

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

FACULTAD DE CIENCIAS ADMINISTRATIVAS

**MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD EN EMPRESAS DE
MANUFACTURA Y SERVICIOS, MEDIANTE LA OPTIMIZACIÓN DE
PROCESOS CON MODELOS Y SIMULACIÓN POR
COMPUTADORA. CASO PRÁCTICO APLICADO A UNA EMPRESA
DEDICADA A LA FABRICACIÓN DE EMPAQUES TEJIDOS EN
POLIPROPILENO**

**OPTIMIZACIÓN DE PROCESOS CORRESPONDIENTES A LA
LOGÍSTICA Y DISTRIBUCIÓN DE PRODUCTOS**

**TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR PRESENTADO COMO
REQUISITO PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERA DE LA
PRODUCCIÓN**

DARLA MILENA NAZATE PONCE

darla.nazate@epn.edu.ec

DIRECTOR: NELSON RAÚL ALOMOTO BANSUI

nelson.alomoto@epn.edu.ec

DMQ, febrero 2024

CERTIFICACIONES

Yo, NAZATE PONCE DARLA MILENA declaro que el trabajo de integración curricular aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

Darla Milena Nazate Ponce

Certifico que el presente trabajo de integración curricular fue desarrollado por DARLA MILENA NAZATE PONCE, bajo mi supervisión.

Mat. Nelson Raúl Alomoto Bansui, MSc.
DIRECTOR

Certificamos que revisamos el presente trabajo de integración curricular.

Ximena Rojas Lema PhD
REVISOR1 DEL TRABAJO DE
INTEGRACIÓN CURRICULAR

Ing. Tania Berrezueta
REVISOR2 DEL TRABAJO DE
INTEGRACIÓN CURRICULAR

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

A través de la presente declaración, afirmamos que el trabajo de integración curricular aquí descrito, así como el (los) producto(s) resultante(s) del mismo, son públicos y estarán a disposición de la comunidad a través del repositorio institucional de la Escuela Politécnica Nacional; sin embargo, la titularidad de los derechos patrimoniales nos corresponde a los autores que hemos contribuido en el desarrollo del presente trabajo; observando para el efecto las disposiciones establecidas por el órgano competente en propiedad intelectual, la normativa interna y demás normas.

NAZATE PONCE DARLA MILENA

Mat. Nelson Raúl Alomoto Bansui, MSc.

DEDICATORIA

Me dedico este logro a mí misma. A lo largo de este arduo camino, he demostrado mi capacidad de perseverancia, determinación y valentía. Este logro es el resultado de mi esfuerzo, dedicación y amor propio. Que este éxito sea un recordatorio constante de mi fuerza interior y de mi capacidad para alcanzar cualquier meta que me proponga. Además, quiero dedicar este logro a mi madre. Parte de este éxito se debe a su propio esfuerzo, perseverancia y la confianza que ha depositado en mí. Su apoyo incondicional ha sido una luz guía en este camino, es como si ella estuviera obteniendo también este título.

AGRADECIMIENTO

A mi madre, cuyo amor incondicional, apoyo y sacrificio han sido mi mayor inspiración a lo largo de este viaje. Gracias por ser mi roca, por creer en mí y por alentarme en cada paso del camino. A mis hermanas, gracias por estar siempre presentes y por ser parte indispensable de mi camino. A mi gato, mi mejor amigo en los momentos felices y tristes, gracias por tu presencia y tus ronroneos que alegran mis días desde el momento que llegaste a mi vida. A esa persona especial que siempre ha estado a mi lado, cuidándome y dándome su apoyo incondicional, quiero expresar mi más sincero agradecimiento. Tus palabras de aliento, tu paciencia y tu amor han sido un pilar fundamental en mi vida. Quiero agradecer a mi padre y, finalmente, a mis amigas que hice en la EPN, con quienes he compartido risas y momentos inolvidables a mi lado.

ÍNDICE DE CONTENIDO

1.	DESCRIPCIÓN DEL COMPONENTE DESARROLLADO.....	1
1.1	Objetivo general	2
1.2	Objetivos específicos	2
1.3	Alcance	2
1.4	Marco teórico	3
1.4.1	TRANSPORTE	3
1.4.2	TSP	4
1.4.3	VPR	5
1.4.4	MÉTODOS DE SOLUCIÓN	10
2.	METODOLOGÍA.....	14
2.1	Descripción del problema	14
2.2	Enfoque	15
2.3	Tipo de investigación	15
2.4	Técnica de recolección de información	16
2.5	SIMUL8	16
2.6	Open Door Logistic Studio	17
2.6.1	jsprit	18
2.6.2	Ruin and Recreate Principle (R&R)	19
2.7	Modelo matemático	19
2.8	Desarrollo de la estrategia de solución	24
2.8.1	Asignación de rutas por medio de modelos matemáticos	26
2.8.2	Asignación intuitiva de rutas	30
2.8.3	Simulación	32
3.	PRUEBAS, RESULTADOS, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	35
3.1	Resultados	35
3.1.1	Asignación de rutas por medio de modelos matemáticos	35
3.1.2	Asignación intuitiva de rutas	41
3.1.3	Simulación	41
3.2	Pruebas.....	43
3.3	Conclusiones.....	48
3.4	Recomendaciones	49
4.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	49
5.	ANEXOS	54

