



Mejoramiento de la ocupación vehicular de Comercial Nutresa mediante estrategias de optimización en la flota propia y aliada

Carolina Betancur Correa

Informe de práctica para optar al título de:
Ingeniera Industrial

Semestre de Industria

Asesor

Luis Fernando Córdoba Henao, MSc

Universidad de Antioquia
Facultad de Ingeniería
Ingeniería Industrial
Medellín
2024

Cita	(Betancur Correa, 2024)
Referencia	(Betancur Correa, 2024). <i>Mejoramiento de la ocupación vehicular de Comercial Nutresa mediante estrategias de optimización en la flota propia y aliada</i> , [Semestre de industria]. Universidad de Antioquia, Medellín.
Estilo APA 7 (2020)	



Centro de Documentación de Ingeniería (CENDOI)

Repositorio Institucional: <http://bibliotecadigital.udea.edu.co>

Universidad de Antioquia - www.udea.edu.co

El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Antioquia ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por los derechos de autor y conexos.

Agradecimientos

Agradezco enormemente el apoyo brindado por el área de operaciones y transporte de Comercial Nutresa durante mi semestre de industria y en la ejecución de este proyecto, cada una de las personas del equipo puso al servicio sus conocimientos y habilidades para culminar exitosamente esta etapa.

Asimismo, mis agradecimientos a mi asesor, el profesor Luis Fernando Córdoba, por su excelente acompañamiento durante este proceso y por su total disposición de escucha, comprensión y colaboración. Ha enriquecido enormemente mi experiencia académica y profesional.

Tabla de contenido

Resumen	9
Abstract	10
1. Introducción	11
2. Objetivos	12
2.1. Objetivo general	12
2.2. Objetivos específicos.....	12
3. Marco teórico	13
3.1. Logística de última milla.....	13
3.2. Optimización de flota	13
3.3. Transporte.....	14
3.4. Flota de vehículos.....	14
3.5. Ocupación vehicular.....	15
3.6. Capacidad vehicular	15
3.7. Las 7 mudas.....	16
3.8. Algoritmo k-means.....	17
4. Metodología	18
4.1. Diagnóstico inicial.....	18
4.2. Identificación de planes de acción.....	21
4.3. Implementación de estrategias de mejora	21
4.4. Comparación de resultados	22
5. Resultados y análisis	23
5.1. Placas foco de la flota de distribución.....	23
5.2. Hallazgos y planes de acción	25

5.3. Resultados de la implementación26

5.4. Comparación de resultados27

6. Conclusiones30

7. Recomendaciones31

Referencias32

Lista de tablas

Tabla 1 Capacidad vehicular promedio.....	15
Tabla 2 Indicador de ocupación vehicular (kg).....	19
Tabla 3 Resultados algoritmo de clusterización.....	20
Tabla 4 Cantidad de placas foco por cada regional.....	24
Tabla 5 Oportunidades de mejora a nivel nacional	25
Tabla 6 Casos de cambio de tipología de vehículo	26
Tabla 7 Casos de negociación de fletes.....	27

Lista de figuras

Figura 1 Fases del proyecto.....	18
Figura 2 Método del codo	20
Figura 3 Participación de las placas críticas por regional	24
Figura 4 Comparación de costos de transporte con la estrategia de cambio de tipología.....	28
Figura 5 Comparación de costos de transporte con la estrategia de negociación de fletes.....	29
Figura 6 Ocupación vehicular de la flota de Comercial Nutresa	30

Siglas, acrónimos y abreviaturas

OV

Ocupación vehicular

RNDC

Registro Nacional de Despachos de Carga por Carretera

Resumen

Comercial Nutresa es la empresa comercializadora y distribuidora de los productos secos de Grupo Nutresa a nivel nacional, proceso que realiza haciendo uso de vehículos de flota propia y aliada, sin embargo, recientemente se ha tenido un bajo porcentaje de ocupación vehicular, lo cual genera ineficiencias en las entregas. Con el desarrollo del proyecto se pretende analizar el impacto que tiene el cambio de tipología de los vehículos y la negociación de los fletes de transporte, para ello se hará uso de una metodología mixta que permita caracterizar la situación actual y compararla con los resultados obtenidos, evidenciando así si hubo alguna eficiencia en el proceso de distribución en términos de costos de transporte y de ocupación vehicular.

A continuación, se presenta el modelo de clusterización utilizado para agrupar la flota de vehículos de cada sede según sus características, y a partir de esta clasificación se propusieron estrategias de mejora acordes con las necesidades de cada una. Al final se hizo una comparación de los costos de transporte y el porcentaje de ocupación vehicular.

Palabras clave: optimización, logística de transporte, ocupación vehicular, tipología de vehículos, flotilla de vehículos.

Abstract

Comercial Nutresa is the company that markets and distributes Grupo Nutresa's dry products nationwide, a process that is carried out using its own and allied fleet vehicles; however, recently there has been a low percentage of vehicle occupancy, which generates inefficiencies in deliveries. With the development of the project, we intend to analyze the impact of the change in vehicle typology and the negotiation of freight rates. For this purpose, a mixed methodology will be used to characterize the current situation and compare it with the results obtained, thus showing whether there was any efficiency in the distribution process in terms of transportation costs and vehicle occupancy.

Next, the clustering model used to group the fleet of vehicles at each site according to their characteristics is presented, and based on this classification, improvement strategies were proposed in accordance with the needs of each one. Finally, a comparison was made of transportation costs and the percentage of vehicle occupancy.

Keywords: optimization, transportation logistics, vehicle occupancy, vehicle typology, vehicle fleet.

1. Introducción

Para las empresas de distribución, la eficiencia del transporte juega un papel fundamental en la optimización de los costos de la operación. En este sentido, Comercial Nutresa, empresa comercializadora y distribuidora de productos del Grupo Nutresa, enfrenta grandes retos relacionados con este proceso, tanto así que recientemente se han presentado ineficiencias en las entregas (utilización inadecuada de la capacidad, mayor tiempo de ruta, horas extras, entre otras), pues el modelo de ruteo actual no permite ajustar la flota a la demanda, lo cual resalta la necesidad de implementar estrategias innovadoras que mejoren la eficiencia del proceso.

