i]$ dentro de la cual deben ser visitados, donde a_i define el tiempo más próximo para iniciar el servicio en el nodo i y b_i determina el tiempo más lejano para dar lugar al servicio. Como las ventanas de tiempo son duras, si el

vehículo llega al punto de demanda antes de la abrirse la ventana de tiempo debe esperar hasta que comience el periodo y para el caso contrario, si llega después de cerrada no podrá ser atendido.

Adicionalmente, se establece un tiempo de servicio s_i que considera el lapso de duración de la descarga en cada uno de los nodos, cuyo valor es diferente para todos los nodos y no se asume proporcional a la cantidad demandada. Por otra parte, la planta de producción no cuenta con una demanda asociada ($d_0 = 0$) ni tiempo de servicio.

A continuación, se hace una recopilación de los parámetros de entrada para el modelo de ruteo de vehículos con ventanas de tiempo duras, algunos de ellos mencionados anteriormente.

5.3.2.1 Parámetros

K = Número de vehículos de diferente capacidad

C_k = Capacidad de los vehículos (Flota heterogénea)

D_i = Cantidad de producto en kilos requerida en el nodo i

S_i = Tiempo de duración del servicio, en minutos, en el nodo i

$[a_i, b_i]$ = Ventana de tiempo, en minutos, dentro de la cual el nodo i puede ser servido

t_{ij} = Tiempo de viaje para ir desde el nodo i al nodo j

La matriz de costos y la de tiempos de viaje son asimétricas, lo que indica que no es lo mismo ir del nodo i al j que ir del nodo j al i , lo cual se valida por el hecho de que se debe tener en cuenta en los recorridos de los vehículos el sentido y la orientación de las carreteras de acuerdo a la red vial de la ciudad. La formulación matemática para el VRPTW se presenta a continuación.

5.3.2.3 Variables de decisión

$X_{ijk} \begin{cases} 1. & \text{Si en la solución, el vehículo } k \text{ va de } i \text{ a } j \\ 0. & \text{De lo contrario} \end{cases}$

w_{ik} Instante de tiempo en el que inicia el servicio en el punto de demanda i por el vehículo k .

Función objetivo

$$\text{Min } Z = \sum_{k \in K} t_{ij} \sum_{(i,j) \in A} X_{ijk}$$

5.3.2.4 Restricciones

$$1. \sum_{k \in K} \sum_{j \in \Delta^+(i)} X_{ijk} = 1 \quad \forall i \in V \setminus 0$$

$$2. \sum_{j \in \Delta^+(0)} X_{0jk} \leq 1 \quad \forall k \in K$$

$$3. \sum_{i \in \Delta^-(0)} X_{i0k} \leq 1 \quad \forall k \in K$$

$$4. \sum_{i \in \Delta^-(j)} X_{ijk} - \sum_{i \in \Delta^+(j)} X_{jik} = 0 \quad \forall k \in K, j \in V$$

$$5. w_{jk} - w_{ik} \geq s_i + t_{ijk} - M(1 - x_{ijk}) \quad \forall i, j \in V \setminus 0, k \in K$$

$$6. a_i \sum_{j \in \Delta^+(i)} X_{ijk} \leq w_{ik} \leq b_i \sum_{j \in \Delta^+(i)} X_{ijk} \quad \forall k \in K, i \in V$$

$$7. w_{0k} = 0 \quad \forall k \in K$$

$$8. \sum_{i \in N} d_i \sum_{j \in \Delta^+(i)} X_{ijk} \leq C_k \quad \forall k \in K$$

$$9. w_{ik} \geq 0 \quad \forall k \in K, (i, j) \in A$$

$$10. X_{ijk} \in \{0,1\}$$

$$\forall k \in K, (i,j) \in A$$

La función objetivo del presente modelo matemático, representa el tiempo total de viaje (considerando la distancia total recorrida de los vehículos a una velocidad constante). La restricción (1) indica que cada punto de demanda debe ser atendido por un solo vehículo, donde $j \in \Delta + (i)$ es el conjunto de grafos completos que parten del nodo i y finalizan en j . La restricción (2) señala que cada vehículo k solo puede alcanzar desde la planta de producción un punto de demanda j y la restricción (3) determina que cada ruta tiene solo un punto que llega a la planta, es decir, dichas ecuaciones limitan el número de recorridos que hacen los vehículos, desde y hacia la planta. En este último caso, $j \in \Delta + (0)$ representa el conjunto de grafos completos que salen de la planta de producción con dirección hacia los puntos de demanda y $j \in \Delta - (0)$ es el conjunto de grafos que parten de todos los puntos con destino a la planta de producción. La restricción (4) precisa que el vehículo que llega a un punto de demanda sea el mismo que sale.

La restricción (5) garantiza el cumplimiento de las limitaciones relacionadas con el tiempo en cuanto a la visita al siguiente punto de demanda, ya que verifica que la suma del tiempo de viaje del nodo i al j , más la duración del servicio en i y el tiempo total acumulado al inicio del servicio en i representado como w_{ik} debe ser mayor que la ventana de tiempo del cliente siguiente j , para que el vehículo k pueda comenzar el servicio. Siendo M una constante lo suficientemente grande, la restricción asegura que, si un vehículo k viaja de i a j , no puede llegar a j antes que $w_i + s_i + t_{ijk}$ y actúan además como restricciones de eliminación de sub-tours.

La restricción (6) ratifica el cumplimiento de la ventana de tiempo en el instante en que inicia el servicio en el punto de demanda i , es decir, en w_{ik} . La restricción (7) muestra que el desarrollo del modelo en cuanto a los tiempos inicia en el nodo 0. La restricción (8) indica que la suma de la cantidad de demanda a entregar en los puntos de demanda en la ruta realizada sea como máximo,

la capacidad del vehículo, para cada k . Finalmente, las restricciones (9) y (10), garantizan la no negatividad y la naturaleza de las variables.

5.4 Metodología para el desarrollo de la herramienta VRP.

5.4.1 Restricciones para desarrollar la herramienta. Inicialmente es importante aclarar que para el desarrollo de la herramienta solo se utilizó para dos canales: puntos de venta e institucional excluyendo a aquellos clientes que se encuentran ubicados en el municipio de Barrancabermeja. La decisión de hacer solo rutas para el canal puntos de venta e institucional se debe principalmente a que los canales (moderno, ventas desde la planta y TAT) presentan características que impiden que se puedan enrutar; a continuación, se presentan dichas características.

Ventas desde la planta: En ellos se encuentran los empleados de la empresa, para la venta de esta canal al finalizar la jornada laboral el comprador baja hasta la bodega y se lleva su producto (no hay distribución).

Moderno: Es un solo cliente por ciudad, por tanto, se realiza una sola entrega (no hay más clientes para hacer rutas)

TAT: No se tiene ruta heterogénea, dado que sus pedidos se entregan en moto y para cada punto de venta propio se tiene una de ellas (todas tienen 70 kg de capacidad). A su vez la empresa decidió no manipular este canal pues consideran que su funcionamiento actualmente cumple con las expectativas de la alta gerencia.

Para desarrollar la solución VRP para Carnes & Carnes inicialmente se decidió en una junta con la alta gerencia separar las rutas: 1 para puntos de venta y la otra para clientes institucionales;

A su vez estas rutas iban a estar divididos en: rutas de venta zona sur, rutas punto de venta norte, clientes institucionales zona sur y clientes institucionales zona norte; Esto se hizo con la intención no solo de entregar en la mañana canal institucional y en la tarde puntos de venta, sino a su vez minimizar las distancias que se estaban tomando al realizar los despachos del canal institucional y el canal puntos de venta en conjunto.

