

Modelo óptimo del plan de rodamiento del centro operativo Barranquilla en temporada baja de Expreso Brasilia S.A.

Andrea Bernal Barajas¹

Naydu Catherin Moncada Cuervo

¹Facultad de Ciencias Económicas, Administrativas y Contables, Universidad Autónoma de Bucaramanga, Colombia. abernal701@unab.edu.co

Resumen

La investigación presentó la propuesta de un modelo óptimo para el plan de rodamiento intermunicipal en temporada baja del centro operativo Barranquilla de Expreso Brasilia S.A. Para tal fin se analizó la información del periodo 2018, suministrada por Expreso Brasilia S.A., De igual manera, se presentaron los costos de la administración del parque automotor para un afiliado corresponde al 20% de los ingresos obtenidos por la venta de pasajes a cada bus. Entre los resultados se encontró que actualmente durante la operación intervienen los afiliados, el departamento de operaciones y asesores externos quienes han trabajado en periodos anteriores en Expreso Brasilia y aportan conocimiento para ayudar en el ajuste de los planes de rodamiento existentes, sin embargo, estos aportes y conocimiento obtenidos por medio de la experiencia no han sido lo suficientemente eficientes para plantear un plan de rodamiento óptimo. Por tal razón, la propuesta se basó en un análisis de clúster en cuyo modelo final se eliminaron 14 líneas que representan un porcentaje de ocupación entre el 0% y el 35%, las cuales no aportan al cumplimiento del objetivo de ocupación de las rutas y afectan de manera negativa y considerable los resultados de la operación; proyectando ser incluidas en centros operativos de menor nivel de servicio, con el fin de no perder la habilitación de las rutas y presencia en las regiones por donde pasa la ruta.

Palabras: plan de rodamiento, modelo de optimización, rutas intermunicipales

Abstract: the research presented the proposal of an optimal model for the intermunicipal bearing plan in the low season of the Barranquilla operating center of Expreso Brasilia S.A. For this purpose, the information for the period 2018 was analyzed, compared with the historical data for the periods 2017 and 2016 provided by Expreso Brasilia SA. Likewise, the costs of the administration of the vehicle fleet for an affiliate were presented, corresponding to 20% of the income obtained from the sale of tickets to each bus. Among the results it was found that currently during the operation the affiliates, the operations department and external advisors are involved who have worked in previous periods in Expreso Brasilia and contribute knowledge to help in the adjustment of the existing bearing plans, however these contributions and knowledge obtained through experience have not been efficient enough to propose an optimal and profitable rolling plan. For this reason, the proposal was based on a cluster analysis whose final model eliminated 14 lines that represent a percentage of occupancy between 0% and 35%, which do not contribute to the fulfillment of the objective of occupation of the routes and they affect in a negative and considerable way the results of the operation; projecting to be included in operational centers of lower level of service, in order not to lose the authorization of the routes and presence in the regions where the route passes.

Key Words: rolling plan, optimization model, inter-municipal routes

1. Introducción

Realizar la planeación de rutas y horarios del plan de rodamiento del centro operativo de Barranquilla de la empresa Expreso Brasilia S.A., es fundamental para tener una buena operación del servicio de transporte terrestre intermunicipal, cumplir con el cubrimiento de las diferentes rutas y atender la demanda de pasajeros a nivel nacional.

A causa de la falta de planeación de la programación del plan de rodamiento terrestre se afecta considerablemente a los usuarios, conductores, afiliados y a la compañía en general, puesto que se asumen gastos innecesarios en la operación y organización del transporte como tal.

Definitivamente, el transporte público terrestre es un tema importante para el desarrollo de las ciudades, dado que afecta directamente el bienestar de los usuarios que deben trasladarse por trabajo, estudio, asistencia médica o entretenimiento. La calidad del servicio debe garantizar una experiencia que cumpla con criterios como disponibilidad, comodidad, seguridad y tiempos de espera cortos. Por otro lado, las empresas proveedoras del servicio buscan reducir los costos de operación (combustible, mantenimiento o pago al conductor); por lo que una asignación adecuada de la flota para cierta demanda de pasajeros reduce la circulación de vehículos de baja ocupación mejorando la operación, así mismo, favorece con la descongestión de las vías y el impacto ambiental, al disminuir el consumo innecesario de combustible.