RESUMEN

Uno de los objetivos principales de las empresas es reducir costos sin comprometer la calidad de sus productos y/o servicios. La mejora de la productividad es clave en este objetivo, ya que implica maximizar los resultados obtenidos a partir de los recursos utilizados en un sistema. Dentro de las diversas áreas que impactan en los costos operativos, el transporte emerge como uno de los procesos más significativos en términos de gastos para una organización. En este sentido, el problema de enrutamiento de vehículos (VPR), es un modelo matemático que se presenta como una herramienta invaluable para mejorar la eficiencia en la distribución de productos. Al resolver el VPR de manera efectiva y con ayuda de simulación, las empresas pueden reducir los costos relacionados con el transporte, minimizar los tiempos de entrega y maximizar la capacidad de carga de sus vehículos.

Este proyecto se enfocó en mejorar la productividad de los procesos relacionados con el transporte de distribución de productos de la empresa Prop. S.A. Se inició con un estudio del método utilizado por el área de logística para la asignación de rutas, confirmando que este se llevaba a cabo de manera empírica. Reconociendo la necesidad de un enfoque más sistemático y eficiente, se procedió a recopilar información pertinente y relevante para comprender a fondo los procesos logísticos existentes. Con base en esta información, se implementaron modelos por computadora para desarrollar un plan integrado de asignación de rutas en los cuales se tomó en cuenta las restricciones particulares de la empresa. La simulación se utilizó de manera estratégica para validar los datos obtenidos por los modelos en donde se pudo confirmar que lograron optimizar las rutas de distribución, mejorando significativamente la productividad, la eficiencia operativa y la reducción de los costos logísticos.

PALABRAS CLAVE: Asignación de rutas, modelos matemáticos, productividad, simulación.

ABSTRACT

One of the main objectives of companies is to reduce costs without compromising the quality of their products and/or services. Productivity improvement is key to this goal, as it involves maximizing the results obtained from the resources used in a system. Among the various areas impacting operational costs, transportation emerges as one of the most significant processes in terms of expenses for an organization. In this regard, the Vehicle Routing Problem (VRP) is a mathematical model that serves as an invaluable tool for enhancing efficiency in product distribution. By effectively solving the VRP and utilizing simulation, companies can reduce transportation costs, minimize delivery times, and maximize the loading capacity of their vehicles.

This project focused on improving the productivity of processes related to the distribution transportation of products for Prop. S.A. The project began with a study of the method used by the logistics department for route allocation, confirming that it was carried out empirically. Recognizing the need for a more systematic and efficient approach, relevant information was gathered to thoroughly understand existing logistical processes. Based on this information, computer models were implemented to develop an integrated route allocation plan that considered the company's specific constraints. Simulation was strategically used to validate the data obtained by the models, confirming that they were able to optimize distribution routes, significantly improving productivity, operational efficiency, and reducing logistical costs.

KEYWORDS: Route allocation, mathematical models, productivity, simulation.

1. DESCRIPCIÓN DEL COMPONENTE DESARROLLADO

Herrera (2012) define a la productividad como un enfoque para llevar a cabo tareas o actividades de manera eficiente, minimizando el uso innecesario de recursos y maximizando la velocidad de ejecución. Este proceso beneficia a la economía de una organización al emplear diversas técnicas. Por otro lado, según Carro y Gonzales (2012), la productividad implica optimizar el proceso de producción para lograr una relación positiva entre los recursos utilizados y la cantidad de bienes y servicios generados. En esencia, es un indicador que vincula lo producido por un sistema con los recursos empleados para su creación.

La importancia de la productividad para las empresas radica en su estrecha vinculación con la eficiencia y el rendimiento económico. La aplicación de herramientas adecuadas no solo puede incrementar la rentabilidad, sino también mejorar la competitividad en el mercado, al buscar la optimización de recursos y la generación de productos o servicios en mayores cantidades y con una calidad superior. En este contexto, los modelos matemáticos y la simulación desempeñan un papel crucial en la mejora de los procesos empresariales, al proporcionar enfoques analíticos y cuantitativos que optimizan la toma de decisiones.