Con el propósito de incrementar la eficiencia en las operaciones de Comercial Nutresa se propone desescalar la tipología de los vehículos de acuerdo con los volúmenes de la demanda, es decir, ajustar la capacidad de la flota según los históricos de ventas, de modo que se mejore la ocupación vehicular y se reduzcan los costos de transporte, esto sin perjudicar los tiempos de entrega ni la satisfacción del cliente.

Así, el objetivo es implementar estrategias de optimización que permitan adaptar la flota a las demandas del mercado y reduzcan el uso innecesario de vehículos de gran capacidad, optimizando de esta manera la cadena de distribución. Para ello, se realizará un análisis de la situación actual, de modo que se tengan claros los parámetros para el planteamiento de las acciones de mejora; posteriormente se compararán ambos escenarios en términos de eficiencia operativa y costos de distribución, siendo esta la base para la toma de decisiones estratégicas en la empresa.

2. Objetivos

Para la realización de este proyecto se plantearon los siguientes objetivos:

2.1. Objetivo general

Disminuir los costos de transporte de la flota de carga de Comercial Nutresa mediante la implementación de estrategias de optimización basadas en el análisis de información y el desescalamiento de la tipología de los vehículos propios y aliados, mejorando la ocupación vehicular y la eficiencia del proceso de distribución.

2.2. Objetivos específicos

- Diagnosticar el estado actual de la distribución de productos en Comercial Nutresa por medio del análisis de la utilización de la flota de vehículos y los niveles de ocupación.
- Identificar acciones de mejora que contribuyan a maximizar la eficiencia del proceso de distribución mediante la adecuación de la flota de Comercial Nutresa.
- Implementar estrategias en la flota propia y aliada que permitan reducir los costos de transporte y mejorar la tasa de ocupación vehicular.
- Comparar los resultados obtenidos antes y después de la implementación de las estrategias de optimización, para lo cual es necesario evaluar indicadores de eficiencia como costos de distribución y niveles de ocupación vehicular.

3. Marco teórico

A continuación, se proporciona la base conceptual y teórica necesaria para entender y analizar el tema de estudio. Además, el marco teórico permite orientar el desarrollo metodológico del proyecto con base en el conocimiento existente y resaltar su relevancia en el campo.

3.1. Logística de última milla

La logística de última milla es el eslabón final del servicio de la cadena de abastecimiento que incluye todos los movimientos relacionados con actividades comerciales, de suministro y de distribución de productos para la industria, su comercialización y el consumo de bienes en las ciudades; la cual representa una gran parte de los costos de las empresas, pudiendo la logística de última milla representar hasta el 28% de los costos logísticos totales de las empresas (Banco Interamericano de Desarrollo, 2009).

Dado que la última milla es una de las operaciones que tiene contacto directo con el cliente y es el punto neurálgico que determina la satisfacción de los procesos asociados a la cadena de suministro, se necesita innovar permanentemente para incrementar la satisfacción del cliente y estar a la vanguardia con las innovaciones de transporte y de la industria 4.0 (Flórez y López, 2023).

3.2. Optimización de flota

La optimización de flotas permite incrementar la eficiencia de todos los procesos empresariales en los que participen vehículos. Esta mejora de los procesos se basa en la obtención de información en tiempo real del vehículo y su entorno de trabajo, incluyendo datos como posición, carga, conductor asociado, estado del vehículo y de la vía, meteorología, tráfico, etc., pudiendo utilizar toda esta información para actuar sobre los elementos de la flota, si fuera necesario, incluso de manera inmediata (De los Mozos & Moreno, 2007).

En muchos casos las empresas no hacen un uso adecuado de su flota y esto les lleva a tener vehículos infrautilizados. Al tener constancia de la localización y el estado de los vehículos en tiempo real, se consigue un mejor aprovechamiento de los mismos, pudiendo reducir el número de

vehículos y conductores necesarios, así como el consumo del combustible (De los Mozos & Moreno, 2007).

3.3. Transporte

Se define el transporte de mercancías como toda actividad encaminada a trasladar productos desde un punto de origen hasta un punto de destino (Anaya, 2009). Para Castellanos (2009) el transporte es el componente vertebral de la distribución en las cadenas logísticas, y, por ende, se requiere analizar con criterio las diferentes opciones que se tengan para determinar cuál es la alternativa más adecuada.

Por otra parte, el transporte es un fenómeno complejo con características especiales que varían según el enfoque de análisis, pese a lo anterior, no se debe dejar de lado el impacto –positivo o negativo- que tiene el transporte, por lo cual es imprescindible considerar y analizar cada uno de los aspectos relacionados (beneficios, costos, entre otros), a fin de conocer el valor real de dichos sistemas de transporte (Islas & Lelis, 2007). Es así como a partir del enfoque de programación lineal surge el problema de transporte, que consiste en la distribución de cualquier tipo de objetos de cualquier grupo de centros de producción, llamados fuentes, hasta cualquier centro de captación, llamados destinos, de tal manera que se minimicen los costos de distribución (Hillier & Lieberman, 2015).

3.4. Flota de vehículos

De acuerdo con Mora (2012) se denomina flota de transporte al conjunto de vehículos destinados a transportar personas o mercancías. Pueden existir tres tipos:

- **Flota Propia:** La empresa realiza la gestión directa y completa sobre los vehículos que utiliza. No quiere decir que sea poseedora de todos los vehículos de su flota, sino que se encarga de tomar todas las decisiones acerca de la gestión, dimensión y renovación de la flota.
- **Flota Ajena:** Los servicios de transporte se contratan, a través de empresas de transportes o contratando autónomos con vehículo propio.

- **Flota Mixta:** Se hace uso de los dos casos anteriores.

3.5. Ocupación vehicular

El factor de carga (también conocido como porcentaje de ocupación vehicular) es la relación entre la carga transportada y la capacidad total del vehículo (Santén & Rogerson, 2018). Este indicador es de gran importancia para las empresas transportadoras ya que sirve como base para la toma de decisiones y la evaluación del cumplimiento de objetivos en áreas específicas de la eficiencia logística, de modo que se asegure la optimización de los costos operativos.