Por tal motivo, esta investigación presenta el diseño de un modelo óptimo para el plan de rodamiento en temporada baja del centro operativo de Barranquilla de la Empresa Expreso Brasilia S.A que permita el cumplimiento del indicador de ejecución del rodamiento del parque automotor en dicha temporada, con base en las diferentes variables que afectan el normal proceso de un itinerario diario de buses que están programados para cubrir diferentes líneas a nivel nacional. Además, por ser Barranquilla la sede principal de la empresa, se propone realizar dicha investigación con la posibilidad de ser luego implementado en los demás centros operativos.

No obstante, la compañía en estudio es una organización colombiana de transporte terrestre de pasajeros fundada en el año 1961 por ende cuenta con más de 57 años en el sector, moviliza en promedio cuatro millones de personas anualmente a través de más de 200 puntos de venta distribuidos a nivel nacional, cubre más de 800 destinos a nivel Nacional, es la única empresa a nivel terrestre que presta servicios internacionales de calidad por medio de un parque automotor dotado con tecnología moderna y demostrando una gran capacidad operativa con el número de buses que cubren su rodamiento, los destinos habilitados a nivel internacional son Venezuela (Caracas) y Perú (Lima).

2. Problema de Ruteo de Vehículos (VRP)

El problema clásico de Ruteo de Vehículos logra la optimización de operaciones logísticas, básicamente “consiste en hallar un conjunto de rutas de costo mínimo para una flota homogénea de vehículos, permitiendo llegar a los clientes dispersos geográficamente” (Marín y Meléndez, 2017. p,28) Este mecanismo surge en principio como una necesidad de resolver la distribución de bienes de una manera práctica y lógica, tal como lo establece a continuación:

El origen del VRP (Vehicle Routing Problem) viene desde el año de 1959 y es introducido por Dantzing y Ramser, los cuales representaron una aplicación real relacionada con la entrega de gasolina a las estaciones de servicio y propusieron la formulación matemática a este problema, el cual surge como una generalización del problema clásico el agente viajero (TSP) en el que un vendedor tiene que recorrer una serie de clientes una sola vez, para luego volver al lugar de partida (Hernández, 2016, p.19).

Así mismo, Clarke y Wright elaboraron una expresión logarítmica en 1964 para el ruteo de los vehículos dando una solución óptima para la movilización organizada del transporte (Daza, Montoya y Narducci, 2013).

Igualmente, el problema de movilizar un conjunto de vehículos es lograr atender adecuadamente un servicio desde cualquier lugar que se encuentre: “el objetivo del VRP es satisfacer a una serie de clientes con demandas conocidas, en rutas vehiculares de mínimo costo, que se originan y terminan en un depósito” (Benavente y Bustos, 2012).

A continuación, se puede apreciar la figura 1 el modelo de funcionamiento de un sistema de movilización de transporte; en ella se detalla los puntos geográficos donde se encuentran cada cliente, el depósito y las rutas asignadas:

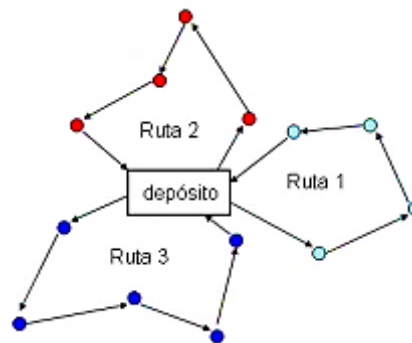


Figura 1. Gráfica del funcionamiento VPR

Fuente: (García, 2010)

Ahora bien, existen varios problemas presentados en las rutas de vehículos; el primero corresponde a el CVRP (VRP capacitado) donde su contenido es limitado, el VRPTW (VRP con ventanas de tiempo) en la que el cliente es atendido en un breve período de tiempo, el MDVRP (VRP con múltiples depósitos) utiliza una cierta cantidad de depósitos para atender a los clientes, el PVRP (VRP periódico) que consiste en atender a los clientes en ciertos días, el SVRP (VRP estocástico) determina variables aleatorias como número de clientes, las demandas, tiempo de servicio o tiempo de viaje, el SDVRP (VRP de entrega fraccionada) por la cual los clientes pueden ser atendidos por diferentes vehículos, el VRPBR (VRP con retornos) que permite que las mercancías puedan ser devueltas por los clientes (Moratilla, Fernández, Sánchez y Vicario 2014).