Otra restricción que la alta gerencia solicitó fue que la herramienta de solución se desarrollará en Excel, pues es una herramienta fácil, conocida y su manipulación no requiere un conocimiento intelectual tan amplio.

5.4.2 Metodología para el desarrollo de la herramienta VRP Después de tener las condiciones iniciales del modelo, se procedió a ejecutar la herramienta; Para desarrollar la herramienta de solución VRP para Carnes & Carnes, se necesitaron múltiples insumos:

5.4.2.1 Variables de entrada de entrada del modelo

- Matriz Origen destino (para las 4 rutas)
- Demanda de cada uno de los clientes
- Ventanas de tiempo de los clientes
- Capacidad de los vehículos
- Solución mejorada (vecino más cercano)

En este capítulo se expone como se hizo el levantamiento de los datos para el aplicativo y su funcionamiento; para este capítulo se mostrará de manera explícita como se hizo el paso a paso tomando como ejemplo la ruta puntos de venta centro; Esto se hace con el objetivo de minimizar

el espacio y no volver repetitiva la explicación dado que para todas las rutas es el mismo procedimiento.

A continuación, se muestra como se sacaron los datos para la herramienta informática.

5.4.2.1.1 Matriz origen-destino: Es un conjunto de elementos ordenados pertenecientes a una región o espacio determinado, en donde se establece la relación de distancias de casa uno de ellos. Para el caso de Carnes & Carnes, el conjunto fue formado por la ubicación de los clientes; es importante mencionar que para distribuir la zona (SUR O CENTRO) cliente por cliente, se hizo con la ayuda del jefe de logística. Para alimentar las matrices origen-destino se utilizó la herramienta Google maps, inicialmente se ubicaron todos los clientes en el servidor; a continuación, se dejaba un nodo inicial y con la opción “ruta desde aquí” se cambiaba su destino hasta completar las rutas desde ese nodo a los restantes; Esto se hizo con todos los clientes.

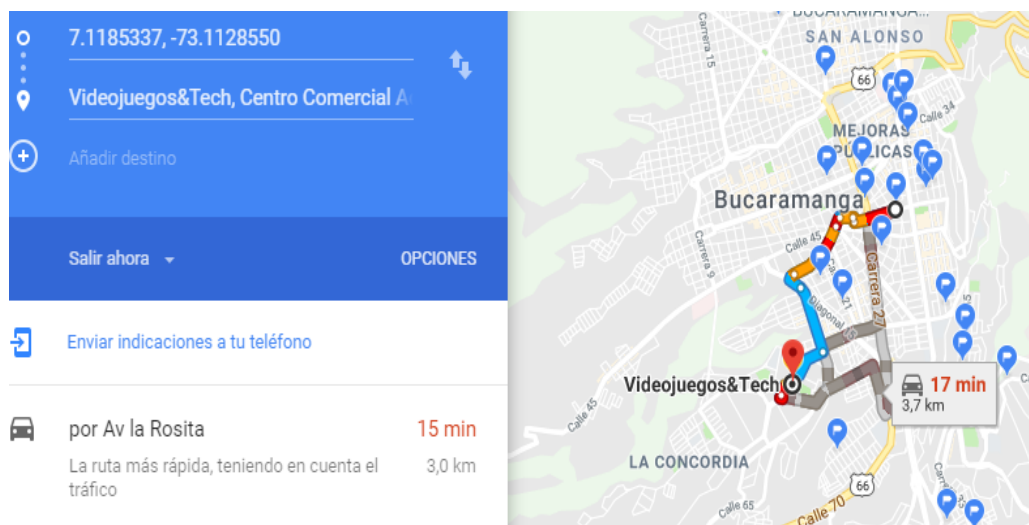


Figura 32. Google maps

Los datos de la distancia (kilómetros) de nodo a nodo se registraron en Excel.

Para poder utilizar esta matriz en el aplicativo fue necesario pasar la matriz de kilómetros a matriz de tiempos; para hacer ello se utilizó la fórmula de movimiento rectilíneo uniforme (<https://conceptodefinicion.de/movimiento-rectilineo-uniforme/>).

$$x = v * t$$

Donde

X= distancia (kilómetros)

V= Velocidad constante

t = Tiempo en horas

Figura 33. Fórmula movimiento uniforme rectilíneo.

Para poder utilizar esta fórmula se utilizó una velocidad constante de 20km por hora, Esta velocidad se tomó con la ayuda del jefe de logística teniendo en cuenta parámetros como semáforos, trancones, restricciones de movilización, conductor y carga del vehículo. Finalmente se despejo la formula a $t = x/v$ donde este tiempo en horas se pasó a minutos obteniéndose la siguiente matriz:

PUNTO	MXM ACROPOLIS	MXM CABECERA	MXM CRA 27	MXM SAN FRANCISCO	PRADO	EL SUPER	GUARIN	MERCASUR CABECERA	MERCASUR CENTRO	MERCO CRA 27	MERCO FLORESTA	REDIL	MERCASUR SOTOMAYOR	PLANTA
MXM ACROPOLIS		6,03	8,25	9,39	6,96	7,5	7,65	5,7	4,92	5,01	5,4	9,84	9	11,1
MXM CABECERA	6,03		4,29	6,42	1,5	2,52	2,4	2,22	3,09	1,68	4,23	7,02	2,7	17,7
MXM CRA 27	8,25	4,29		2,19	3	2,22	2,52	4,32	2,67	3,48	8,22	2,73	6,3	19,2
MXM SAN FRANCISCO	9,39	6,42	2,19		5,19	4,29	4,53	8,55	4,68	5,79	10,4	0,57	7,5	21,6
PRADO	6,96	1,5	3	5,19		0,9	0,78	3,69	2,85	2,34	5,7	5,64	2,85	18
EL SUPER	7,5	2,52	2,22	4,29	0,9		0,3	4,56	2,91	2,7	6,51	4,77	5,4	19,5
GUARIN	7,65	2,4	2,52	4,53	0,78	0,3		4,41	3,18	2,88	6,48	5,07	3,6	18,6
MERCASUR CABECERA	5,7	2,22	4,32	8,55	3,69	4,56	4,41		4,44	3,06	2,04	8,91	3,9	15,6
MERCASUR CENTRO	4,92	3,09	2,67	4,68	2,85	2,91	3,18	4,44		3	6,6	5,04	3,6	18,3
MERCO CRA 27	5,01	1,68	3,48	5,79	2,34	2,7	2,88	3,06	3		4,83	6,21	1,5	16,8
MERCO FLORESTA	5,4	4,23	8,22	10,4	5,7	6,51	6,48	2,04	6,6	4,83		10,8	9,3	13,8
REDIL	9,84	7,02	2,73	0,57	5,64	4,77	5,07	8,91	5,04	6,21	10,8		8,1	22,2
MERCASUR SOTOMAYOR	9	2,7	6,3	7,5	2,85	5,4	3,6	3,9	3,6	1,5	9,3	8,1		17,1
PLANTA	11,1	17,7	19,2	21,6	18	19,5	18,6	15,6	18,3	16,8	13,8	22,2	17,1	

Figura 34. Matriz Origen-destino ruta del centro.

Los datos de las matrices origen destino de las rutas restantes se encuentran en (Ver apéndice N).