3.6. Capacidad vehicular

El artículo 2° del Código Nacional de Tránsito ley 769 del 2002 define la capacidad de carga como el máximo tonelaje autorizado en un vehículo, de tal forma que el peso bruto vehicular no exceda los límites establecidos (Ministerio de Transporte, s.f.). Así, en la **Tabla 1** se presentan los pesos sugeridos para los vehículos de carga de Comercial Nutresa:

Tabla 1

Capacidad vehicular promedio

Tipología	Peso sugerido [kg]
NHR	1.000
NKR	1.560
NPR	3.200
NQR	3.900
FRR	4.600
FTR	7.300
FVR	8.600
Sencillo	10.000

3.7. Las 7 mudas

Una de las características clave de los sistemas lean es la reducción del despilfarro por medio de diferentes herramientas que se centran en buscar los procesos o actividades que no aportan valor para intentar eliminarlas (De Diego et al., 2009). A continuación, se describen los siete tipos de desperdicios (Pérez et al., 2011):

- **Sobreproducción:** es la madre de los desperdicios y depende en su mayoría de los responsables de la toma de decisiones estratégicas y tácticas. La sobreproducción se refiere a programar la utilización de recursos en un momento y en cantidades que realmente no se requieren para satisfacer el consumidor.
- **Exceso de inventario:** su sostenimiento prologando y excesivo es perjudicial. Se divide en: materia prima, producto en proceso y terminado, genera costos de almacenaje y manipulación, propicia obsolescencia, defectos y sensación de poca capacidad.
- **Transporte:** se caracteriza por el desplazamiento de elementos, bien sea materiales, producto en proceso/terminado, personas o herramientas. Durante ese lapso de tiempo la organización no está modificando características, de forma o fondo, del producto, por las cuales el cliente esté dispuesto a pagar.
- **Movimientos innecesarios:** a veces son poco efectivos los diseños de puestos, que obligan al colaborador a efectuar movimientos que fuerzan los desplazamientos normales de las extremidades, obligándolos a agacharse para recoger un insumo o herramienta, inclinarse, estirarse forzosamente, entre otras, colocando en riesgo la salud y generando un entorno poco productivo.
- **Tiempos de espera:** representa el evento de que los recursos cuya misión, en un momento dado, es no detenerse, se encuentran en dicho estado. Por ejemplo, cuando en un centro de trabajo sale una unidad de producto y debe esperar un tiempo para que sea procesada. Esto genera costos innecesarios y puede posibilitar pereza en la persona ociosa y bajo rendimiento cuando se vuelva a ocupar. Las esperas se deben a carente nivelación de cargas de trabajo, fallas en la programación o en equipos, ausencia de 5S, entre otros.

- **Procesos innecesarios:** comprende actividades que existen por el diseño de procesos poco robustos e ineficientes, o por presencia de defectos. Por ejemplo, suponga el evento de reprocesar una pieza, ante control ineficiente a la calidad del proveedor.
- **Defectos:** se refiere a aceptar, producir o enviar productos que no cumplen con las especificaciones del cliente, bien sea interno o externo. Genera, a su vez, procesos innecesarios. Se le atribuyen directamente los costos de no calidad, hace perder tiempo valioso y puede afectar no solo la parte productiva o la económica, sino la misma satisfacción del cliente interno y externo.

Aunque no todos los desperdicios pueden eliminarse, el hecho de reducirlos puede impactar favorablemente los procesos relacionados.

3.8. Algoritmo k-means

El algoritmo k-means es uno de los algoritmos de agrupamiento más simples y conocidos para dividir una base de datos en k grupos fijados a priori. La idea principal es definir k centroides (uno para cada grupo) y luego tomar cada punto de la base de datos y situarlo en la clase de su centroide más cercano. El próximo paso es recalcular el centroide de cada grupo y volver a distribuir todos los objetos según el centroide más cercano, repitiendo este proceso hasta que ya no haya cambio en los grupos de una iteración a otra (Pascual et al., 2007), de modo que se tengan clústeres homogéneos sin haber tenido conocimiento previo de las categorías o tipologías de los objetos de estudio (Perucha, 2022).

Así, el principal objetivo del análisis clúster es agrupar objetos basándose en las características que poseen. Los grupos resultantes muestran altos grados de homogeneidad interna y de heterogeneidad externa, por lo cual resulta factible la descripción de taxonomías, la simplificación de datos y la identificación de relaciones (Marrero et al., 2021).

A continuación, se proporciona la base conceptual y teórica necesaria para entender y analizar el tema de estudio. Además, el marco teórico permite orientar el desarrollo metodológico del proyecto con base en el conocimiento existente y resaltar su relevancia en el campo.

4. Metodología

En esta sección se describen los métodos y procedimientos utilizados para llevar a cabo el análisis de la ocupación vehicular y la propuesta de cambios en la tipología de vehículos para la distribución de productos de Comercial Nutresa. En la **Figura 1** se puede observar las etapas en las que se llevó a cabo el proyecto:

Figura 1

Fases del proyecto



4.1. Diagnóstico inicial

En primer lugar, se tomó como base el informe de ocupación vehicular a corte de septiembre 2023, el cual estuvo por debajo de la meta nacional (**Tabla 2**). Con esto se evidencia una oportunidad de mejora en la configuración de la flota de Comercial Nutresa, a fin de optimizar la capacidad de carga de los vehículos de acuerdo a la demanda de los clientes.

Tabla 2*Indicador de ocupación vehicular (kg)*

Indicador de ocupación vehicular	
Meta nacional 2023	73,00%
Resultado septiembre 2023	55,64%

A partir de lo anterior se hizo una exploración de otras fuentes de información que permitieron recolectar datos detallados para incluirlos en las variables a estudiar (tiempos de entrega, distancias recorridas, volumen de carga por cliente, rutas, entre otros) y depurar información que no contribuyera al estudio. Así, se realizó un análisis descriptivo para identificar patrones en la utilización de la flota y establecer problemas clave tales como la subutilización de la capacidad de los vehículos, ineficiencias en ciertas rutas y desbalanceo en la flota. Una vez se tuvieron identificadas estas áreas de mejora, se construyó un modelo analítico de clusterización para agrupar los datos según características similares, facilitando el planteamiento de estrategias y la toma de decisiones de acuerdo a las necesidades específicas de cada grupo.