3. Metodología

Para esta investigación se contempló un estudio con enfoque cuantitativo-exploratorio a partir del empleo de fuentes primarias y secundarias entre las que se destacan la recopilación de documentación directa en la empresa de interés, además de la consulta a estudios similares en repositorios institucionales, bases de datos, plataformas oficiales y privadas e información impresa y/o digital tanto de artículos de fuentes científicas como de fuentes divulgativas.

Dentro de la fase metodológica, se aprecia varios detalles del proceso de elaboración y diseño de un modelo óptimo de rodamiento del centro operativo Barranquilla en temporada baja de Expreso Brasilia s.a., en este tipo de procedimiento se detalla el nivel de investigación, el diseño para selección de muestras, la técnica de recolección de datos y, por último, se describen las actividades para elaborar el modelo.

Cabe resaltar que la programación del rodamiento para los vehículos asignados al Centro de Operaciones en Barranquilla de Expreso Brasilia s.a. es el proceso más importante en la actividad principal de la organización; para desarrollar el respectivo análisis se utilizó el método de optimización combinatoria, donde se tomaron las cifras de proyección y ejecución de cada una de las rutas que conforman los bloques adscritos al plan de rodamiento para la vigencia 2018, con el fin de analizar cada una de las variables que lo componen a fin de identificar oportunidades de mejora.

3.1 Muestra

La muestra de análisis para el diseño del modelo de optimización del plan de rodamiento de Expreso Brasilia s.a. de Barranquilla en la categoría Premium Afiliados está compuesto por bloques que contienen rutas, líneas o tramos programados con buses activos asignados al plan para la vigencia 2018.

Expreso Brasilia s.a. cuenta con tres centros operativos ubicados en Barranquilla, Bogotá y Medellín, siendo el más importante en la categoría Premium Afiliados debido al mayor número de rutas o líneas y parque automotor asignado, diseñado y monitoreado por la sede principal que se encuentra en la ciudad de Barranquilla – Atlántico.

El centro operativo de Barranquilla tiene definido el plan de rodamiento de acuerdo a lo descrito en la figura 2.



Figura 2. Plan de rodamiento centro operativo Barranquilla

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con la información suministrada por la organización se define tomar como muestra de análisis el rodamiento Premium Afiliados dado que es donde se concentra el mayor número de bloques y de líneas; actualmente la compañía tiene autorizado por el Ministerio de Transportes la capacidad para operar 378 buses de los cuales 126 están asignados al rodamiento Premium Afiliados y representan el 33,3% del parque automotor vigente de la organización.

3.2 Instrumento

La información de estudio corresponde a fuente primaria, esto debido, a que fue suministrada directamente por la organización, y contiene el histórico de ejecución, el comportamiento del cumplimiento del rodamiento y el porcentaje de la ocupación versus los ingresos obtenidos por la operación del plan de rodamiento Premium Afiliados de Barranquilla durante la vigencia 2018.

Las variables de las cifras suministradas son las que se describen en la figura 3:

RUTA	•Desplazamiento desde un origen hasta un destino a través de un recorrido establecido o previsto para un viaje.
HORA	•Momento del día en que se puede programar el despacho de una ruta.
ORIGEN	•Ciudad donde inicia la ruta.
DESTINO	•Ciudad donde termina la ruta.
EJECUTADA	•Porcentaje de cumplimiento de la ruta establecida.
PROYECTADA	•Número de rutas asignadas para ejecutar
CUMPLIMIENTO	•Porcentaje obtenido del análisis de las rutas ejecutadas vs las proyectadas.
OCUPACION	•Porcentaje obtenido del análisis de número de pasajeros movilizados en una ruta vs el número de puestos disponibles del Bus.
INGRESO	•Venta realizada en la ruta asignada mostrada en pesos Colombianos.Hold on
ANTICIPO	•Costo de la operación del Bus para realizar la ruta asignada (Viaticos, Alistamiento, ACPM, Tasa uso Terminal, Prueba Alcoholimetría, parqueadero y peajes).

Figura 3. Variables de Investigación

Fuente: elaboración propia

3.3 Análisis de Datos

Para el análisis de datos se analizó en primera instancia los horarios autorizados por el Ministerio de Transporte, además de la frecuencia de prestación del servicio, el recorrido, además se calculó el ponderado de cumplimiento de rodamiento, los parámetros de entrada, datos del anticipo de rodamiento y el proceso de elaboración.

