

RUTAS ÓPTIMAS PARA LA INSTALACIÓN DE PAUTA PUBLICITARIA

AUTOR
JOHN JAIRO HEREDIA PEÑA
INGENIERO INDUSTRIAL
U9500993@unimilitar.edu.co

Artículo Trabajo Final del programa de Especialización en Gerencia Logística Integral



La U
acreditada
para todos

ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA LOGISTICA INTEGRAL
UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
FACULTAD DE INGENIERÍA
MES, AÑO

RUTAS ÓPTIMAS PARA LA INSTALACIÓN DE PAUTA PUBLICITARIA

John Jairo Heredia Peña
Especialización en Gerencia Logística.
@unimilitar.edu.co

RESUMEN

La generación de rutas óptimas para la distribución en las empresas se ha convertido en un eslabón muy importante dentro de su cadena logística, ya que es el proceso de entrega al cliente final, este proceso, es de vital importancia para que el cliente reciba su producto en el lugar, horario y destino acordado.

Para ello las empresas se esfuerzan en generar rutas de distribución de mercancías que sean lo más dinámicas posibles, y que le permitan entregar los productos al menor tiempo posible con los mayores estándares de calidad y en el cual, el servicio al cliente sea lo más importante, ya que el personal que realiza las entregas, son la cara de la compañía, y por eso se esmeran en brindar la mejor experiencia al cliente, con el fin de mejorar y fidelizar al usuario final.

Este documento presenta una propuesta para generar rutas de distribución para una empresa del sector de publicidad en el cual, la entrega se realiza con la instalación de material publicitario en las diferentes vallas seleccionadas por el cliente en las locaciones ofrecidas.

Para ello se propondrá un método de ruteo que le permita la compañía optimizar las rutas reduciendo los tiempos de tránsito y aumentando la cantidad de instalaciones diarias. Usando los modelos planteados en la propuesta se espera que se aumente la capacidad de instalación de material publicitario, con el fin de mejorar el nivel de servicio al cliente, siguiendo con la mejora continua de los estándares de calidad en el proceso designados por la compañía.

Palabras Clave: Logística, Diseño de Rutas, Distribución, Optimización, Método VRP, Algoritmo Clarke & Wright

ABSTRACT

The generation of optimal routes for distribution in companies has become a very important link in their logistics chain, since it is the process of delivery to the end customer, this process is of vital importance for the customer to receive their product. at the agreed place, time and destination. For this, companies strive to generate merchandise distribution routes that are as dynamic as possible, and that allow them to deliver products as quickly as possible with the highest quality standards and in which customer service is the most important, since the personnel who make the

deliveries are the face of the company, and for this reason they strive to provide the best customer experience, in order to improve and retain the end user.

This document presents a proposal to generate distribution routes for a company in the advertising sector in which the delivery is made with the installation of advertising material in the different fences selected by the client in the locations offered. For this, a routing method will be proposed that allows the company to optimize routes by reducing transit times and increasing the number of daily installations. Using the models proposed in the proposal, it is expected that the installation capacity of advertising material will be increased, in order to improve the level of customer service, continuing with the continuous improvement of quality standards in the process designated by the company.

Key Words: Logistics, Route Design, Distribution, Optimization, VRP, Clarke & Wright Algorithm.

INTRODUCCIÓN

Para las compañías actuales las operaciones de transporte y distribución representan un costo significativo, y en muchas ocasiones, las redes de clientes que tienen implementadas son muy complejas y con demasiadas restricciones [1], para el sector de la publicidad los clientes requieren adicionar el servicio de instalación lo que hace más compleja estas operaciones logísticas. Esto porque los clientes esperan tener su campaña instalada en los tiempos que ellos indican con el fin que sus campañas logren los objetivos que desean, para ello las compañías de publicidad demuestran a sus clientes por medio de reportes fotográficos que sus pautas publicitarias se instalaron con los estándares de calidad requeridos, por medio de reportes fotográficos de alta calidad.

La oportunidad es un factor crucial para entregar a los clientes dichos reportes, ya que la entrega de estos productos intangibles hace que los clientes quieran percibir que sus campañas se instalan en el menor tiempo posible y tener la certeza con medio de estos reportes fotográficos que la campaña está al aire con la calidad requerida tanto en el proceso de impresión de su campaña, como en la instalación, asegurándose que la campaña se exponga de buena manera, ya esto es de vital importancia ya que el cliente siempre pide lo mejor ya que es su imagen la que está expuesta.