5.4.2.1.2 Demanda de los clientes: Para simplificar la variable de demanda al modelo se tomaron todos los pedidos despachados a cada cliente durante los meses de junio y julio de 2018; con estos pedidos se sacó un promedio de los kilogramos que se despachan a cada cliente por pedido (demanda estándar). La demanda de los canales resultantes se puede (ver en el apéndice O).

DEMANDA CANAL PUNTOS DE VENTA-RUTA CENTRO	
PUNTO DE VENTA	DEMANDA EN KG
MERCASUR SOTOMAYOR	137
MERCO FLORESTA	94
GUARIN	343
MERCASUR CABECERA	97
MERCASUR CENTRO	208
MERCO 27	123
MXM CABECERA	452
MXM ACROPOLIS	188
MXM CRA 27	193
MXM SAN FRANCISCO	31
PRADO	299
REDIL	168
EL SUPER	178

Figura 35. Demanda ruta del centro.

5.4.2.1.3 Ventanas de tiempo: La ventana de tiempo para cada cliente es diferente dado que cada concesión, restaurante, hotel..., maneja diferente horario para recibir su pedido; es por ello que éste dato es de suma importancia para el modelo dado que hay clientes que si se les incumple con su ventana de tiempo no reciben el pedido. Para obtener este dato se consultó con el jefe de logística, pues con 20 años de experiencia tenía estos datos en su memoria y no los brindó de manera inmediata; es importante mencionar que el horario de activación de la planta es de 6:00 am a 5:00 pm, cubriendo un espacio de 13 horas continuas de operación. Las ventanas de tiempo de los otros canales se encuentran en (ver apéndice P).

VENTANAS DE TIEMPO-PUNTOS DE VENTA- RUTA DEL CENTRO		
PUNTO	VENTANA INICIAL	VENTANA FINAL
MERCASUR SOTOMAYOR	1:00 PM	5:00 PM
MERCO FLORESTA	3:00 PM	5:00 PM
GUARIN	12:00 PM	1:00 PM
MERCASUR CABECERA	7:00 AM	9:00 AM
MERCASUR CENTRO	1:00 PM	4:00 PM
MERCO 27	2:00 PM	5:00 PM
MXM CABECERA	2:00 PM	4:00 PM
MXM ACROPOLIS	2:00 PM	4:00 PM
MXM CRA 27	2:00 PM	4:00 PM
MXM SAN FRANCISCO	2:00 PM	4:00 PM
PRADO	2:00 PM	7:00 PM
REDIL	2:00 PM	7:00 PM
EL SUPER	2:00 PM	5:00 PM
PLANTA	6:00 AM	6:00 PM

Figura 36. Ventanas de tiempo ruta del centro.

5.4.2.1.4 Capacidad de los vehículos: La empresa actualmente con 4 vehículos para la entrega de los pedidos, cada uno de ellos tiene una capacidad distinta. (Ver imagen...);

5.4.2.1.5 Tiempo de descargue: Al momento de llegar a cada cliente hay un tiempo de descargue o tiempo de entrega del pedido; Este dato es muy importante dado que este tiempo influye en el cumplimiento de la ventana de tiempo de los clientes. Para poder sacar estos datos se tuvo en cuenta la demanda de cada cliente, pues el tiempo de descarga es directamente proporcional a la cantidad de kg que lleva el pedido; al momento de registrar los datos en Excel se tomó la demanda estándar por cliente y se hizo una regla de tres, determinando con la ayuda del jefe de logística una constante de que en 1 min se descargan 10kg (tiempo ya establecido por la empresa); A continuación se muestra tomando como ejemplo mercasur Sotomayor el cual tiene una demanda de 137 kg.

10 kg → 1minuto (constante) 137 kg → X X= 13.7 minutos

Figura 37. Unidades despachadas por operario.

Después de tener este tiempo se le adicionó otra constante de 5 min dado que hay factores que siempre están presentes al momento de descargue; este tiempo también no la dio el jefe de logística y para determinar esta constante se tuvo en cuenta factores como tiempo de parqueo del vehículo, descargue y desplazamiento de las canastillas y atención al momento de recibir el pedido (primeros se atienden los clientes y luego el pedido).

Por eso para el ejemplo anterior (mercatur Sotomayor) serian 13.7+5 dando 18.7 min o en su efecto 19 min con 10 segundos; A continuación, se presentan los datos obtenidos para el resto de puntos. Las tablas de los otros puntos se encuentran en el apéndice Q.

TIEMPO DE DESCARGUE CANAL PUNTOS DE VENTA-RUTA CENTRO	
PUNTO DE VENTA	TIEMPO EN MIN
MERCATUR SOTOMAYOR	18,7
MERCO FLORESTA	14,4
GUARIN	39,3
MERCATUR CABECERA	14,7
MERCATUR CENTRO	25,8
MERCO 27	17,3
MXM CABECERA	50,2
MXM ACROPOLIS	23,8
MXM CRA 27	24,3
MXM SAN FRANCISCO	8,1
PRADO	34,9
REDIL	21,8
EL SUPER	22,8

Figura 38. Tiempo de descargue ruta del centro.

5.5 Algoritmo de solución

El algoritmo del vecino más próximo fue, en las ciencias de la computación, uno de los primeros algoritmos utilizados para determinar una solución para el problema del viajante. Este método genera rápidamente un camino corto, pero generalmente no el ideal.

Estos son los pasos del algoritmo:

1. elección de un vértice arbitrario respecto al vértice actual.
2. descubra la arista de menor peso que ya éste conectada al vértice actual y a un vértice no visitado V .
3. convierta el vértice actual en V .
4. marque V como visitado.
5. si todos los vértices del dominio estuvieran visitados, cierre el algoritmo.
6. vaya al paso 2.
7. La secuencia de los vértices visitados es la salida del algoritmo.

El algoritmo del vecino más próximo es fácil de implementar y ejecutar rápidamente, pero algunas veces puede perder rutas más cortas, que son fácilmente notadas con la visión humana, debido a su naturaleza más "ávida". Como norma general, si los últimos pasos del recorrido son comparables en longitud al de los primeros pasos, el recorrido es razonable; si estos son mucho mayores, entonces es probable que existan caminos mucho mejores.

Primera etapa:

Con una distancia d_{ij} podemos evaluar la disimilaridad entre los objetos a clasificar. Podemos crear una tabla $D(n,n)$, simétrica, que resume las distancias entre los n objetos a clasificar, comparados dos a dos.

Suponemos que es aceptable considerar que la distancia entre dos clases que contienen un solo objeto cada una es igual a la distancia entre los objetos: $d(\{x\}, \{y\}) = d(x, y)$. Los términos diagonales de $D(n, n)$ son nulos, puesto que, si d es una distancia: $d(\{x\}, \{x\}) = d(x, x) = 0$.

Segunda etapa:

Buscamos en la tabla $D(n, n)$ el término extra-diagonal mínimo, es decir el valor $d(\{x\}, \{y\}) = d(x, y)$ mínimo. Formamos una nueva clase que reagrupa esos dos objetos: $\{x\}$ y $\{y\}$.