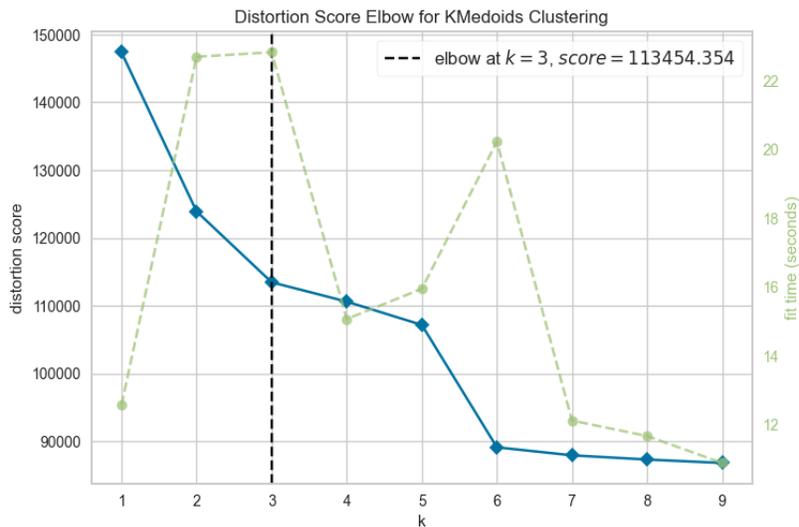
Con el objetivo de identificar los vehículos más subutilizados de la flota se desarrolló un modelo de clusterización para entender patrones y adicionar otras variables importantes para el análisis; de esta manera se corrió la información en el modelo y se hicieron las validaciones necesarias para definir los grupos foco de trabajo.

Para ello se tuvieron dos fuentes detalladas de información, tanto para la flota propia como la aliada: informe de ocupación vehicular y tablero AWS. De lo anterior se obtuvieron las siguientes variables de estudio para cada vehículo:

- Ruta urbana o viajera.
- Kilómetros recorridos.
- Cantidad de clientes.
- Clientes por kilómetro.
- Tiempo en horas con cada cliente.
- Carga del vehículo (kg).
- Ocupación vehicular en kg y m³.

Posteriormente, se usó el método del codo (en inglés *Elbow Method*) para definir la cantidad óptima de grupos garantizando poca distorsión de los datos, tal y como se muestra en la **Figura 2**.

Figura 2
Método del codo



De acuerdo con los resultados anteriores se definen cinco grupos ($k=5$) para aplicar el algoritmo *k-means* y segmentar los datos iniciales. Así, en la **Tabla 3** se presentan las características evaluadas en cada grupo:

Tabla 3
Resultados algoritmo de clusterización

Grupos	Kilómetros recorridos	Clientes	Tiempo [h]	Peso [kg]	% OV [kg]	% OV [m ³]
0	123,59	33,29	6,56	1.514,84	51%	41%
1	29,75	4,09	2,46	2.332,22	85%	77%
2	71,49	9,98	5,80	1.791,05	63%	46%
3	72,32	4,66	3,09	6.198,24	245%	117%
4	28,44	5,76	2,51	861,99	36%	26%

Con base en los datos presentados en la **Tabla 3**, se realizó una priorización de los grupos, de modo que los más críticos y con mayor oportunidad de mejora se atendieran en primer lugar. Por ende, los grupos foco fueron el grupo 0 y 4 ya que los porcentajes de ocupación vehicular, tanto en peso como en volumen, son los más bajos.

4.2. Identificación de planes de acción

Para cada una de las siete regionales en las que se divide la operación de Comercial Nutresa: Altillanos, Antioquia, Bogotá, Costa, Santander, Suroccidente y Tolima-Huila, se organizaron mesas de trabajo con los coordinadores regionales, con el objetivo de comprender a detalle el funcionamiento de la flota en cada región y determinar las causas específicas por las cuales se presenta una baja ocupación vehicular, de manera que los planes de acción estuvieran acordes a estos hallazgos. Durante estas sesiones, se llevaron a cabo las siguientes actividades:

- Se detallaron los datos de utilización de la flota, incluyendo tiempos de entrega, distancias recorridas, volumen de carga por cliente y tipo de ruta.
- Se discutieron las particularidades y desafíos de cada región, tales como infraestructura vial, tipo de cliente, características geográficas, entre otros.
- Se identificaron factores que contribuyen a la subutilización de la capacidad de los vehículos y a las ineficiencias en las rutas.
- Se propusieron planes de acción detallados para cada región, con estrategias específicas para mejorar la ocupación vehicular y reducir los costos de transporte.

Con estas acciones se construyó una base de datos consolidada a nivel nacional que permitió clasificar las regionales según sus necesidades. Luego, se propusieron diversas estrategias de mejora, evaluando tanto su alcance como su viabilidad, dentro de las cuales se destacan la negociación de fletes y el ajuste de la tipología de los vehículos, reduciendo su capacidad de carga para adaptarse mejor a la demanda de cada región.

4.3. Implementación de estrategias de mejora

Se llevaron a cabo acciones específicas en la flota propia y aliada, las cuales se plantearon para cada una de las sedes teniendo en cuenta sus necesidades particulares y la factibilidad de ejecución. Así pues, una de las principales estrategias implementadas fue el cambio de tipología de los vehículos, optando por unidades de menor capacidad que estuvieran alineadas con las ventas actuales, permitiendo un mejor ajuste a la demanda y reduciendo la subutilización de los vehículos.

Otra estrategia clave fue la negociación de fletes, que implicó conservar el vehículo actual, pero pagar el flete según la capacidad utilizada, con esto se tuvo una optimización de los costos al ajustarlos a la ocupación real aproximada, además, se evitaron pagos innecesarios por capacidad no utilizada.

Antes de realizar cualquier cambio en la flota de Comercial Nutresa, los especialistas del área de transporte hicieron una evaluación de cada uno de los casos para determinar si efectivamente se generaba un cambio positivo en términos de reducción de costos, mejor aprovechamiento del espacio y otros indicadores clave de eficiencia en transporte. Por otra parte, para la implementación de estas estrategias, se realizaron negociaciones con los proveedores de transporte y con los coordinadores de cada regional, asegurando así que los cambios en la flota no tuvieran un impacto negativo en la operación de cada regional.