En la empresa que se desea realizar esta propuesta, actualmente no se maneja ningún sistema de ruteo, que permita controlar los costos, si no que solamente se verifica donde se requiere instalar se realiza la programación y alistamiento de los vehículos, y se envían a los puntos para que ejecuten las operaciones que se requieran sea instalación o desinstalación de la pauta publicitaria en las vallas de la compañía, es por esto, que el objetivo general de este trabajo es poder generar una propuesta de rutas, que permita instalar pauta publicitaria en las vallas propias de la compañía con menores costos y llegando a optimizar la cantidad de instalaciones que se realizan diariamente.

Para ello primero se requiere identificar rutas que puede realizar cada vehículo, y en el cual el costo de desplazamiento sea el mínimo, y mediante el algoritmo de ahorro identificar las oportunidades de mejora según el sistema de ruteo establecido, garantizando mayores puntos visitados, reduciendo costos y obteniendo menores distancias recorridas por cada vehículo, asegurando que se mantenga la calidad en toda la cadena logística diseñada para la instalación de la pauta.

Al utilizar la generación de rutas se obtiene una solución a problemas de transporte como los son las capacidades para vehículos con restricciones de carga, tiempos de entrega, los cuales se deben reducir para brindar una satisfacción al cliente [2]. En cada planeación de rutas, el modelo busca minimizar los costos asociados en el transporte, realizando recorridos con menores distancias y en menores tiempos, entre otras variables, donde los vehículos inician y terminan el recorrido desde el punto de origen, teniendo en cuenta las horas laboradas por el conductor para el cálculo de los tiempos de recorrido y la capacidad de carga de los vehículos, también infiere en la cantidad de vehículos utilizados para realizar las rutas necesarias cubriendo la demanda del cliente.

1. MATERIALES Y MÉTODOS

1.1 VRP

El Problema de Ruteo de Vehículo VRP se presenta como un conjunto de nodos (clientes) que deben ser visitados y un conjunto de vehículos que inicialmente parte de un origen (Bodega, Centro de distribución o Deposito) cuyo objetivo es asignar rutas a los vehículos teniendo una secuencia ordenada de nodos que minimice el costo total de transporte, distancias, y permita visitar todos los nodos, mínimo una vez, como se representa en la figura 1 esquema del VRP.

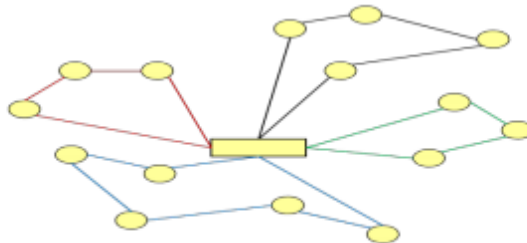


Figura 1. Esquema del VRP

Fuente: El problema de ruteo de vehículos [VRP] y su aplicación en medianas empresas colombianas. [3]

Este modelo presenta una serie de ventajas y desventajas que se muestran en la tabla 1:

Tabla 1. Ventajas y desventajas del VRP.

VENTAJAS	DESVENTAJAS
Versatilidad Permite el acceso a instalaciones con programación previa del modelo.	capacidad No puede competir con otros modelos de transporte.
Acceso Disposición de rutas alternas y manejo de condiciones.	distancias En grandes distancias se requiere tiempos de espera y búsqueda de trasbordos.
Rapidez Se pueden programar llegadas y salidas en despachos o recepción de mercancía.	congestión - tráfico Provoca demoras e interrumpe la operación de entregas afectando el modelo.
Seguridad Se tiene un control con la programación de cargue de pedidos.	congestión - tráfico Afecta los costos en lo concerniente a fidelización de clientes de acuerdo a la priorización de los clientes.

Fuente: Modelo de ruteo para entregas de mercancías a clientes por terceros en sector retail [4]

En la figura 2 se muestra un mapa conceptual del VRP que permite describir de una forma más sencilla los diferentes factores que intervienen en el Problema de Ruteo de vehículos.