Al aplicar modelos matemáticos y simulación, las empresas logran no solo identificar y definir problemas de manera más precisa, sino también desarrollar procedimientos más eficientes para abordarlos. La simulación de procesos brinda a las organizaciones la capacidad de prever, contrastar y mejorar los resultados de un proceso sin incurrir en los costos y riesgos asociados. Su relevancia radica en su utilidad para abordar la estrategia empresarial desde una perspectiva experimental, permitiendo la observación de variables clave y el análisis estadístico de los datos generados (Fullana & Urquía, 2009). Por tanto, es una herramienta que se utiliza para examinar los procesos productivos y como un mecanismo para experimentar con las variables relacionadas. Su propósito es optimizar el rendimiento operativo, mejorando la eficiencia. Esto posibilita la toma de decisiones respecto a posibles modificaciones en los procesos sin necesidad de implementar cambios físicos que podrían ralentizar dichos procesos (González, García, & Herrera, 2016).

Por lo anterior, el presente proyecto se centra en abordar la mejora de la productividad de la empresa Prop. S.A a través de la implementación de modelos por computadora y simulación. El componente principal del proyecto se enfoca en analizar y optimizar los procesos relacionados con la logística y distribución de productos, haciendo uso de tecnologías avanzadas de análisis de datos y algoritmos de optimización. Se busca aumentar la eficiencia operativa, reducir costos y mejorar la satisfacción del cliente

mediante la propuesta de un plan de mejora de asignación de rutas que utiliza como base el problema clásico de optimización en el campo de la logística, el VPR (Problema de Enrutamiento de Vehículos).

1.1 Objetivo general

El objetivo principal de esta tesis es desarrollar un plan integral de asignación de rutas para los procesos logísticos de distribución de la empresa la empresa Prop. S.A a nivel nacional. Este plan deberá incluir una exhaustiva identificación y análisis de los procesos logísticos existentes, la recopilación de datos relevantes y la implementación de modelos por computadora para la simulación y optimización de las rutas de distribución. La meta final es evidenciar que la utilización de estas herramientas analíticas y cuantitativas puede mejorar de manera significativa la productividad y eficiencia de las rutas de distribución de la empresa.

1.2 Objetivos específicos

1. Realizar un análisis detallado de los procesos logísticos de distribución actuales de Prop. S.A a nivel nacional.
2. Recopilar datos cuantitativos y cualitativos pertinentes para los procesos logísticos, incluyendo volúmenes de carga, tiempos de tránsito y requisitos específicos de los clientes.
3. Diseñar y desarrollar modelos matemáticos que permitan simular diferentes escenarios logísticos, considerando variables como la capacidad de la flota, la demanda de productos y las restricciones geográficas.
4. Optimizar las rutas logísticas mediante la aplicación de técnicas avanzadas de simulación y algoritmos de optimización, con el objetivo de mejorar la eficiencia en la distribución y reducir costos operativos.
5. Evaluar la viabilidad y eficacia de las rutas propuestas mediante pruebas y validaciones en entornos simulados.

1.3 Alcance

Prop. S.A es una empresa que se dedica a la fabricación de empaques tejidos en polipropileno. La empresa distribuye los sacos o costales tanto a nivel nacional como internacional, sin embargo, para fines de este proyecto nos enfocaremos en los productos

que se entregan en el país. Actualmente, la empresa tiene su planta matriz en Quito, Calderón y otra planta en Quito, Carapungo. Esta última tiene una capacidad de producción relativamente pequeña en comparación de la planta matriz, por lo que, todos los sacos elaborados son enviados a Calderón para ser despachados conjuntamente.

Este proyecto ofrece un plan de asignación de rutas de los procesos logísticos de distribución de la empresa Prop. S.A a nivel nacional. Esto incluye la identificación y análisis de los procesos existentes, la recopilación de datos relevantes y la utilización de modelos por computadora para la simulación y optimización. Es importante resaltar que el proyecto no abarca la fase de implementación debido a que la decisión depende únicamente de la alta dirección de la empresa.

1.4 Marco teórico

1.4.1 TRANSPORTE

Uno de los principales objetivos de las empresas es reducir costos sin comprometer la calidad de sus productos y servicios, al tiempo que garantizan la satisfacción de sus clientes. Una parte esencial de la reducción de costos implica una buena gestión de la logística. La logística se encarga de gestionar los flujos de materiales y de información, tanto internos como externos, con el objetivo de adecuar la oferta de la organización a la demanda del mercado de manera óptima (Antón, 2005). Asimismo, según Ferrel et al. (2004), es una función operativa crucial que incluye todas las actividades necesarias para obtener y administrar materias primas y componentes, así como para manejar los productos terminados, su empaque y su entrega a los clientes.