Iteración:

Se recomienza a partir de la primera etapa, pero ahora sólo con $n - 1$ objetos a comparar, puesto que una clase contiene ahora dos objetos. Para calcular la Tabla $D'(n-1, n-1)$ correspondiente a la nueva situación debemos darnos un criterio para calcular la distancia entre una clase que contiene dos objetos y las clases restantes que sólo contienen un objeto. La estrategia de agregación responde a ese problema... La estrategia del «vecino más cercano» consiste en elegir como distancia entre la clase $\{x; y\}$ y la clase $\{k\}$ la más pequeña de las dos distancias siguientes: $d(\{x\}, \{k\})$ o bien $d(\{y\}, \{k\})$. En cada etapa t de iteración del proceso de agregación por el método del «vecino más cercano», la Tabla $D(n-t, n-t)$ es construida con la siguiente distancia ultramétrica. (<https://matediscretasjoaquin.webnode.es/trabajos/unidad-3-relaciones-y-grafos-/tarea-definicion-del-vecino-mas-proximo/>)

5.6 Programación del aplicativo

El diseño del aplicativo y los datos de entrada al modelo fue hecho por las autoras de este proyecto; Para la programación de este aplicativo, se buscó un ingeniero de sistemas con experiencia en

diseños de rutas, el cual fue el encargado de hacer toda su parte informática y entregar un resultado final.

5.7 Características de la herramienta

La herramienta consta de las siguientes características:

- **Cantidad de clientes:** La herramienta permite almacenar hasta 120 clientes por ruta.
- **Cantidad de vehículos:** La herramienta permite hacer el ruteo hasta con 20 vehículos.
- **Especificaciones de clientes:** La herramienta permite almacenar datos de nombre, coordenadas, ventanas de tiempo, demanda del producto y tipo de cliente.
- **Especificaciones de los vehículos:** permite almacenar el nombre y la capacidad de los vehículos.
- **Flexibilidad de la herramienta:** Es una herramienta que se utiliza en Excel y permite hacerle cambios en demanda, capacidad de los vehículos, hora de salida de la ruta y el orden en que quiero enviar los vehículos.

5.8 Manual para el uso de la herramienta

A partir de los algoritmos de procesamiento de los datos en Microsoft Excel se obtiene la herramienta de ruteo de vehículos que se tiene como resultado esperado del presente documento.

A continuación se presenta el paso a paso de cómo se utiliza el aplicativo y sus respectivas características, para ellos se utilizaran como ejemplo la ruta puntos de venta zona centro.

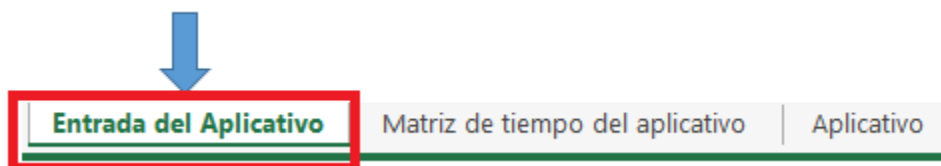
Paso 1: a la pestaña entrada del aplicativo

Figura 39. Hoja Excel de entrada al aplicativo.

Paso 2: Seleccionar el segmento a trabajar:

En este paso se elige entre las 4 que ruta es la que se va a trabajar, para nuestro ejemplo se utilizará ruta puntos de venta centro.

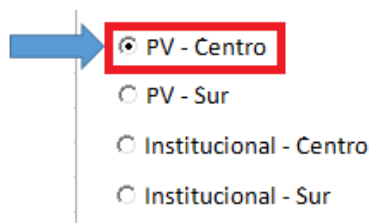


Figura 40. Elección de la ruta del aplicativo.

Paso 3: Seleccionar puntos a trabajar:

En este paso se seleccionan aquellos puntos que tienen ruta ese día (todos los días la ruta es diferente), Para nuestro ejemplo vamos a asumir que prado, mercasur cabecera y mercasur Sotomayor ese día no tienen envío. Para ello:

Paso 4: Seleccionar puntos a trabajar: dar clic en “seleccionar PUNTOS a trabajar”, este campo activara todos los clientes que pertenecen a la ruta.



Figura 41. Seleccionar todos los clientes de la ruta.

Paso 5: Seleccionar aquellos que si tienen envío (los que quedaran con el *).

PUNTO	Si/No
MXM ACROPOLIS	*
MXM CABECERA	*
MXM CRA 27	*
MXM SAN FRANCISCO	*
PRADO	☐
EL SUPER	*
GUARIN	*
MERCASUR CABECERA	☐
MERCASUR CENTRO	*
MERCO CRA 27	*
MERCO FLORESTA	*
REDIL	*
MERCASUR SOTOMAYOR	☐

Figura 42. Seleccionar clientes a Trabajar

Paso 6: Dar click en el campo “Colocar la matriz de trabajo”: este campo lo que hará es trerse los clientes que se van a enrutar los que quedaron sin el * los excluirá.

↓

2.1. Colocar la matriz de trabajo

↓

PUNTO	PLANTA	MXM ACROPOLIS	MXM CABECERA	MXM CRA 27	MXM SAN FRANCISCO	EL SUPER	GUARIN	MERCASUR CENTRO	MERCO CRA 27	MERCO FLORESTA	REDIL
PLANTA	0	11,1	17,7	19,2	21,6	19,5	18,6	18,3	16,8	13,8	22,2
MXM ACROPOLIS	11,1	0	6,03	8,25	9,39	7,5	7,65	4,92	5,01	5,4	9,84
MXM CABECERA	17,7	6,03	0	4,29	6,42	2,52	2,4	3,09	1,68	4,23	7,02
MXM CRA 27	19,2	8,25	4,29	0	2,19	2,22	2,52	2,67	3,48	8,22	2,73
MXM SAN FRANCISCO	21,6	9,39	6,42	2,19	0	4,29	4,53	4,68	5,79	10,35	0,57
EL SUPER	19,5	7,5	2,52	2,22	4,29	0	0,3	2,91	2,7	6,51	4,77
GUARIN	18,6	7,65	2,4	2,52	4,53	0,3	0	3,18	2,88	6,48	5,07
MERCASUR CENTRO	18,3	4,92	3,09	2,67	4,68	2,91	3,18	0	3	6,6	5,04
MERCO CRA 27	16,8	5,01	1,68	3,48	5,79	2,7	2,88	3	0	4,83	6,21
MERCO FLORESTA	13,8	5,4	4,23	8,22	10,35	6,51	6,48	6,6	4,83	0	10,77
REDIL	22,2	9,84	7,02	2,73	0,57	4,77	5,07	5,04	6,21	10,77	0

Figura 43. Copiar matriz de puntos a trabajar.

Paso 7: Ir al campo “copiar datos para comenzar”, y después a la hoja “matriz de tiempo al aplicativo”;

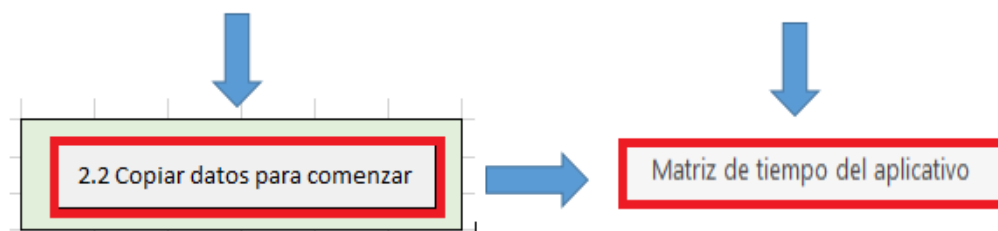


Figura 44. Copiar datos para empezar

Al activar el campo se copiará nuevamente en la nueva hoja la matriz de tiempos de los puntos que se van a enrutar. En esta misma hoja (en la parte final), no solo aparecerán los datos de demanda, tiempo de descarga y ventanas de tiempo de los mismos; sino a su vez, hora en que inicia el recorrido, el tiempo en minutos de la ventana de tiempo respecto al inicio del recorrido y el orden en que quiero enviar los vehículos (se enviaran en orden decente, primero el que tiene el número uno, luego el numero 2 dos, hasta llegar al cuarto vehículo); Es importante mencionar que esta hoja se permiten hacer modificaciones de todos los ítems mencionados anteriormente.