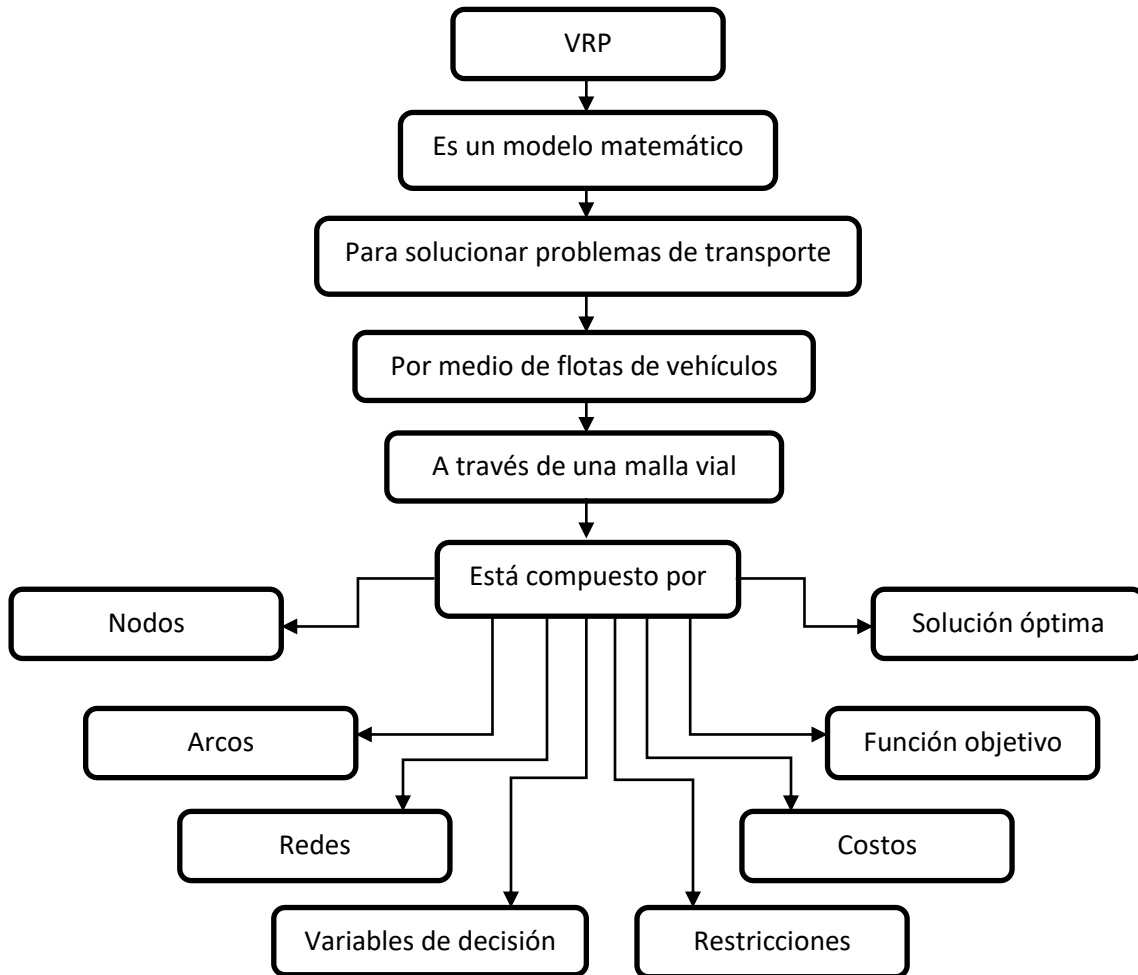


Figura 2. Mapa conceptual VRP.

Fuente: Propuesta de ruteo de vehículos para la reducción de los costos logísticos de distribución para NATURAL FOOD SAS mediante la aplicación de un modelo matemático.[5]

Para este caso de estudio se realizó una delimitación del aforo a 14 vallas, esto se realizó, de acuerdo con el promedio histórico de operaciones de instalación y desinstalación realizadas en un día por la compañía, que en la actualidad solo alcanza a cubrir un total de 8 vallas al día con 2 vehículos, las operaciones en las vallas que no se alcanzan a cubrir son programadas al siguiente día o se subcontrata en servicio de instalación o desinstalación. Esta delimitación se realizó escogiendo las vallas denominadas AAA y AA, las cuales, por su ubicación, la visual que tienen hace que sean las que tienen más rotación de clientes, y con un costo de arrendamiento del espacio mayor.

Con las coordenadas de las vallas escogidas se realizó un mapeo con el fin de identificar donde se encuentran ubicados los puntos y las distancias en la figura 3 los puntos con estrellas son las vallas y el punto amarillo es el punto de origen.