Por otro lado, se validó el comportamiento del rodamiento Premium Afiliados ejecutado donde se tiene un cumplimiento global del 85,75% a cierre de la vigencia 2018, de otra parte se identifica que las rutas cortas son las más afectadas por el no cumplimiento o cierre de líneas, así mismo mayor número de líneas que se ejecutan son de origen Barranquilla y no superan los 310km de recorrido, por lo que de ellas depende el 70% de la composición de dicho plan de rodamiento (figura 4).

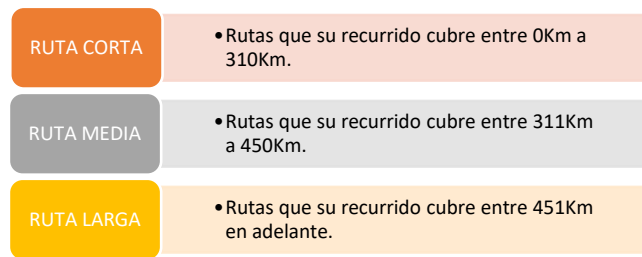


Figura 4. Tipos de rutas rodamiento Premium

Fuente: Elaboración propia

3.4 Ponderado de cumplimiento de rodamiento afiliados Premium del centro operativo Barranquilla en temporada baja periodo 2018

Para el ponderado de cumplimiento, se determinó el tiempo de ejecución de ruta corta, media y larga, como se observa en la tabla 1. De esta manera se tiene que el cumplimiento a corto plazo es solo del 63%, mientras a mediano plazo es del 88%, y finalmente a largo plazo es del 88%.

Tabla 1. Ponderado de cumplimiento de rodamiento.

	Ejecutado	Proyectado	Cumplimiento
CORTA	710	1130	63%
MEDIA	2.938	3.333	88%
LARGA	5.862	6.315	93%
PONDERADO	9.510	10778	88%

Fuente: Elaboración propia

Uno de los objetivos estratégicos de la organización es cumplir con el rodamiento global en un 90%. No obstante, de acuerdo a las cifras analizadas para la ejecución de ocupación en

temporada baja se tiene un cumplimiento global del 88% cifra inferior a la meta, así mismo validando las rutas se observa que la de menor cumplimiento es la corta.

Por otro lado, se definió el diagrama sobre el proceso de diseño del plan de rodamiento. En este se puede observar que la decisión del comité de rodamiento se dirige hacia formulación del plan de rodamiento para agilizar el proceso de elaboración del mismo (figura 5).