PUNTO	PLANTA	MXM ACROPOLIS	MXM CABECERA	MXM CRA 27	MXM SAN FRANCISCO	EL SUPER	GUARIN	MERCASUR CENTRO	MERCO CRA 27	MERCO FLORESTA	REDIL
PLANTA	0	11,1	17,7	19,2	21,6	19,5	18,6	18,3	16,8	13,8	22,2
MXM ACROPOLIS	11,1	0	6,03	8,25	9,39	7,5	7,65	4,92	5,01	5,4	9,84
MXM CABECERA	17,7	6,03	0	4,29	6,42	2,52	2,4	3,09	1,68	4,23	7,02
MXM CRA 27	19,2	8,25	4,29	0	2,19	2,22	2,52	2,67	3,48	8,22	2,73
MXM SAN FRANCISCO	21,6	9,39	6,42	2,19	0	4,29	4,53	4,68	5,79	10,35	0,57
EL SUPER	19,5	7,5	2,52	2,22	4,29	0	0,3	2,91	2,7	6,51	4,77
GUARIN	18,6	7,65	2,4	2,52	4,53	0,3	0	3,18	2,88	6,48	5,07
MERCASUR CENTRO	18,3	4,92	3,09	2,67	4,68	2,91	3,18	0	3	6,6	5,04
MERCO CRA 27	16,8	5,01	1,68	3,48	5,79	2,7	2,88	3	0	4,83	6,21
MERCO FLORESTA	13,8	5,4	4,23	8,22	10,35	6,51	6,48	6,6	4,83	0	10,77
REDIL	22,2	9,84	7,02	2,73	0,57	4,77	5,07	5,04	6,21	10,77	0

Figura 45. Matriz copiada.

Demanda (KILOGRAMOS)	
MXM ACROPOLIS	188
MXM CABECERA	452
MXM CRA 27	193
MXM SAN FRANCISCO	31
EL SUPER	178
GUARIN	343
MERCASUR CENTRO	208
MERCO 27	123
MERCO FLORESTA	94
REDIL	168

Tiempo de descarga (MINUTOS)	
23,8	
50,2	
24,3	
8,1	
34,9	
22,8	
39,3	
14,7	
25,8	
17,3	

Ventana de tiempo		
	Inicio	Fin
2	2:00 PM	4:00 PM
3	2:00 PM	4:00 PM
4	2:00 PM	4:00 PM
5	2:00 PM	4:00 PM
6	2:00 PM	7:00 PM
7	2:00 PM	5:00 PM
8	12:00 PM	1:00 PM
9	7:00 AM	9:00 AM
10	1:00 PM	4:00 PM
11	2:00 PM	5:00 PM

Vehículos y capacidad (KILOGRAMOS)	
1	400 Vehículo 1
2	700 Vehículo 2
3	800 Vehículo 3
4	3800 Vehículo 4

Tiempo inicio recorrido	
ESTADO	
Ventana de tiempo	
	Inicio
420,00	540,00
420,00	540,00
420,00	540,00
420,00	540,00
420,00	720,00
420,00	600,00
300,00	360,00
0,00	120,00
360,00	540,00

Figura 46. Nuevos datos que entran al aplicativo.

Paso 8: ir a la hoja “aplicativo” y dar clic en el campo “copiar la matriz de tiempos”, al hacer esto nuevamente se traerá la matriz de tiempos de los clientes que se van a despachar, pero aquellas distancias que están en 0, las volverá 1000 (constante muy grande), esto se hace con el objetivo de que el aplicativo pueda ejecutarse, dado que uno de los objetivos es minimizar las distancias y si encuentra un 0 automáticamente éste se detendrá y dará una solución errónea.

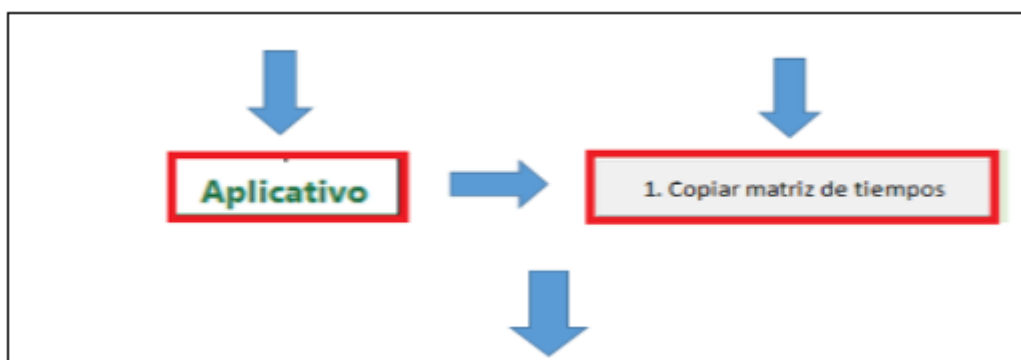


Figura 47. Hoja para ir al aplicativo.

	PUNTO	PLANTA	MXM ACROPOLIS	MXM CABECERA	MXM CRA 27	MXM SAN FRANCISCO	EL SUPER	GUARIN	MERCASUR CENTRO	MERCO CRA 27	MERCO FLORESTA	REDIL
1	PLANTA	1000	11,1	17,7	19,2	21,6	19,5	18,6	18,3	16,8	13,8	22,2
2	MXM ACROPOLIS	11,1	1000	6,03	8,25	9,39	7,5	7,65	4,92	5,01	5,4	9,84
3	MXM CABECERA	17,7	6,03	1000	4,29	6,42	2,52	2,4	3,09	1,68	4,23	7,02
4	MXM CRA 27	19,2	8,25	4,29	1000	2,19	2,22	2,52	2,67	3,48	8,22	2,73
5	MXM SAN FRANCISCO	21,6	9,39	6,42	2,19	1000	4,29	4,53	4,68	5,79	10,35	0,57
6	EL SUPER	19,5	7,5	2,52	2,22	4,29	1000	0,3	2,91	2,7	6,51	4,77
7	GUARIN	18,6	7,65	2,4	2,52	4,53	0,3	1000	3,18	2,88	6,48	5,07
8	MERCASUR CENTRO	18,3	4,92	3,09	2,67	4,68	2,91	3,18	1000	3	6,6	5,04
9	MERCO CRA 27	16,8	5,01	1,68	3,48	5,79	2,7	2,88	3	1000	4,83	6,21
10	MERCO FLORESTA	13,8	5,4	4,23	8,22	10,35	6,51	6,48	6,6	4,83	1000	10,77
11	REDIL	22,2	9,84	7,02	2,73	0,57	4,77	5,07	5,04	6,21	10,77	1000

Figura 48. Matriz final del aplicativo.

Paso 9: dar clic en el campo “Heurística del vecino más cercano”. Al activar este campo el aplicativo dará la secuencia de la entrega de la mercancía, para poder realizar ello, se utilizó el criterio del algoritmo del vecino más próximo, dado que uno de los objetivos que se planteó a la empresa era disminuir distancias, tiempos de recorridos y costo de combustible, y este algoritmo aplicaba para cumplir con todas estas condiciones. También se podrá evidenciar que tiempo tarda de nodo a nodo y la suma total del tiempo del recorrido sin tener en cuenta el tiempo de descarga.