4.4. Comparación de resultados

En esta etapa se realizó una comparación detallada entre el escenario inicial y el escenario posterior a la implementación de las estrategias de mejora, ya que así se pudo determinar el porcentaje de ahorro en los costos de transporte de cada caso específico, el ahorro total mensual debido a los planes de acción ejecutados y el porcentaje de ocupación vehicular. En la comparación de resultados se tuvieron en cuenta los siguientes aspectos:

a. Costos de transporte

- Se calcularon los costos de transporte antes y después de la implementación de las estrategias para determinar el porcentaje de ahorro en cada sede.
- Se sumaron los ahorros individuales para obtener el porcentaje de ahorro total generado.

b. Ocupación vehicular

- Se comparó el porcentaje de ocupación vehicular cuando inició el proyecto con los porcentajes registrados durante los meses en los que se estaban implementando los cambios en la flota.
- Se hizo seguimiento a este indicador durante algunos meses para observar tendencias y oportunidades de mejora.

c. Análisis temporal

- Se identificaron patrones en el comportamiento de la ocupación vehicular y los costos de transporte a lo largo del tiempo, permitiendo ajustar las estrategias según fuera necesario.

Lo anterior fue fundamental para validar la efectividad de las estrategias implementadas y para identificar áreas adicionales de mejora. Igualmente, al tener un comparativo de los principales indicadores del proceso de distribución de la compañía, se pudo asegurar que los cambios realizados no solo fueron eficientes en términos de costos, sino también beneficiosos a largo plazo para la operación logística de Comercial Nutresa.

5. Resultados y análisis

Acorde con los objetivos que se plantearon al inicio del proyecto, que consistían en mejorar la utilización de la capacidad de los vehículos de distribución mediante la implementación de estrategias de optimización en la flota, se presentan los siguientes resultados:

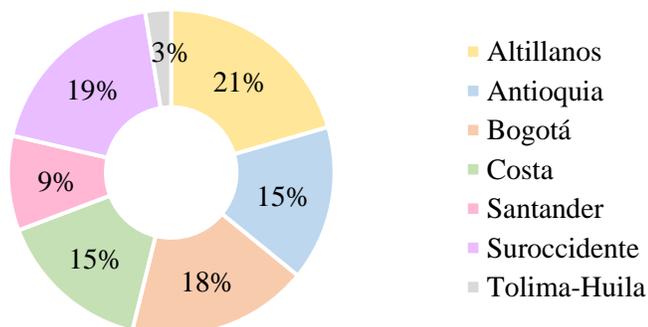
5.1. Placas foco de la flota de distribución

Inicialmente con el modelo de clusterización se identificaron aproximadamente 185 placas en los grupos foco, sin embargo, después de realizar validaciones con los coordinadores de cada regional se excluyeron algunos vehículos ya que debido a las condiciones y características específicas de sus rutas no era posible ajustar la flota y se debía seguir con la configuración inicial. Así, después de la depuración de los datos se obtuvo un total de 117 vehículos (**Tabla 4**), los cuales tenían oportunidad de mejora en cuanto a la ocupación vehicular, distribuidos de la siguiente manera:

Tabla 4*Cantidad de placas foco por cada regional*

Regional	Sede	Placas foco
Altilianos	Duitama	3
	Sabana Sur	14
	Villavicencio	5
	Yopal	2
Antioquia	Girardota	3
	Medellín	13
	Rionegro	2
Bogotá	Bogotá	21
Costa	Barranquilla	10
	Cartagena	3
	Montería	2
	Sincelejo	3
Santander	Aguachica	2
	Bucaramanga	5
	Cúcuta	4
Suroccidente	Cali	7
	Pasto	2
	Pereira	13
Tolima-Huila	Florencia	1
	Neiva	2
Total placas		117

Conforme a lo anterior, en la **Figura 3** se muestra la participación de cada regional según la cantidad de placas críticas, siendo Altilianos la región con más vehículos con oportunidad de mejora en la ocupación vehicular y Tolima-Huila aquella que menos placas foco tiene.

Figura 3*Participación de las placas críticas por regional*

Esta segmentación permitió identificar áreas clave de intervención y establecer un plan de acción concreto para abordar las ineficiencias detectadas en la flota de Comercial Nutresa, encaminando el proceso hacia una operación logística más óptima. Con base a este diagnóstico inicial se plantearon las acciones de mejora de acuerdo a las necesidades de cada regional, siendo este el insumo para trazar los pasos a seguir.

5.2. Hallazgos y planes de acción

Como resultado de las conversaciones con cada una de las operaciones del país, se identificaron aspectos de mejora similares en varias regionales, por esta razón fue posible agrupar dichos hallazgos para establecer planes de acción adecuados, los cuales se detallan en la **Tabla 5**.

Tabla 5
Oportunidades de mejora a nivel nacional

Hallazgos	Planes de acción
Transportes múltiples	<ul style="list-style-type: none"> • Gestionar procedimiento para generar correctamente los transportes.
Novedades de registro de OV en SAP	<ul style="list-style-type: none"> • Actualización de las maestras de vehículos propios y aliados. • Control mensual en SAP de los pesos (kg) asignados a la flota.
Pedidos no incluidos en la medición	<ul style="list-style-type: none"> • Los viajes de agentes comerciales no quedan registrados en manifiesto. Buscar alternativas para asegurar la inclusión al 100%
Modelo inflexible de contratación de vehículos	<ul style="list-style-type: none"> • Revisar los casos de cambio de tipología que por novedad del aliado se pasa a negociar flete. • Buscar alternativas de actualización de negociaciones para no afectar OV sedes y validación RNDC.
Exceso de capacidad en los vehículos propios	<ul style="list-style-type: none"> • Cambio de tipología en rutas propias. • No hay disponibilidad de vehículos pequeños para los cambios, lo cual puede generar multas por entrega anticipada.
Disminución de rutas	<ul style="list-style-type: none"> • Depende de otros proyectos de ruteo. • Foco en el modelo de contratación de personal.
Disminución de rutas spot	<ul style="list-style-type: none"> • Fortalecer el proceso de planeación rutas (ruteo) para evitar flota innecesaria en los vehículos aliados. • Validar los segmentos atendidos y las frecuencias de los clientes para balancear el recurso propio.
Mala planeación de los vehículos	<ul style="list-style-type: none"> • Mayor control en la asignación de vehículos spot (tener en cuenta la capacidad fija antes de pedir más vehículos).