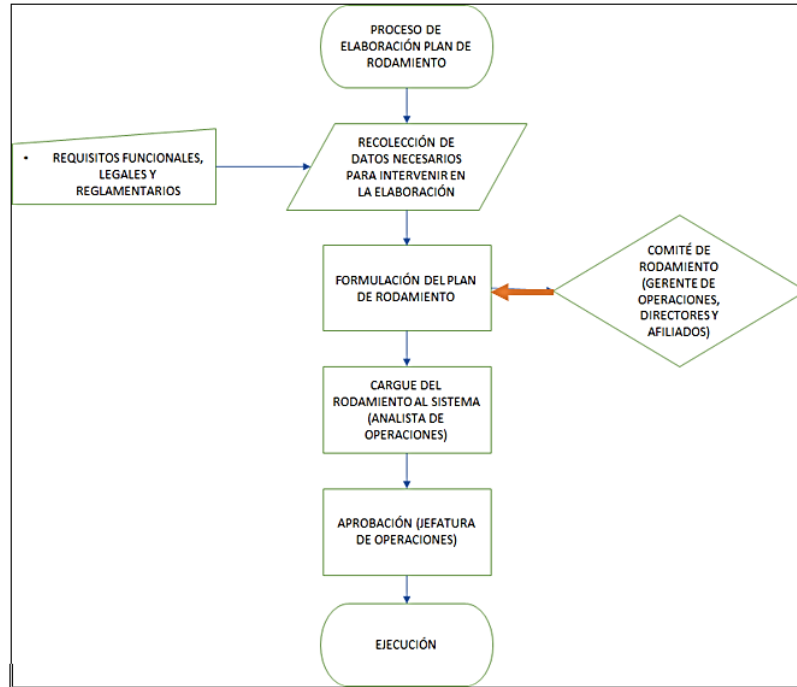


Figura 5. Proceso de diseño plan de rodamiento Expreso Brasilia

Fuente: Elaboración propia

4. Resultados

De acuerdo al análisis estadístico se identificaron las variables que de manera importante hacen que se cumplan o no los objetivos estrategias de la empresa que intervienen directamente con el funcionamiento óptimo de un plan de rodamiento. Sobre esto se encontró que Se tiene un cumplimiento de ocupación del 33% de los bloques frente a la meta esperada, adicionalmente la empresa presenta incumplimiento en el indicador de ocupación en el 67% de los bloques para el plan de rodamiento del centro operativo de Barranquilla – Premium Afiliados en temporada baja como se observa en la figura 6, evidenciándose que se requiere tomar acciones al respecto dado que alineado a la ocupación están los ingresos esperados por tanto la organización y los afiliados no ven reflejadas ganancias por la operación de su parque automotor

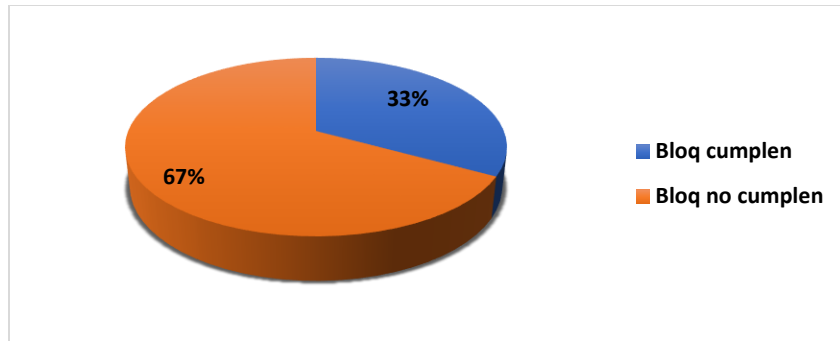


Figura 6. Cumplimiento de ocupación por bloque Expreso Brasilia S.A.
Elaboración propia

A su vez, el plan de rodamiento del centro operativo de Barranquilla está compuesto por 36 bloques de los cuales se tiene que 12 superan el 60% de ocupación (figura 7) y cumplen con el objetivo estratégico del centro de operaciones de la compañía, donde se indica que la ocupación objetivo de los buses es mínimo el 60%. Adicionalmente se evidencia que ninguna de estas rutas llega al 100% de ocupación por ende se considera una oportunidad en replanteamiento logístico a fin de que su foco sea alcanzar la totalidad de ocupación lo cual genere mayor rentabilidad para la organización y sus afiliados.

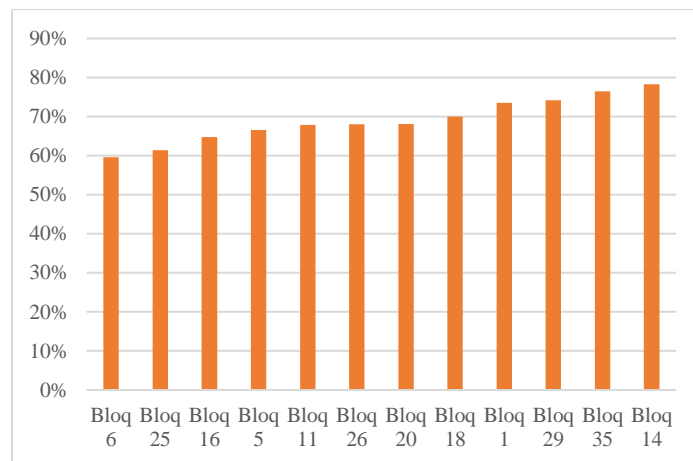


Figura 7. Bloques superiores centro operativo Barranquilla
Fuente: Elaboración propia

4.1 Rutas no rentables en temporada baja del plan de rodamiento año 2018

Con respecto a la identificación de rutas no rentables en temporada baja, se encontró que de las 158 rutas, 44 rutas no están cumpliendo a cierre de la vigencia 2018 las cuales están distribuidas en 28 bloques. Por lo tanto, estos aspectos permiten tomar decisiones frente a la viabilidad de continuar prestando el servicio de las mismas o definitivamente cerrarlas y destinar el parque automotor para reforzar las rutas con mayor afluencia de pasajeros.