Ballou (2004) menciona que transporte y la gestión de inventarios son las tareas logísticas que mayormente generan gastos. Además, alrededor del 45 al 50% de los gastos logísticos totales de una empresa están incorporados en esta área (Mora, 2014). En términos globales, los costos totales de distribución representan aproximadamente el 9% de las ventas de la empresa (Anaya, 2015). La eficiente gestión de estas áreas no solo impacta en la reducción de costos, sino que también puede mejorar significativamente la rentabilidad y competitividad de la empresa en el mercado.

Una gestión efectiva del transporte, desde la perspectiva logística, requiere que la persona a cargo no solo se concentre en las tareas diarias, sino que también participe en los planes estratégicos y tácticos de la empresa. Esto garantiza la adaptación de los recursos a las necesidades a corto, medio y largo plazo de la empresa (Anaya, 2015). Asimismo, un sistema de transporte que sea eficaz y rentable promueve una mayor competitividad en el

mercado, favorece la obtención de ventajas económicas por medio de una mayor producción en masa y propicia la disminución de los costos en productos (Ballou, 2004).

Para Rivera et al. (2013), el transporte agrega valor a los productos transportados al garantizar entregas oportunas, sin daños y en las cantidades solicitadas. Esto se traduce en un mayor margen de beneficio para las empresas y una mayor satisfacción de los clientes al recibir sus productos de manera más eficiente y económica. La inversión en la optimización y eficiencia del transporte se convierte en una estrategia fundamental para el triunfo sostenido de la empresa en el tiempo.

Hoy en día, la expansión global de los mercados complica el sistema logístico y su administración (Cano et al., 2015). El crecimiento de la globalización ha llevado a las empresas a buscar una mayor presencia tanto a nivel nacional como internacional, lo que como resultado ha generado mayores desafíos en lo que respecta a la logística del transporte. Se sabe que el sistema de transporte se materializa mediante las infraestructuras que facilitan el traslado de la carga y los dispositivos empleados para llevar a cabo dicho transporte. (Rivera et al., 2013). Por lo tanto, a medida que se expande la empresa en el mercado, mayores y más complejas serán también las redes y equipos de transporte que va a necesitar.

En la actualidad, numerosos estudios buscan abordar estos desafíos mediante el desarrollo de modelos matemáticos y algoritmos, con el propósito de optimizar la gestión logística y lograr una mayor eficiencia en el transporte. El Problema de Enrutamiento de Vehículos (VRP) es uno de los problemas de optimización más frecuentes en logística, que tiene como objetivo minimizar el costo de las operaciones de transporte realizadas por una flota de vehículos (Erdoan, 2017). Puede que el VPR sea uno de los problemas de optimización más conocidos, sin embargo, no lo vuelve fácil. A continuación, veremos el origen y las variantes de VPR que existen y algunas de sus soluciones más conocidas propuestas.

1.4.2 TSP

El problema del agente viajero (TSP) es el modelo clásico formulado por Danzig. Se plantea de manera simple, pero tiene aplicaciones prácticas en diversos campos y sirve como representante de una categoría amplia de problemas científicos e ingenieriles relevantes. En este escenario un vendedor tiene que realizar una serie de visitas a diferentes clientes, asegurándose de visitar cada cliente exactamente una vez, y luego regresar al lugar de partida. Esto se representa visualmente como un grafo, donde los clientes son los nodos (vértices) y las conexiones posibles entre un cliente y otro son las aristas que forman un camino completo. El TSP es equivalente a encontrar un circuito

hamiltoniano ponderado mínimo en el grafo completo (Villagra, et al., 2011; Brest, Zerovnik, 2005).

Este trayecto puede ser descrito en términos de distancia o tiempo, ya sea buscando la mínima distancia posible al abordar el TSP o al recorrer todas las ciudades en el menor tiempo posible (Villegas, et al., 2017). El objetivo es encontrar la ruta más corta que conecte a todos los clientes, creando un camino que pase por cada uno de ellos sin repetir visitas y regrese al punto de inicio (Villagra et al., 2011). El TSP constituyó la base para la construcción de las variaciones para el VPR. En la Figura 1 podemos observar un resumen de los primeros modelos del TSP.