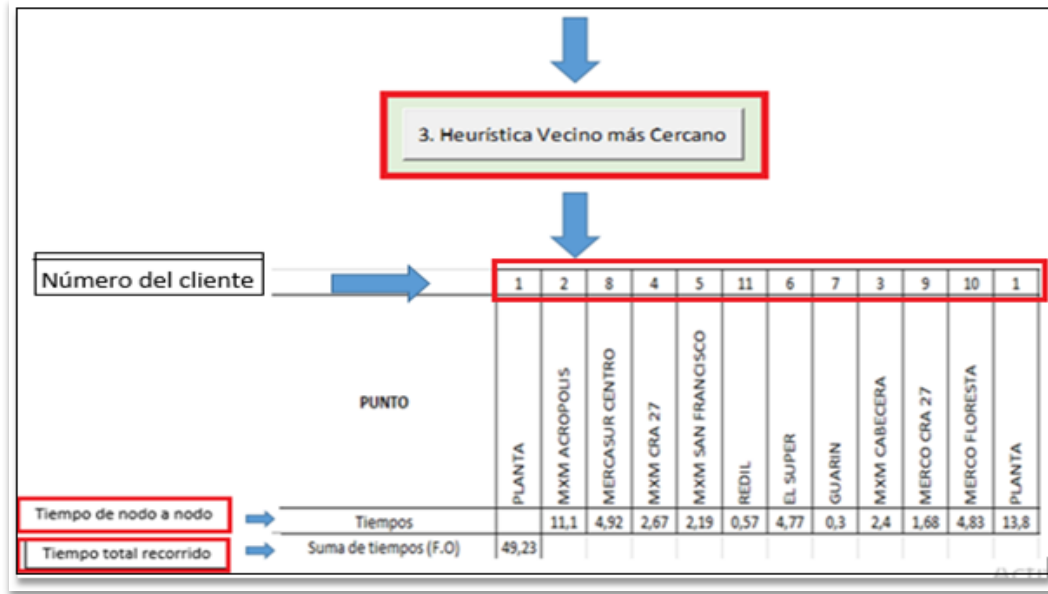


Figura 49. Resultado del vecino más cercano.

Para el ejemplo el vehículo sale de la planta, va a mxm acropolis, después a mercasur centro y así sucesivamente hasta volver a la planta; al hacer este recorrido se demora 49,23 minutos sin tener en cuenta el tiempo de descarga.

Paso 10: dar clic en el campo “diseño de rutas por vehículo”, al activar este campo arrojará:

- **Nodo asignado:** A cada vehículo se le asignaran los nodos (clientes) a quien se le va a entregar la mercancía, para tomar este criterio primero se tuvo en cuenta el algoritmo del vecino más próximo, y después el aprovechamiento de la capacidad de los vehículos (hasta llenarlos).
- **Tiempo de llegada y salida del al nodo:** Aquí se mostrará el tiempo en minutos de la llegada al nodo y la salida del mismo (se tiene en cuenta el tiempo de descarga).
- **Cumple o no la ventana de tiempo:** éste criterio indica si al cliente se le cumple o no la ventana de tiempo, para ello los que marcan “ok” significa que se les cumplirá y los que digan “NO” serán aquellos que no se les podrá cumplir. Aquellos clientes a los que no se

les cumplirá la ventana de tiempo la empresa tiene la decisión de hablar con el cliente y pedirle que lo espere o le reciba antes (ventanas de tiempo flexibles), o en su efecto sacar ese cliente de la ruta y enviarlo en otra (volver a correr el aplicativo con los que quedan).

- **Capacidad utilizada:** este dato sumará el total de los kg que lleva cada vehículo en la ruta, con el objetivo de poder plasmar qué % de la capacidad del vehículo es efectiva (indicador).
- **Clientes a entregar:** cuantos clientes va a entregar cada vehículo en su ruta.
- **Tiempo total del recorrido:** mostrará el tiempo total del recorrido desde el momento en que el vehículo sale de la planta a entregar los pedidos y vuelve sin ellos.

	Vehículo 1		188	396										
# De clientes	2	396	97.42	1	2	8	1							
Tiempo de llegada al nodo				11,1	39,82									
Tiempo de salida del nodo				34,9	79,12									
¿Cumple la ventana de tiempo?				Ok	No									
Vehículo 2						193	224	392	570				693	
5 - 693 - 145.53				1	4	5	11	6					9	1
Tiempo de llegada al nodo						19,2	45,69	54,36	76,43				114	
Tiempo de salida del nodo						43,5	53,79	71,66	111,3				128,7	
¿Cumple la ventana de tiempo?						Ok	Ok	Ok	Ok				No	
Vehículo 3										343	795			
2 - 795 - 111.7									1	7	3	1		
Tiempo de llegada al nodo										18,6	43,8			
Tiempo de salida del nodo										41,4	94			
¿Cumple la ventana de tiempo?										Ok	Ok			
Vehículo 4													94	
1 - 94 - 53.4												1	10	1
Tiempo de llegada al nodo													13,8	
Tiempo de salida del nodo													39,6	
¿Cumple la ventana de tiempo?													Ok	

Figura 50. Resultado final del aplicativo.

Para el ejemplo el vehículo 1 llevar 2 clientes (primero al número 2 y luego al 8), en el total del recorrido (desde que sale de la planta y vuelve a ella) tomará 97.42 minutos y llevará 392 kg. Cumplirá la ventana del cliente 2 pero no la del 8, por tanto la empresa tendrá que tomar la decisión de hablar con el cliente y pedirle que le reciba, o en su efecto sacarlo de este recorrido y enviarlo en otro (volver a correr el aplicativo). (La decisión la tomaría el jefe de logística). Así se hará con los otros 3 vehículos restantes.

6. Resultados

La comparación y análisis de resultados parte de comparar una ruta diseñada por el jefe del área de logística de Carnes & Carnes con los resultados que arroja la herramienta; asignando los valores en esa oportunidad como variables de solución al modelo, y ejecutando los algoritmos de solución en aras de conseguir una mejora en la distancia, tiempo recorrido y capacidad de los vehículos; Las características generales a probar fueron:

- Programación para 15 clientes para distribuir la mercancía, con ventanas de tiempos y demanda variable.
- Un único depósito: La planta era el nodo de partida y llegada de las rutas.
- 2 tipos de clientes: institucional y puntos de venta (los dos con ruta del centro).
- Toda la mercancía debía ser entregada.

Inicialmente lo que hizo el jefe de logística fue enviar 1 sola ruta que llevaba los pedidos de los canales puntos de venta e institucionales (mezcló los pedidos en las rutas), su criterio para poder cargar los carros fue la distancia entre ellos; ésta ruta salió a las 7:20 am.

Para poder tomar datos se hizo un acompañamiento con el conductor donde se tomaron los tiempos de desplazamiento de nodo a nodo, el tiempo de descarga en cada punto y el tiempo total del recorrido. A continuación se presentan los resultados.