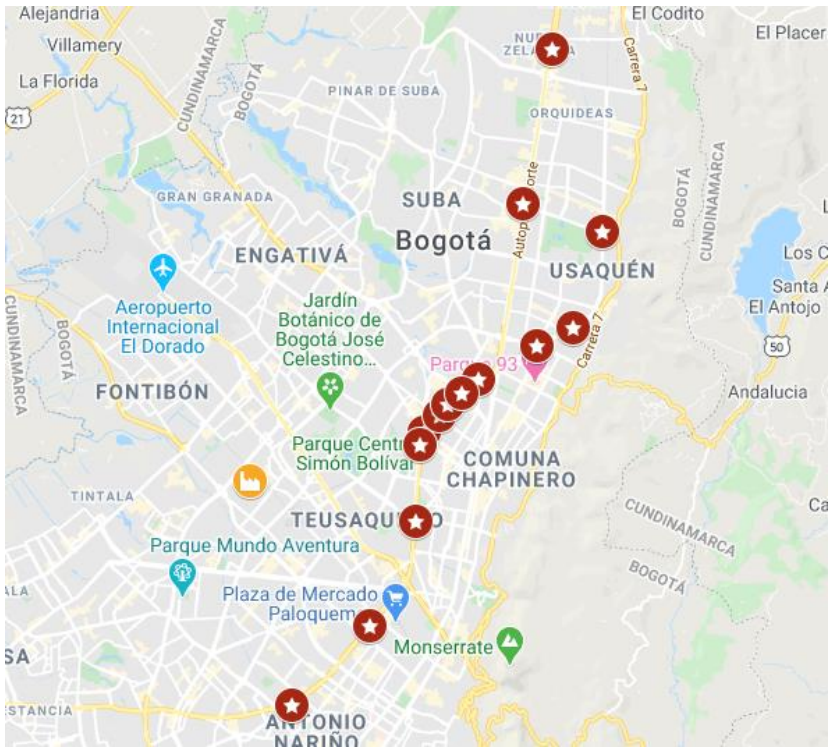


Figura 3. Mapa de vallas en la ciudad.
Fuente: Elaboración propia.

Se procede a indicar de manera matricial las distancias que hay entre todos los nodos con el fin de poder determinar también los costos.

En la tabla 2 se muestra la matriz de distancias:

Tabla 2. Distancias entre nodos

	ORIGEN	716-717	720-721	722-723	724-725	729-726	16288-16513	18621-18622	18633-18634	18635-21489	754-755	16493-16496	779-780	746-747	15552
ORIGEN	0.00	4.91	5.45	5.80	6.82	8.66	4.76	4.65	6.20	5.13	9.78	11.79	6.26	10.64	14.40
716-717	4.91	0.00	0.62	1.02	2.08	3.90	0.33	2.44	8.25	5.49	5.01	7.35	1.50	6.82	11.04
720-721	5.45	0.62	0.00	0.40	1.47	3.29	0.92	2.95	8.84	6.04	4.41	6.74	0.88	6.24	10.48
722-723	5.80	1.02	0.40	0.00	1.07	2.90	1.32	3.31	9.24	6.42	4.02	6.33	0.48	5.85	10.11
724-725	6.82	2.08	1.47	1.07	0.00	1.84	2.37	4.23	10.23	7.36	2.97	5.28	0.59	4.95	9.24
729-726	8.66	3.90	3.29	2.90	1.84	0.00	4.16	5.82	11.86	8.91	1.13	3.60	2.42	3.89	8.10
16288-16513	4.76	0.33	0.92	1.32	2.37	4.16	0.00	2.12	7.93	5.16	5.26	7.65	1.79	7.14	11.37
18621-18622	4.65	2.44	2.95	3.31	4.23	5.82	2.12	0.00	6.04	3.12	6.83	9.42	3.73	9.16	13.42
18633-18634	6.20	8.25	8.84	9.24	10.23	11.86	7.93	6.04	0.00	3.02	12.86	15.46	9.69	15.07	19.25
18635-21489	5.13	5.49	6.04	6.42	7.36	8.91	5.16	3.12	3.02	0.00	9.88	12.52	6.85	12.27	16.52
754-755	9.78	5.01	4.41	4.02	2.97	1.13	5.26	6.83	12.86	9.88	0.00	2.74	3.55	3.63	7.61
16493-16496	11.79	7.35	6.74	6.33	5.28	3.60	7.65	9.42	15.46	12.52	2.74	0.00	5.85	2.27	5.14
779-780	6.26	1.50	0.88	0.48	0.59	2.42	1.79	3.73	9.69	6.85	3.55	5.85	0.00	5.43	9.70
746-747	10.64	6.82	6.24	5.85	4.95	3.89	7.14	9.16	15.07	12.27	3.63	2.27	5.43	0.00	4.29
15552	14.40	11.04	10.48	10.11	9.24	8.10	11.37	13.42	19.25	16.52	7.61	5.14	9.70	4.29	0.00

Fuente: Elaboración propia.