Si bien el conjunto de estos resultados contribuye a la subutilización de la capacidad de los vehículos y a las ineficiencias en las rutas, teniendo en cuenta el enfoque del proyecto, se decide abordar el modelo inflexible de contratación de vehículos y el exceso de capacidad en los vehículos propios. Por otro lado, estos hallazgos permitieron tener una caracterización de la flota actual y los retos que enfrenta cada regional en cuanto al proceso de distribución, siendo también el punto de partida para futuros análisis y planes de mejora.

5.3. Resultados de la implementación

Para las placas críticas se definió una ruta de trabajo para validar la factibilidad de los cambios de acuerdo a las particularidades de cada vehículo, es decir, se revisaron aspectos como disponibilidad de vehículos de la capacidad requerida, multa por modificación del contrato, distribución de rutas, tipo de segmento que atiende (cadenas, autoservicios, tradicional, mayoristas, etc.) y demás variables que permitieron decidir si realizar los cambios propuestos o no. Así, se clasificaron las placas en aquellas a las que se les iba a negociar el flete de transporte y las que se iban a cambiar por un carro de menor capacidad.

Como resultado inicial del ejercicio de cambio de tipología de vehículo, se presentaron los siguientes ajustes a la flota de tres regionales, en donde en conversaciones con el aliado se llegó a un acuerdo para que la modificación fuera efectiva sin impactar la operación de las sedes involucradas. En la **Tabla 6** se puede observar la variación de la tipología de vehículo acorde a la capacidad requerida. Además, se proyecta el ahorro mensual, el cual es dinámico y puede variar según el comportamiento de las ventas por mes y otros factores externos. Este ajuste genera una mayor rentabilidad en cuanto a los costos de transporte y mejora la ocupación vehicular, volviendo más eficiente el proceso de distribución.

Tabla 6
Casos de cambio de tipología de vehículo

Regional	Sede	Tipología actual	Tipología requerida	Ahorro mensual	Porcentaje de ahorro
Bogotá	Bogotá	NPR	NHR	\$310.980	3,04%
Costa	Cartagena	NPR	NKR	\$549.880	5,52%
	Cartagena	Sencillo	NQR	\$1.514.260	12,15%
Suroccidente	Pereira	NPR	NHR	\$2.122.300	14,64%
	Pereira	NPR	NHR	\$2.062.100	13,53%

En cuanto a la negociación de los fletes, se concertó una nueva tarifa por viaje recorrido que estuviera acorde con la carga transportada, evitando sobrecostos en las operaciones de los vehículos. La **Tabla 7** muestra la tipología de vehículo que se necesita según las ventas actuales, y con base en esto se negoció con el proveedor el costo de flete sobre dicha capacidad; por otra parte, se presenta un estimado mensual de los ahorros, sin embargo, esta variable puede variar en función de las ventas del mes y los requerimientos de cada sede.

Tabla 7
Casos de negociación de fletes

Regional	Sede	Tipología actual	Tipología requerida	Ahorro mensual	Porcentaje de ahorro
Antioquia	Girardota	NQR	NPR	\$1.505.000	13,44%
Bogotá	Bogotá	NPR	NKR	\$310.980	3,04%
	Bogotá	NPR	NKR	\$310.980	3,04%
	Bogotá	NPR	NKR	\$310.980	3,04%
	Bogotá	NPR	NKR	\$310.980	3,04%
Santander	Bucaramanga	NPR	NHR	\$708.709	6,94%

5.4. Comparación de resultados

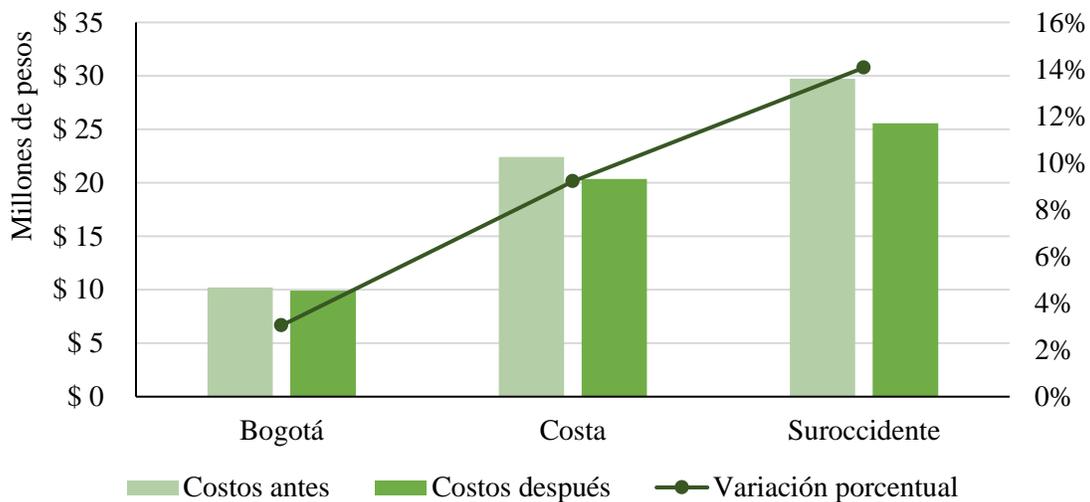
Con el objetivo de contrastar la situación antes y después de las estrategias de mejora implementadas, se elaboró la **Figura 4** y la **Figura 5** en donde se relacionan los costos de transporte de cada una de las regionales que se intervinieron y el porcentaje de ahorro.

En la **Figura 4** se observa la variación del costo de transporte debido a los cambios realizados en la tipología de vehículos, en donde la regional Suroccidente tuvo el mayor porcentaje de ahorro con un 14,07%. Por otra parte, en términos generales esta estrategia representó un ahorro del 10,51% de los costos de transporte totales de las tres regionales evaluadas respecto a los meses previos a la implementación.

Adicionalmente, es importante destacar que las otras dos regionales también tuvieron reducciones en sus costos de transporte, lo cual contribuye a mejorar la competitividad de Comercial Nutresa al destinar estos recursos a otras áreas críticas de las operaciones.