6.1 Ruta manual

6.1.1 Recorrido y tiempo total del desplazamiento

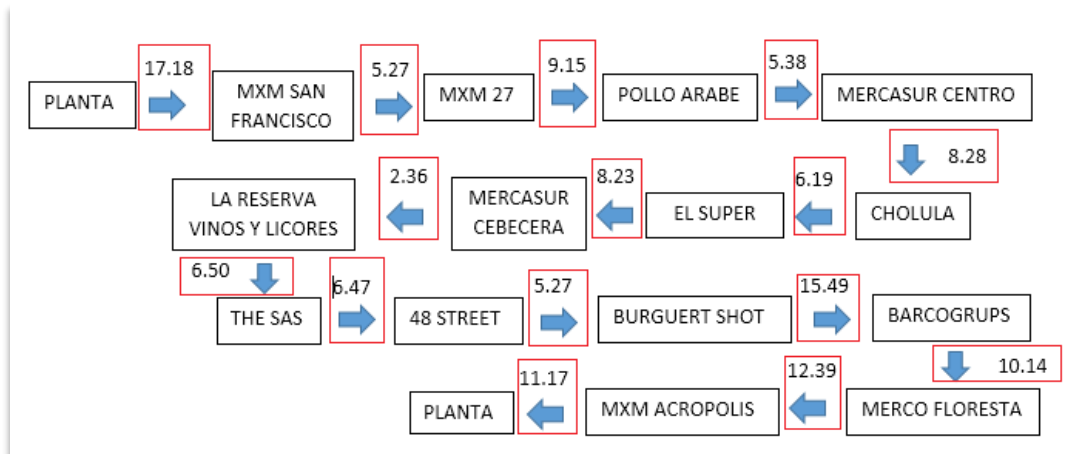


Figura 51. Recorrido y tiempo de desplazamiento método manual.

$$\begin{aligned} &= \text{Tiempo total del recorrido: } 17.18 + 5.27 + 9.15 + 5.38 + 8.28 + 6.19 + 8.23 + 2.36 \\ &\quad + 6.50 + 6.47 + 5.27 + 15.49 + 10.14 + 12.39 + 11.17 \\ &= \text{Tiempo total del recorrido en minutos: } 129.47 \\ &= \text{Tiempo total del recorrido en horas} = 2.16 \end{aligned}$$

Figura 52. Tiempo del recorrido método manual.

Como se puede observar en la imagen anterior el carro parte de la planta, el primer nodo que visita es mxm san francisco, después se dirige a mxm 27, después a pollo arabe... y así sucesivamente hasta terminar su recorrido nuevamente en la planta. Si el carro fuera a todos los nodos sin detenerse (no descargar nada) su tiempo hubiese sido de 129.47 minutos o 2 horas con 16 min.

6.1.2 Tiempo de descarga

PUNTO	TIEMPO DESCARGA
MXM SAN FRANCISCO	6,71
MXM 27	41,79
POLLO ARABE	2,60
MERCASUR CENTRO	45,04
CHOLULA	3,25
EL SUPER	38,54
MERCASUR CABECERA	74,27
LA RESERVA	0,87
THE SAS	2,17
48 STREET	3,03
BURGUERT SHOT	9,31
BARCOGRUPS	22,30
MERCO FLORESTA	20,35
MXM ACROPOLIS	40,71
TOTAL EN MIN	310,93
TOTAL EN HORAS	5,18

Figura 53. Tiempo de descarga por el método manual.

En la gráfica anterior se puede observar que solo en el tiempo de descarga (desde que el carro llega al nodo y sale de él) de todos los clientes fue de 310.93 min o 5 horas con 18 minutos.

6.1.3 Capacidad efectiva y tiempo total del recorrido de la ruta manual

KG TRANSPORTADOS	CAPACIDAD REAL	% CAP EFECTIVA	HORA DE SALIDA	HORA DE LLEGADA	TIEMPO DEL RECORRIDO
1236	2000	0,618	7:20:00	14:54:00	7:34:00

Figura 54. Capacidad Efectiva del método manual.

De la gráfica anterior se puede concluir que el vehículo en todo su recorrido se gastó 7 horas y 34 minutos y de 2000 kg que puede llevar el vehículo, llevaba 1236 lo que da una capacidad efectiva del 61.8%.

6.2 Ruta del aplicativo.

Después de ello se tomó la herramienta informática y se realizó una simulación de la entrega de los mismos pedidos con la ayuda del aplicativo, con la única diferencia que se hicieron dos rutas (institucional en la mañana y puntos de venta en la tarde) para esta simulación se asume que todos los clientes reciben el pedido sin importar el cumplimiento de su ventana de tiempo. A continuación, se presentan los resultados:

6.2.1 Ruta canal institucional

Secuencia	1	4	8	7	3	5	6	2	9	1
PUNTO	PLANTA	LA RESERVA VINOS...	THE SAS	48 STREET	CHOLULA	POLLO ARABE (MARGARITA)	MXM CRA 27	BARCOGRUPS	BURGUER SHOT	PLANTA
Tiempos		13,95	0,84	1,05	1,95	2,4	3,6	9,9	5,1	16,8
Suma de tiempos (F.O)	55,59									

Figura 55. Orden y tiempos de entrega del canal institucional usando el aplicativo.

	Nodo asignado		R1	R1	R1	R1	R1	R1	R1	R1	
1	Vehículo 1		4	14	28	43	55	101	204	247	
	8 - 247 - 118.89	1	4	8	7	3	5	6	2	9	1
	Tiempo de llegada al nodo		13,95	21,69	29,74	37,89	53,59	61,69	79,89	97,79	
	Tiempo de salida del nodo		20,85	28,69	35,94	51,19	58,09	69,99	92,69	102,1	
	¿Cumple la ventana de tiempo?		Ok	No	No	Ok	Ok	No	Ok	Ok	

Figura 56. Resultados finales del canal institucional usando el aplicativo.

6.2.2 Ruta canal puntos de venta

Secuencia	1	6	4	5	2	7	3	8	1
PUNTO	PLANTA	MERCASUR CABECERA	MXM SAN FRANCISCO	EL SUPER	MXM ACROPOLIS	MERCASUR CENTRO	MXM CRA 27	MERCO FLORESTA	PLANTA
Tiempos		2,46	1,425	0,39	1,2	0,84	2,895	0,285	4,92
Suma de tiempos (F.O)	14,42								

Figura 57. Orden y tiempos de entrega del Puntos de venta usando el aplicativo.

	Nodo asignado		R 1	R 1	R 1	R 2	R 2	R 2	R 1	
1	Vehículo 1		97	128	306				400	
	4 - 400 - 118.33	1	6	4	5				8	1
	Tiempo de llegada al nodo		2,46	38,79	63,48				74,11	
	Tiempo de salida del nodo		37,36	63,09	71,58				113,4	
	¿Cumple la ventana de tiempo?		Ok	Ok	Ok				No	
2	Vehículo 2					188	396	589		
	3 - 589 - 108.245				1	2	7	3	1	
	Tiempo de llegada al nodo					3,015	27,66	53,35		
	Tiempo de salida del nodo					26,82	50,46	103,6		
	¿Cumple la ventana de tiempo?					Ok	Ok	Ok		

Figura 58. Resultados finales del canal puntos de venta usando el aplicativo.

6.2.3 Resultados finales

VEHICULO	KG TRANSPORTADOS	CAPACIDAD REAL	%CAP EFECTIVA	TIEMPO DE DESPLAZAMIENTO	TIEMPO EN LA DESCARGA	TIEMPO TOTAL MIN	TIEMPO TOTAL EN HORAS
1	247	400	62%	55,59	63,3	118,89	1,98
2	400	400	100%	14,42	212,16	118,33	1,97
3	589	700	84%			108,25	1,80
TOTAL	1236	1500	82%	70,01	275,46	345,47	5,76
			PROMEDIO				

Figura 59. Resumen de datos usando el aplicativo.