Se muestra también en la tabla 3 los costos desde el punto de origen cada nodo.

Tabla 3. Costo por Kilometro desde el origen.

ORIGEN	KM	COSTO POR KM DESDE ORIGEN A CADA PUNTO	
716-717	4.91	\$	6,143
720-721	5.45	\$	6,815
722-723	5.80	\$	7,254
724-725	6.82	\$	8,530
729-726	8.66	\$	10,819
16288-16513	4.76	\$	5,944
18621-18622	4.65	\$	5,813
18633-18634	6.20	\$	7,756
18635-21489	5.13	\$	6,419
754-755	9.78	\$	12,230
16493-16496	11.79	\$	14,744
779-780	6.26	\$	7,820
746-747	10.64	\$	13,300
15552	14.40	\$	17,997

Fuente: Elaboración propia.

Actualmente la empresa dispone de 2 grupos de trabajo, cada uno de los grupos está compuesto por 2 técnicos instaladores y 1 técnico eléctrico, la compañía dispone de 2 vehículos adaptados para las operaciones de pauta, como lo es instalación y desinstalación.

1.2 Algoritmo de Clarke y Wright

El algoritmo de Clarke & Wright [6] es un algoritmo Heurístico que brinda un resultado muy cercano al desarrollo óptimo, este método tiene una alta aplicabilidad a la vida real ya que en su desarrollo el tiempo para obtener una solución es corto, y no es tan complejo. Este algoritmo tiene como objetivo minimizar la cantidad de vehículos para cubrir con todos los puntos que se planifican, así como también identificar las menores distancias entre puntos para que el recorrido sea menor.

Este algoritmo empieza seleccionando un vehículo el cual realiza una ruta de ida partiendo desde el punto de origen a los puntos de destino A y B y retorna al punto de origen, esto se realiza para calcular las paradas planificadas. Y se logra visualizar las distancias máximas del viaje que se puede realizar.

Después se intentan combinar dos destinos A y B para que las distancias de los vehículos se puedan reducir, con el fin de evaluar la ruta óptima se calcula la distancia recorrida antes y después de combinar los puntos de destino y así determinar la distancia ahorrada.

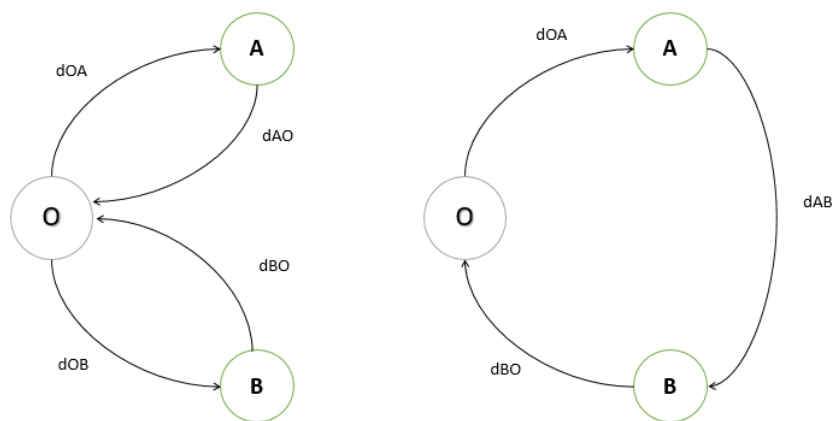


Figura 4. Distancia ahorrada entre combinación de puntos.

Fuente: Algoritma Clarke and Wright Savings untuk Optimasi Rute Pendistribusian Air Minum dalam Kemasan [7-9]

“Este concepto de ahorro de distancia, tiempo y costes, es precisamente en el que se basa el método de los ahorros. Es la aplicación del sentido común a la hora de construir rutas de transporte.” [8]

Con la siguiente tabla se identifican los costos asociados desde el origen a cada valla y se realiza una matriz de costos y su función objetivo la cual es calcular el mínimo costo de operación para satisfacer todos los puntos, e indicar que vehículo por costo debe visitar los puntos con el fin de determinar el menor costo posible en un día de instalación.

Tabla 4. Matriz de costos.