De otra parte, respecto al costo de mantenimiento de una ruta se entregan anticipos de acuerdo a los valores establecidos para cada línea en cada vigencia, las cuales no tienen modificación alguna a menos de que se presente alza en el valor del combustible, cabe resaltar que los cambios en estos rubros no afectan las tarifas de pasajes ofrecida a los usuarios. A continuación, en la figura 8 se muestra la fluctuación del costo del combustible durante la vigencia 2018.



Figura 8. Comportamiento precio galón ACPM 2018

Fuente: Adaptado de MinMinas, ww.minminas.gov.co/precios, 2018.

Lo anterior demuestra que debido a que el transporte de pasajeros terrestres es un servicio regulado por el Ministerio de transportes y controlado la Superintendencia de puertos y transportes, quienes vigilan que las empresas y los buses cumplan con la reglamentación impuesta para la regulación de la velocidad y el cumplimiento y cubrimiento de las rutas – horarios asignadas por resolución, lo que limita en gran parte la acomodación de horarios ofertados por empresa para una ruta.

Por esta razón, para establecer las tarifas se realiza un benchmarking de precios con las empresas que ofertan rutas a un mismo destino a fin de tener un dato real y establecer una tarifa competitiva que permita cumplir con la ocupación y los proyectados; aunque el estudio realizado para dar respuesta al problema planteado va enfocado al comportamiento del plan de rodamiento del centro de operaciones de Barranquilla – Premium Afiliados de Expreso Brasilia en temporada baja, el comportamiento de las empresas transportadoras terrestres de pasajeros en Colombia es similar, existen varias empresas prestando el servicio para los mismos destinos, no hay coordinación entre las empresas para ofertar un mejor portafolio de horarios y ser más competitivos y no hay un ente que controle y apoye la no prestación de servicio a un mismo destino en una misma hora de salida.

4.2 Análisis multivariado del plan de rodamiento del centro operativo Barranquilla de Expreso Brasilia s.a. en temporada baja

Para el diseño del modelo que se propone se utilizó un modelo multivariado Clúster, que corresponde a la segunda parte del análisis de las variables, donde se ejecuta la combinación del sistema empírico o manual que actualmente la empresa posee, con la herramienta de análisis

estadístico que nos muestra los bloques donde se concentran las líneas que no son rentables y hacen que la ejecución del plan de rodamiento en temporada baja se cumpla por debajo del 90% y no sea un plan que genere valor y que su meta sea una ejecución del 100%.

El modelo del plan de centro operativo base para el desarrollo del análisis es el actualmente diseñado por el Departamento Operativo, el cual se está ejecutando periódicamente a nivel nacional, consta de la programación de 41 bloques y 160 líneas que no se han ejecutado en su totalidad y no hay penalización por la cancelación sin justa causa de la operación de algunas de las rutas programadas.

El proceso de este análisis multivariado inicia con la entrada de datos obtenidos de la fuente primaria para que a través del programa RAPIDMINER, se realice un análisis minero de datos y asignar el mismo valor a cada una de las variables que están expresadas en unidades de medidas diferentes a través de un entorno gráfico.

Como resultado del proceso se formaron cuatro grupos (Clúster), basándose en la variable de nombre ocupación ya que es directamente proporcional a los ingresos y al número de pasajeros, esto quiere decir que a mayor porcentaje de ocupación en una ruta mayor ingresos y mayor número de pasajeros movilizados.

Tabla 2. Clasificación de clúster después del tratamiento de los datos

No. Clúster	Cantidad de rutas
Clúster 0	21
Clúster 1	56
Clúster 2	46
Clúster 3	35
Total	158

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a la información tratada y al análisis de los datos agrupados se encuentra que el Clúster que muestra las líneas de mayor ocupación es el No.0, conformando el 13,29% de las líneas que componen el rodamiento y es donde se agruparon aquellas rutas con alta cantidad de pasajeros (1.506) alto nivel de ingreso (1.714), alto nivel de anticipo (1.087) y muchos kilómetros recorridos (1.767), por las características podemos deducir que se tratan de las líneas de trayectos largos y también muestra que el Clúster que concentra las líneas de menor ocupación es el No. 1 concentrando el 35,44% de las líneas o rutas que componen el plan de rodamiento del centro operativo Barranquilla – Premium afiliados en temporada baja donde se agruparon aquellas rutas con baja cantidad de pasajeros (0.585) bajo nivel de ingreso (0.829), bajo nivel de anticipo (0.566) y pocos kilómetros recorridos (0.810). como lo muestra la tabla 3.