Figura 4

Comparación de costos de transporte con la estrategia de cambio de tipología



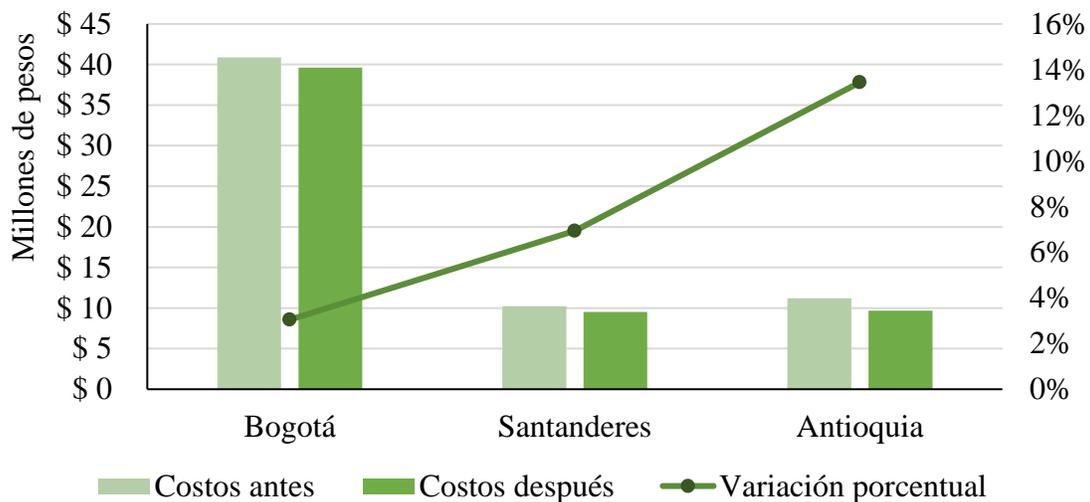
En conclusión, la implementación de cambios en la tipología de vehículos fue una estrategia efectiva para reducir los costos de transporte, mejorar la eficiencia operativa y tener una mejor utilización de la flota, igualmente sirve como modelo para realizar futuros cambios en otras operaciones del país.

Respecto a la estrategia de negociación de fletes, en la **Figura 5** se muestra la variación del costo de transporte a causa de los acuerdos realizados sobre el precio de la remesa de transporte, el mayor porcentaje de ahorro fue de la regional Antioquia con un 13,44%, aparte, el ahorro total fue del 5,55% frente a los fletes pagados inicialmente.

Cabe añadir que la regional Bogotá y Santander también tuvieron una disminución porcentual significativa, impactando directamente los indicadores de interés: costos de transporte y ocupación vehicular.

Figura 5

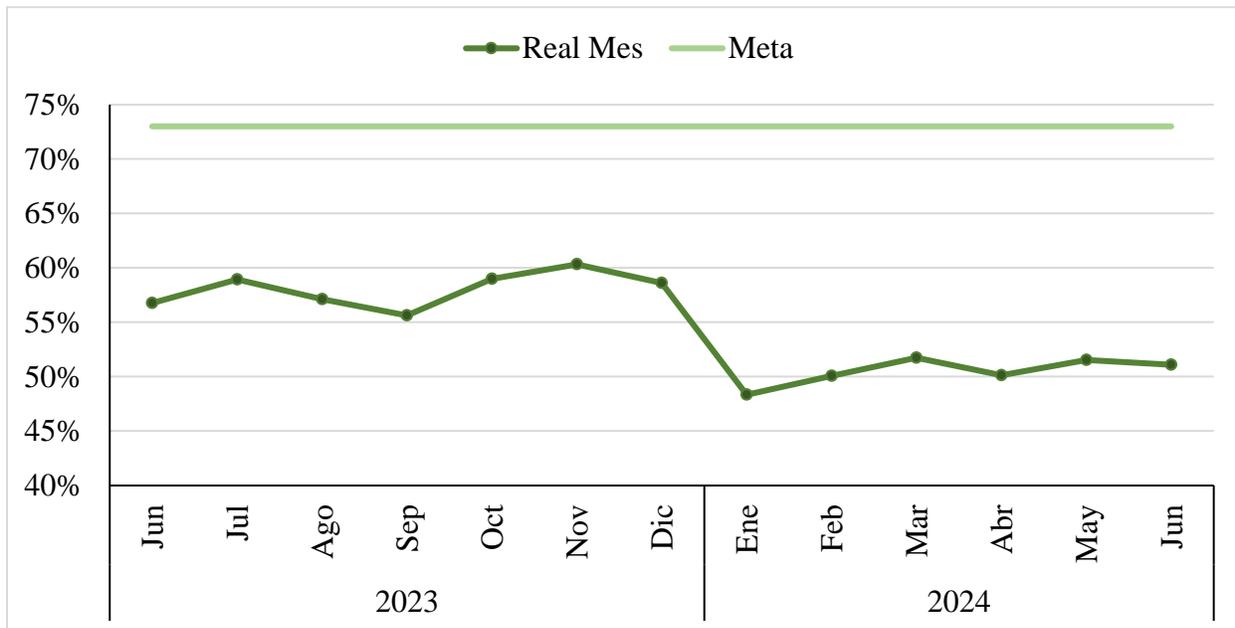
Comparación de costos de transporte con la estrategia de negociación de fletes



Se destaca que, aunque en la regional Bogotá se implementaron las dos estrategias, cambio de tipología de vehículos y negociación de fletes, es la regional que en ambos casos presenta una variación porcentual de ahorro menor en comparación con las demás, lo cual puede deberse a las fluctuaciones en los pedidos de los clientes o al tipo de segmento que se atiende.

Al contrastar los resultados anteriores con otro indicador clave, la ocupación vehicular, se observa que no hubo mejoras significativas respecto al año anterior y que el porcentaje mensual todavía está por debajo de la meta nacional, tal y como se aprecia en la **Figura 6**. Esto podría presentarse por el enfoque de evaluación a largo plazo de este indicador, así como por las variaciones en las ventas de este año. No obstante, en consecuencia, con las estrategias adoptadas en algunas operaciones de la flota, se espera una mejora gradual del porcentaje de ocupación vehicular en los próximos meses.