DESTINO	716-717	720-721	722-723	724-725	729-726	16288-165	18621-186	18633-186	18635-214	754-755	16493-164	779-780	746-747	15552	MINUTOS X DIA
VEHICULO 1	\$ 6,143	\$ 6,815	\$ 7,254	\$ 8,530	\$ 10,819	\$ 5,944	\$ 5,813	\$ 7,756	\$ 6,419	\$ 12,230	\$ 14,744	\$ 7,820	\$ 13,300	\$ 17,997	360
VEHICULO 2	\$ 6,143	\$ 6,815	\$ 7,254	\$ 8,530	\$ 10,819	\$ 5,944	\$ 5,813	\$ 7,756	\$ 6,419	\$ 12,230	\$ 14,744	\$ 7,820	\$ 13,300	\$ 17,997	360
TIEMPO DE OPERACIÓN	40	60	40	60	60	40	60	60	60	40	60	40	60	40	

DESTINO	716-717	720-721	722-723	724-725	729-726	16288-16	18621-186	18633-18	18635-21	754-755	16493-16	779-780	746-747	15552	MINUTOS X DIA
VEHICULO 1	40	-	40	-	60	-	60	-	-	40	60	-	60	-	360
VEHICULO 2	-	60	-	60	-	40	-	60	60	-	-	40	-	40	360
TIEMPO DE OPERACIÓN	40	60	40	60	60	40	60	60	60	40	60	40	60	40	

Fuente: Elaboración propia.

Se determinaron las siguientes restricciones:

1. Los vehículos tienen Operaciones de instalación y desinstalación en un turno de trabajo de 6 horas (360 minutos).
2. Los tiempos de operación en las instalaciones de pauta publicitaria son de 60 minutos.
3. Los tiempos de desinstalación de pauta publicitaria son de 40 minutos.
4. El tiempo de alistamiento de vehículos en el punto de origen es de 2 horas (120 minutos).

Al realizar esta operación se determinó que el vehículo 1 puede realizar 7 operaciones entre instalación y desinstalación de pauta publicitaria al día. Lo que refleja un aumento de 75 % operaciones con respecto a lo que se realiza actualmente con el vehículo 1 que son de 4 operaciones al día.

El vehículo 1 debe visitar los puntos 716-717, 722-723, 729-726, 18621-18622, 754-755, 16493-16496, 746-747 partiendo y regresando al punto de origen.

El vehículo 2 puede realizar 7 operaciones entre instalación y desinstalación de pauta publicitaria al día. Lo que refleja un aumento de 75 % operaciones con respecto a lo que se realiza actualmente con el vehículo 2, que son de 4 operaciones al día.

El vehículo 2 debe visitar los puntos 720-721, 724-725, 16288-16513, 18633-18634, 18635-21489, 779-780, 15552, partiendo y regresando al punto de origen.

Se realiza el ruteo de acuerdo con el método de los ahorros para cada vehículo con el fin de determinar las rutas para cada uno

[9] Este método se basa en el siguiente algoritmo:

Parámetros:

n	Número de Clientes.
C_{ij}	costo de visitar cliente j después del cliente i .
K	Numero de vehículos disponibles.
k_0	Capacidad del vehículo.
d_i	Demanda del cliente i .

Variables:

$x_{ijk} = 1$ si el vehículo k visita j después de i , 0 en cualquier otro caso.

Función objetivo:

$$z = \sum_{k=1}^k \sum_{i=1}^n \sum_{j=1; j \neq i}^n x_{ijk} C_{ij}$$

Restricciones:

- Cuando entra al cliente una vez:

$$\sum_{k=1, i=0, i \neq j}^{k, n} x_{ijk} = 1 \quad \forall j = 1, \dots, n \quad (1)$$

- Salir del cliente una vez:

$$\sum_{k=1, i=0, i \neq j}^{k, n} x_{ijk} = 1 \quad \forall j = 1, \dots, n \quad (2)$$

- Eliminación de subcircuitos:

$$\sum_{i, j \in S, k=1}^{k, n} x_{ijk} \leq |S| - 1 \quad \forall S \subset \{1, \dots, n\} \quad (3)$$

$$\sum_{i=0, i \neq j}^n x_{ijk} - \sum_{i=0, i \neq j}^n x_{jik} = 0 \quad \forall k = 1, \dots, k \quad (4)$$

- Cada vehículo sale del origen más de una vez:

$$\sum_{i=1}^n x_{0ik} \leq 1 \quad \forall k = 1, \dots, k \quad (5)$$

- Capacidad de los vehículos:

(6)

$$\sum_{i=1, j=1, i \neq j}^n X_{ijk} d_j \leq k_0 \quad \forall = 1, \dots, k$$

2. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Utilizando la tabla 5 y 6, en la cual se muestran la distancia de los puntos a visitar seleccionados para el vehículo 1 y 2, según los resultados de la matriz de costos anterior, se utiliza el algoritmo para identificar las rutas que cada vehículo debe tomar con el fin, de asegurar unas menores distancias posibles, pasando por cada punto y cumpliendo con las restricciones que se enunciaron anteriormente.