Tabla 3. Valor de cada centroide del atributo

Attribute	cluster_0	cluster_1	cluster_2	cluster_3
PASAJEROS	1.506	-0.996	0.079	0.585
INGRESO	1.714	-0.863	-0.363	0.829
ANTICIPO	1.087	-0.954	0.235	0.566
KMS_RUTA	1.767	-0.785	-0.466	0.810

Fuente: Elaboración propia

Para poder continuar con la propuesta del Modelo Optimo de rodamiento para Expreso Brasilia s.a. es necesario evaluar el resultado de los algoritmos de Clustering debido a que solo con la observación es difícil definir cuando el resultado de un agrupamiento es aceptable. Por esta razón existen técnicas e índices para la validación de un agrupamiento realizado como lo es el índice de Davies–Bouldin, este índice está definido como:

$$DB = \frac{1}{k} \sum_{i=1, i \neq j}^k \max \left(\frac{\sigma_i + \sigma_j}{d(c_i, c_j)} \right)$$

Donde k es el número de clústeres, σ_i es la distancia promedio entre cada punto en el clúster i y el centroide del clúster, σ_j es la distancia promedio entre cada punto del clúster j y el centroide del clúster, y $d(c_i, c_j)$ es la distancia entre los centroides de los 2 clústeres.

Para validar si este análisis es aceptable y que se agruparon las variables de manera adecuada se revisó el Índice Davies Bouldin donde el resultado fue de -1,147, es decir que el modelo es aceptable, basados en la teoría de que el algoritmo de agrupamiento que produce la colección de grupos con menores índices de Davies–Bouldin está considerado el algoritmo mejor basado en este criterio. Es decir que el valor pequeño indica clústeres compactos, y que sus centros están separados los unos de los otros.

Modelo óptimo del plan de rodamiento afiliados Premium del centro operativo Barranquilla en temporada baja de expreso Brasilia S. A.

El modelo óptimo se desarrolló a partir de la eliminación de 14 líneas que representan un porcentaje de ocupación entre el 0% y el 35%, las cuales no aportan al cumplimiento del objetivo de ocupación de las rutas y afectan de manera negativa y considerable los resultados de la operación y proyectando ser incluidas en centros operativos de menor nivel de servicio, con el fin de no perder la habilitación de las rutas y presencia en las regiones por donde pasa la ruta.

Esto se llevó a cabo porque la relación de las variables ocupación vs anticipos como se muestra en la figura 9 no es muy clara debido a que independiente de la ocupación, los kilómetros

recorridos, los ingresos obtenidos y el número de pasajeros, los anticipos entregados para cubrir la operación de la ruta son fijos y la única variación posible a presentar depende del comportamiento del precio del combustible durante un período.

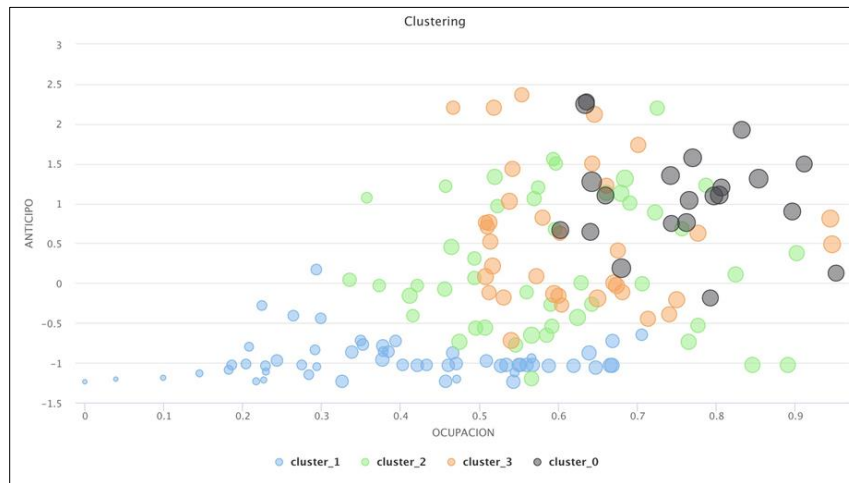


Figura 9. Gráfica de Ocupación Vs anticipo

Fuente: Elaboración propia

Después de eliminadas la rutas que conforman el clúster #1 se ajusta el modelo actual ampliando las rutas bajo la normatividad de aprobación por parte del Ministerio de Transportes, el proceso y las políticas estipuladas por el Departamento Operativo de Expreso Brasilia s.a. para la planeación del rodamiento expuestas anteriormente.