La **Figura 6** muestra el comportamiento histórico del último año de la ocupación vehicular de Comercial Nutresa. En septiembre del 2023 con un resultado del 5,64% se identificó la oportunidad de mejora y a partir de enero del 2024 se comenzaron a realizar todas las validaciones y análisis que fueron presentados en este informe, sin embargo, pese a que hubo una reducción en los costos de transporte se sigue teniendo una subutilización de los vehículos, quedando con resultados por debajo de la meta nacional del 73%.

Figura 6*Ocupación vehicular de la flota de Comercial Nutresa*

Aun así, de acuerdo a la **Figura 6**, entre enero y junio del 2024 se evidencia un leve incremento en la ocupación vehicular, reflejando los primeros efectos de las estrategias de optimización implementadas en la flota, por lo cual se espera que en los próximos meses siga esta tendencia y se aproveche al máximo la capacidad de los vehículos de carga; por otra parte, estos resultados dejan en evidencia los desafíos logísticos que enfrenta Comercial Nutresa debido a las fluctuaciones en las ventas y demás factores externos complejos de predecir.

6. Conclusiones

Después de finalizar el proyecto, se tienen las siguientes conclusiones respecto a su impacto en la optimización de la flota de distribución de Comercial Nutresa:

- Los costos de transporte de la flota de carga de Comercial Nutresa disminuyeron en un 8,03% como resultado de la implementación de las estrategias de mejora de cambio de tipología de los vehículos y negociación de fletes.

- Si bien el indicador de ocupación vehicular no presenta un aumento significativo durante los meses que se realizó la implementación, los beneficios de la optimización podrían manifestarse en un período de análisis a largo plazo, ya que a medida que se consoliden las nuevas prácticas y se mantenga la eficiencia operativa, la subutilización de los vehículos mejorará.
- Las estrategias de optimización implementadas en la flota de Comercial Nutresa fueron efectivas para explorar en primera instancia modelos de transporte un poco más flexibles y acordes a las necesidades de la empresa. Además, dicha implementación sirve de ruta a seguir para aplicarla en otras sedes y regionales.
- Aunque dentro del planteamiento inicial del proyecto no se contempló evaluar el impacto ambiental de la flota de distribución, el hecho de disminuir las capacidades de los vehículos puede influir en la reducción de las emisiones de CO₂, lo cual está alineado con los principios de sostenibilidad de la compañía.

7. Recomendaciones

Como continuación de este proyecto, se plantean dos nuevas líneas de trabajo que se espera abordarlas en el futuro para seguir con el proceso de optimización de la flota de vehículos de Comercial Nutresa. En primer lugar, se sugiere correr nuevamente el modelo analítico para revisar cómo se han comportado las variables de interés después de las intervenciones que se han realizado e identificar nuevas oportunidades de mejora acordes a los retos encontrados; además se podría revisar la tendencia de la ocupación vehicular para evaluar si las estrategias implementadas han tenido el impacto esperado y ajustar las acciones según sea necesario.

Igualmente, se recomienda contemplar la alternativa de un modelo de contratación flexible para la flota de distribución, ya que este permitiría adaptar la capacidad de transporte a las fluctuaciones en la demanda de ventas, evitando la subutilización de vehículos y los costos adicionales asociados al exceso de capacidad, de esta manera se optimiza no solo la eficiencia operativa, sino que también se contribuye a una gestión más dinámica y adaptable.

Referencias

- Anaya, J. (2009). *El transporte de mercancías*. Editorial ESIC.
- Banco Interamericano de Desarrollo. (2009). *Logística urbana: Los desafíos de la Distribución Urbana de Mercancías*. <https://publications.iadb.org/es/publicacion/14260/logistica-urbana-los-desafios-de-la-distribucion-urbana-de-mercancias>
- Castellanos, A. (2009). *Manual de gestión logística del transporte y distribución de mercancías*. Editorial: Uninorte, Universidad del Norte.
- De los Mozos, J. & Moreno, S. (2007). *Optimización de flotas de vehículos, una herramienta para incrementar la eficiencia*. *Universia Business Review*, (16), 118-127.
- De Diego, A. T., Sierra, N. M., & García, S. J. (2009). "Las claves del éxito de Toyota". *LEAN, más que un conjunto de herramientas y técnicas*. *Cuadernos de Gestión*, 9(2), 113-122.
- Flórez, N. E. & López, E. (2023). Evolución de la logística de la última milla: Avances y desarrollo. *Ingeniería Industrial*, 44(2). <https://rii.cujae.edu.cu/index.php/revistaind/article/view/1207>
- Hillier, F. & Lieberman, J. (2015). *Introducción a la Investigación de Operaciones*. Editorial Mc Graw-Hill.
- Islas, V. & Lelis, M. (2007). *Análisis de los sistemas de transporte*. Secretaria de comunicaciones y transportes Instituto mexicano del transporte. <https://www.imt.mx/archivos/publicaciones/publicaciontecnica/pt307.pdf>
- Marrero, L., Carrizo, D., García-Santander, L., & Ulloa-Vásquez, F. (2021). Uso de algoritmo K-means para clasificar perfiles de clientes con datos de medidores inteligentes de consumo eléctrico: Un caso de estudio. *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*, 29(4), 778-787.
- Ministerio de transporte (s.f.). *Glosario*. <https://mintransporte.gov.co/glosario/c/?genPag=1>
- Mora, V. (2012). *Análisis de modelos y métodos de renovación de flotas de vehículos por carreta. Enfoque hacia la renovación Eco-Eficiente*. Universidad de Sevilla.
- Pascual, D., Pla, F., & Sánchez, S. (2007). Algoritmos de agrupamiento. *Método Informáticos Avanzados*, 164-174.
- Pérez, J., La Rotta, D., Sánchez, K., Madera, Y., Restrepo, G., Rodríguez, M., Vanegas, J. & Parra, C. (2011). *Identificación y caracterización de mudas de transporte, procesos, movimientos y tiempos de espera en nueve pymes manufactureras incorporando la perspectiva del nivel operativo*. *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*, 19(3), 396-408.
- Santén, V., & Rogerson, S. (2018). *Shippers' transport efficiency: An approach for measuring load factor*. *Logistics Research*, 11(3), 1-15. https://doi.org/10.23773/2018_3