Tabla 5. Matriz de distancias vehículo 1.

	ORIGEN	716-717	722-723	729-726	18621-18622	754-755	16493-16496	746-747
ORIGEN	0.00	4.91	5.80	8.66	4.65	9.78	11.79	10.64
716-717	4.91	0.00	1.02	3.90	2.44	5.01	7.35	6.82
722-723	5.80	1.02	0.00	2.90	3.31	4.02	6.33	5.85
729-726	8.66	3.90	2.90	0.00	5.82	1.13	3.60	3.89
18621-18622	4.65	2.44	3.31	5.82	0.00	6.83	9.42	9.16
754-755	9.78	5.01	4.02	1.13	6.83	0.00	2.74	3.63
16493-16496	11.79	7.35	6.33	3.60	9.42	2.74	0.00	2.27
746-747	10.64	6.82	5.85	3.89	9.16	3.63	2.27	0.00

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6. Matriz de distancias vehículo 2.

	ORIGEN	720-721	724-725	16288-16513	18633-18634	18635-21489	779-780	15552
ORIGEN	0.00	5.45	6.82	4.76	6.20	5.13	6.26	14.40
720-721	5.45	0.00	1.47	0.92	8.84	6.04	0.88	10.48
724-725	6.82	1.47	0.00	2.37	10.23	7.36	0.59	9.24
16288-16513	4.76	0.92	2.37	0.00	7.93	5.16	1.79	11.37
18633-18634	6.20	8.84	10.23	7.93	0.00	3.02	9.69	19.25
18635-21489	5.13	6.04	7.36	5.16	3.02	0.00	6.85	16.52
779-780	6.26	0.88	0.59	1.79	9.69	6.85	0.00	9.70
15552	14.40	10.48	9.24	11.37	19.25	16.52	9.70	0.00

Fuente: Elaboración propia

Dando como resultado la ruta indicada en la tabla 7.

Tabla 7. Ruta óptima para el vehículo 1 y 2.

AGENTE VIAJERO VEHICULO 1		AGENTE VIAJERO VEHICULO 2	
RECORRIDO	DESTINO	RECORRIDO	DESTINO
1	ORIGEN	1	ORIGEN
2	18621-18622	2	16288-16513
3	716-717	3	720-721
4	722-723	4	779-780
5	729-726	5	724-725
6	754-755	6	18635-21489
7	16493-16496	7	18633-18634
8	746-747	8	15552
9	ORIGEN	9	ORIGEN

Fuente: Elaboración propia

Cada vehículo parte del origen dirigiéndose a siguiente número consecutivo de la tabla 6, y así sucesivamente, hasta pasar por cada punto, y retornando al origen.

Este recorrido tiene una distancia total de 27,78 Km recorridos para el vehículo 1 y una distancia total de 51,17 Km recorridos para el vehículo 2.

Como actualmente en la compañía no se tiene este tipo de ruteos, el procedimiento consiste en solamente, determinar los puntos a visitar y los conductores programan la ruta como ellos creen que es la correcta, sin identificar la distancias y costos que se pueden reducir.

Pero con esta metodología se deja que la ayuda de un ruteo brinde la solución a la ruta correcta, con ello los menores costos y distancias, brindando una optimización ya que el impacto en la reducción de costos asociados a la operaciones es notable [10], y el aumento en la capacidad de operaciones diarias a realizar brinda una solución óptima para poder implementar sistemas de ruteos ya que ayuda a generar valor a la compañía sin dejar de lado la calidad en los servicios de instalación, y reduciendo los gastos que estas operaciones subcontratadas puedan traer para cumplir con las necesidades de los clientes

En los siguientes mapas se refleja los recorridos a realizar con el vehículo 1 y vehículo 2 según las figuras 5 y 6 respectivamente evidenciando que los recorridos cumplen con las restricciones tanto de tiempos de servicio como de jornada laboral, esto demuestra que la elaboración de rutas logro disminuir los recorridos y con esto reducir los costos de transporte de la flota y logro optimizar la cantidad de operaciones que se proyectaron para jornada laboral en específico.