En términos generales, el nuevo modelo óptimo para el plan de rodamiento del centro operativo Barranquilla permita optimizar la operación de rutas productivas, creando como resultado equilibrado entre la ocupación y los ingresos, lo que aporta al bienestar de la compañía, Afiliados, Colaboradores y demás grupos de interés.

De esta manera, con el fin de poder clasificar de manera clara los grupos de las líneas desde las más rentables hasta las menos rentables se cruzo la información de la variable ocupación con la información de la variable ingreso. A continuación se muestra la formar en que se componene los cluster con sus respetivas líneas.

5. Conclusiones

Se encontró que de acuerdo a lo estipulado por el Ministerio de Transporte se requiere autorización para poder ofertar más rutas en horarios diferentes a los ya permitidos, de manera que la compañía pueda tomar la decisión de eliminar rutas en horarios que no son rentables y poder incluirlas en planes de rodamiento de otros niveles de servicio con el fin de no perder la habilitación de las misma.

Por otro lado, se analizó que la empresa actualmente maneja la elaboración del plan de rodamiento de manera empírica y manual acorde a la aprobación y aceptación del comité

operativo; se sugiere obtener análisis del rodamiento por medio de un software que permita identificar las rutas con baja rentabilidad y reprogramarla de acuerdo a los parámetros de secuencia y de rutas autorizadas por el ministerio de transporte y las políticas de Expreso Brasilia s.a.

La empresa no contempla como objetivo el cumplimiento del rodamiento en un 100%, esto es una oportunidad de mejora y de mayor cubrimiento dado que el diseño y ejecución de un plan de rodamiento es la carta de navegación para las empresas de transporte terrestre de pasajeros.

Se evidencia que las rutas cortas son las que mayor afectación tienen en el indicador de ocupación de la empresa, por lo que se recomienda disminuir en número de rutas cortas y ampliar las rutas en tramos largos; rodamiento aplicable para temporada baja a excepción de la ruta 4702 y 0247.

Se deben replantear los horarios que cubren el destino 47 con rutas cortas, ya que son los que menor ocupación obtuvieron para la temporada baja del periodo 2018 y son los que están afectando de manera considerable la utilidad bruta de los bloques que componen el plan de rodamiento del centro operativo Barranquilla – Premium Afiliados.

Las rutas de tramos medios que muestran algún tipo de conexión deben ser replanteadas, en el caso de la ruta 1618 que afecta de manera negativa el bloque, ya que sus ingresos no cubren al anticipo que se debe entregar para operar la ruta y la ocupación en temporada baja es del 44%.

Referencias

- Benavente, M., & Bustos, J. (2012). Estado del arte en el problema de ruteo de vehículos (VRP). Universidad de La Frontera. Chile.
- Daza Julio Mario, Montoya Jairo y Narducci Francesco (2010). *Resolución del problema de enrutamiento de vehículos con limitaciones de capacidad utilizando un procedimiento metaheurístico de dos fases*. Escuela de Ingeniería de Antioquia, Medellín.
- Hernández Ortiz, Y. A. (2016) *Diseño de un Sistema de Ruteo de Vehículos con Múltiples Depósitos en Empresas de Transporte de Carga por Carretera*. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Bogotá.
- Marín, L. Y., & Meléndez, S. M. (2017). *Un modelo de optimización de rutas de transporte urbano en el área metropolitana de Bucaramanga con VRPTW mediante un algoritmo de optimización por enjambre de partículas evolutivo*. 2017: Universidad Industrial de Santander. Retrieved from <http://tangara.uis.edu.co/biblioweb/tesis/2017/166039.pdf>
- Moratilla, A., Fernández, E., Sánchez, JJ, y Vicario, B. (2014). *Selección óptima de operadores para el tratamiento de problemas VRP con Algoritmos Genéticos*. En Cuarta Conferencia Iberoamericana de Complejidad, Informática y Cibernética: CICIC.