6.3 Análisis del método manual vs el aplicativo.

De la programación manual y del aplicativo se puede observar que:

- El tiempo de la distancia total recorrida (si el vehículo no descargará) pasaría de 129.47 minutos con el método manual a 70.01 minutos con el aplicativo lo que reduciría este tiempo en 46.92%.
- El tiempo de descarga con el método manual pasaría de 310.93 minutos a 275.46 minutos con el aplicativo lo que reduciría este tiempo en 11,40%.
- El algoritmo reduce considerablemente el tiempo total del recorrido (desplazamiento y entrega); puesto que pasa de demorarse con la ruta manual de 7.34 a 6.16 horas usando el aplicativo, lo que equivale a 1.18 horas o el 16.07% menos.
- Al utilizar la herramienta la % de capacidad efectiva pasó del 61.2% con el despacho de la forma empírica al 82% con la herramienta informática; Aumentando la capacidad ésta en 20.8%.

Es importante mencionar que en el recorrido en el que se hizo acompañamiento, a tres clientes (the sas, Cholula y barcogrups) se les incumplió con su ventana de tiempo, pero al momento de decirles que los pedidos ya habían sido despachados y estaban en ruta, estuvieron en la disposición de esperar un poco más y recibir el pedido aunque estuviera por fuera del tiempo establecido de ellos para recibir la mercancía.

7. Conclusiones

- Para el sector de productos cárnicos, utilizar el método del alistamiento trae beneficios como:

- ✓ Aumenta la eficiencia de los tiempos en el desplazamiento.
 - ✓ Disminuye los tiempos del proceso de alistamiento.
 - ✓ Garantiza el aprovechamiento de los recursos de la empresa
 - ✓ Aumenta la capacidad instalada de proceso de alistamiento.
- Con el planteamiento del sistema de indicadores, se mostró a la empresa la importancia y el aporte que estos hacen en la toma de decisiones, planteamiento de propuesta de mejora, control y evolución de cada uno de los procesos.
 - La heurística de ahorro utilizada permite conseguir soluciones iniciales básicas para que el algoritmo de solución inicie su proceso, sin embargo, el usuario puede proponer sus propias soluciones iniciales al modificar los parámetros manualmente y así elaborar comparativos entre rutas planeadas por experiencia empírica y el procesamiento de la herramienta.
 - Gracias al resultado de la programación realizada, la compañía decidió utilizar la herramienta a partir del primero de enero del 2019 como apoyo a la gestión del área de despachos, a modo de herramienta de control interno, y dejó clara la intención de implementar mejoras y funcionalidades adicionales a la herramienta, por medio de futuros proyectos.
 - El diagnóstico realizado a la sección de alistamiento y despacho de mercancías, permitió revelar los principales problemas que existían en estos dos procesos; gracias a estos hallazgos, la gerencia decidió realizar un seguimiento con la intención de reducir estos datos en el futuro.

- Con el diseño e implementación de los manuales de funciones y procedimientos para con responsabilidades en el proceso de alistamiento, permite mejorar la calidad y eficacia en las actividades debido a la determinación y delimitación de tareas.
- Muchos de los factores negativos en los procesos logísticos encontrados en la organizaciones pueden ser mejorados sin la necesidad de invertir dinero, el simple rediseño constante de los procesos pueden mejorar gran parte de estos factores.
- El método del vecino más cercano es un algoritmo heurístico diseñado para solucionar problemas de ruteo, no asegura una solución óptima, sin embargo suele proporcionar buenas soluciones; para éste proyecto este algoritmo es funcional ya que el problema de solución es abierto.

8. Recomendaciones

- Centrar esfuerzos e interés al sistema de indicadores a la empresa, teniendo como punto de partida los indicadores que se plantearon y se implementaron durante el desarrollo de este proyecto, pero se considera conveniente medir y controlar los procesos para la mejora de los mismos.
- Establecer un horario de recepción para los proveedores, esto con el fin de evitar los retrasos en la entrega de los pedidos.
- Establecer un indicador de devoluciones, que les permita medir a quién, porqué y cuántas devoluciones se presentan.

- Tomar como punto de partida la herramienta ofimática que se dejó con este proyecto, para seguir con la geo localización de los vehículos con el fin de evitar el tiempo ocioso de los operarios y tener control sobre los mismos.
- Se considera conveniente que la empresa continúe con el seguimiento e implementación de mejoras realizadas en los procesos intervenidos en este proyecto, con el fin de tener un mejor control de cada uno de los mismos y a su vez estos procedimientos implementados se conviertan en política para la empresa.
- Se recomienda estudiar a profundidad diferentes criterios para que el alistamiento de los pedidos se lleve a cabo por olas, esto con el fin de disminuir los recorridos del personal a los cuartos de producto terminado y los tiempos de alistamiento de los pedidos, según lo hallado en la etapa del diagnóstico del presente proyecto; esta es una estrategia más eficiente para el alistamiento de los pedidos.

Referencias bibliográficas

- Ballou, R. (1999). Business Logistics Management. Planning, Organizing and Controlling the Supply Chain. Fourth edition. Prentice Hall. New Jersey, USA.
- Carrasco, J. (2000): Evolución de los enfoques y conceptos de la logística “Su impacto en la dirección y la gestión de las organizaciones”. Economía Industrial. No. 331. Pg.17-34.
- Christopher, M. (1994). Logística y aprovisionamiento. Cómo reducir costes, stocks mejorar los servicios. Biblioteca de Empresa. Ediciones Folio. Barcelona, España.
- Coyle, J.J, Bardi, E. & Langley Jr, C. (1996) The management of business Logistics. 6th edition, Ed. West Publishing Company, St Paul.
- Fernández Acosta, M. A.; Vanessa, L. (2013). Análisis de la logística de distribución de la empresa coolechera Ltda. seccional cartagena (tesis de pregrado). universidad de Cartagena, cartagena de indias d. t. Y C, Colombia.
- Frederick S. Hillier & Gerald J. Lieberman. Introducción a la Investigación de Operaciones.9na Ed. 2010.McGraw-Hill).
- Johnson, J., Wood, D., Wardlow, D. & Murphy Jr, P. (1999). Contemporary Logistics. Seven edition, Ed. Prentice-Hall, New Jersey.
- Langley, C.J. (1986). Evolution of logistics concepts. En: Journal of BussinesnLogistics No 7 (2) Pg. 1-13.
- Mediorreal Carrillo, A. F. (2014). Modelo de ruteo de vehículos para la distribución de las empresas Laboratorios Veterland, Laboratorios Callbest y Cosméticos Marlioü París. (Tesis de pregrado). Pontificia universidad javeriana, Bogota, Colombia.

Páez Garzón, A. M.; Pineda Reina, J. K. Evaluacion del proceso de alistamiento de pedidos y análisis de las mejores practicas del proceso para la empresa COMERTEX S.A. (tesis de pregrado). Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, Colombia.

ProColombia. Septiembre 21 de 2015, recuperado de: <http://www.procolombia.co>.

Qureshi, a. G., Taniguchi, E., & Yamada, T. (2009). An exact solution approach for vehicle routing and scheduling problems with soft time windows. Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review, 45(6), 960–977.

Sánchez, M. G. Las matemáticas del siglo XX: una mirada en 101 artículos. Págs. 115-120. Universidad de la laguna, sociedad canaria Isaac Newton de profesores de matemáticas. Nivola. 2000.

Stock J.R; & Lambert, D (2000): Strategic Logistics Management. McGraw Hill. New York.

The VRP Web. [En línea] Disponible en: < <http://neo.lcc.uma.es/vrp/> > [Consulta: agosto 2013].