Figura 5 Recorrido vehículo 1.
Fuente: Elaboración propia

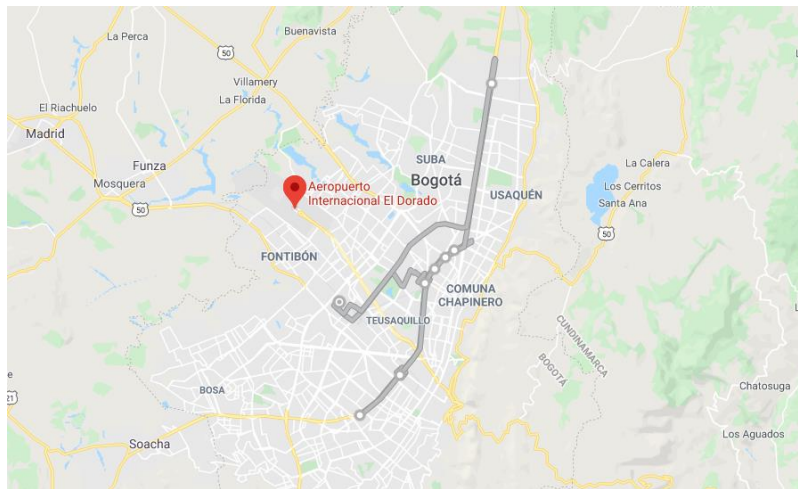


Figura 6 Recorrido vehículo 2.
Fuente: Elaboración propia

3. CONCLUSIONES

Como resultado de esta propuesta se evidenció que es viable realizar planificaciones y sistemas de rutas para la empresa del sector de publicidad, que permite tener un control identificando los costos de distancias recorridas por cada vehículo diariamente según la ruta que le corresponda.

Se evidenció disminución de costos con la propuesta, ya que, de la manera en la que se está trabajando actualmente si no se logra cumplir con la demanda de operaciones previstas se procede a subcontratar las operaciones generando costos adicionales, con esta propuesta se logra aumentar en un 75% la cantidad de operaciones por día, lo que permite cumplir con la demanda diaria para cumplir con los servicios.

Esta propuesta tiene los mismos lapsos de tiempos para la ejecución de las operaciones que se manejan actualmente, y que están estipulados en las políticas de seguridad y calidad de la compañía, con el fin de garantizar calidad en el servicio de instalación, cumpliendo con las expectativas de los clientes de tener sus campañas instaladas en los tiempos establecidos, ya que los técnicos al momento de culminar la operación realizan el registro fotográfico que es cargado a la plataforma, y esta, envía dicho reporte al cliente para informar que la campaña esta instalada, con esto se maneja un alto grado de oportunidad frente al cliente.

REFERENCIAS

- [1] Zuñiga, B. C., & Mendoza, A. M. (2018). Propuesta de un modelo de ruteo de vehículos abierto en una institución prestadora de servicios de salud. *Entramado*, 14(2), 288-298.
- [2] Ararat, C., & Mauricio, H. J. (2019). Diseño de rutas con VRP solver 3.0: caso de una empresa transportadora de mercancía (Doctoral dissertation, Universidad Santiago de Cali).
- [3] Arboleda Zúñiga, J., López, A. X., & Lozano, Y. L. (2016). El problema de ruteo de vehículos [VRP] y su aplicación en medianas empresas colombianas.
- [4] Bernal Segura, L. A. (2013). Modelo de ruteo para entregas de mercancías a clientes por terceros en sector retail.
- [5] Castaneda Agudelo, V. V., Gomez Pedraza, J. A., & Morales Lizarazo, J. A. (2019). Propuesta de ruteo de vehículos para la reducción de los costos logísticos de distribución para NATURAL FOOD SAS mediante la aplicación de un modelo matemático.
- [6] MARTÍNEZ, A. C. (2011). Cooperación en los problemas del viajante (TSP) y de rutas de vehículos (VRP): una panorámica.
- [7] Saragih, J. A. (2019). Algoritma Clarke and Wright Savings untuk Optimasi Rute Pendistribusian Air Minum dalam Kemasan (Studi Kasus: PT Tirta Sumber Menaralestari).
- [8] Chávez, E. R., García, Y. T., & Zaldívar, M. L. (2011). Procedimiento para el diseño de redes de distribución logística. *Contribuciones a la Economía*, (2011-07).
- [9] Díaz, W. A., Obregón, G. M., Felices, M. S., & Sotillo, W. S. Evaluación cuantitativa de rutas de distribución utilizando técnicas combinadas de optimización.
- [10] Hernández Ortiz, Y. A. (2016). Diseño de un Sistema de Ruteo de Vehículos con Múltiples Depósitos en Empresas de Transporte de Carga por Carretera.