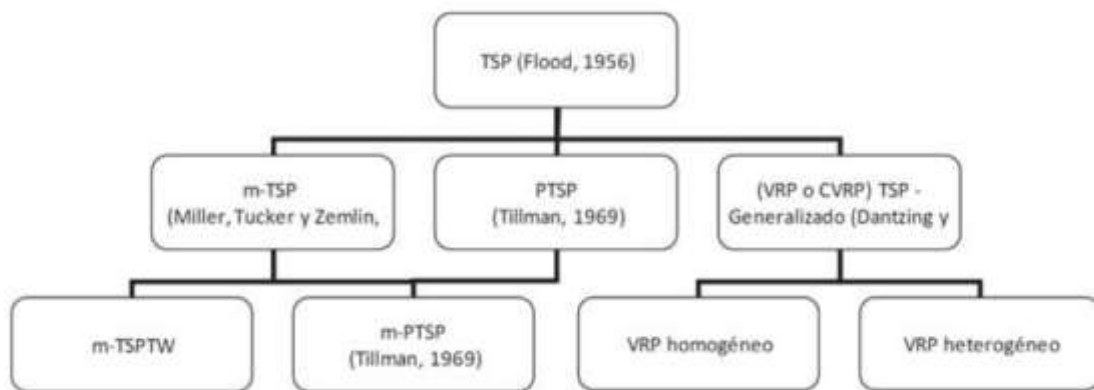


Figura 1. Modelos originarios del VPR.

Fuente: Medina et al. (2011)

A continuación, nos centraremos en VPR puesto que es preferido en muchos casos debido a su capacidad para modelar situaciones logísticas más complejas y realistas. Por ejemplo, en el VRP, la demanda total de los clientes requiere más de un vehículo para ser satisfecha. Este problema es más complejo que el TSP, ya que implica la necesidad de dividir el conjunto de clientes de manera que cada vehículo atienda a un grupo específico de clientes, y luego determinar el orden de servicio para cada vehículo por separado (Campos, s.f).

1.4.3 VPR

Hace más de 50 años Dantzig presentó el Problema de Enrutamiento de Vehículos (VRP), desde entonces, se han explorado y analizado numerosas versiones o modificaciones que incluyen elementos extras o particularidades para abordar situaciones específicas o desafíos adicionales en la gestión de rutas y logística (Erdoan, 2017). El VPR Implica descubrir las rutas más eficientes para entregar o recolectar bienes desde uno o varios almacenes hacia un conjunto específico de ciudades o clientes, cumpliendo con

restricciones particulares. El VRP encuentra aplicaciones frecuentes en la recogida de desechos domésticos, la entrega de combustible, la distribución de mercancías, la limpieza de nieve y la entrega de correo (Choong Yeun et al., 2008).

El TSP Generalizado, que involucra múltiples agentes viajeros, puede ser conceptualizado y abordado como un VPR e incluso más específicamente como un Problema de Ruta de Vehículos con Capacidades (CVRP). Presenta la primera característica fundamental de los problemas de ruteo de vehículos, que consiste en que la capacidad de la flota de vehículos se convierte en una restricción adicional, ya que no es ilimitada. En el enfoque del CVRP, que se distingue por restricciones de capacidad en la flota de vehículos, la función objetivo se centra en minimizar el costo total asociado con satisfacer las demandas de los consumidores. En este escenario, cada consumidor tiene una demanda determinística, todos los vehículos son considerados idénticos y parten de un centro de distribución común (Medina et al., 2011; Gómez Lozano, 2011).

1.4.3.1 VPR Homogéneo

Medina et al. (2011) mencionan que el término VPR homogéneo hace referencia a atributos compartidos en los cuales todos los nodos gestionan el mismo recurso, como la distancia, las ventanas de tiempo, los retornos y las entregas fraccionadas. Y, para Gómez (2011), los problemas incluidos en la categoría de VPR Homogéneo comparten una serie de características comunes, donde todas las ciudades o nodos gestionan un bien idéntico. En otras palabras, se caracteriza por la uniformidad en ciertos aspectos clave, como la forma en que se mide la distancia, las restricciones de tiempo, la gestión de retornos y la posibilidad de realizar entregas fraccionadas, y estas características son iguales para todos los nodos involucrados en el problema. Esto ayuda a simplificar la formulación y resolución del problema al eliminar algunas de las complejidades que podrían surgir con variaciones en estas características entre los nodos.

El VPR homogéneo se subdivide en cuatro principales tipos: DVRP (VPR de Distancia), VRPTW (VRP con Ventanas de Tiempo), VRPB (VRP con Retornos) y SDVRP (VRP Dependiente del Sitio). En la Figura 2 tenemos los tipos de VPR homogéneo, en donde se muestra el autor o autores que lo formularon y el año de publicación (Medina et al., 2011).

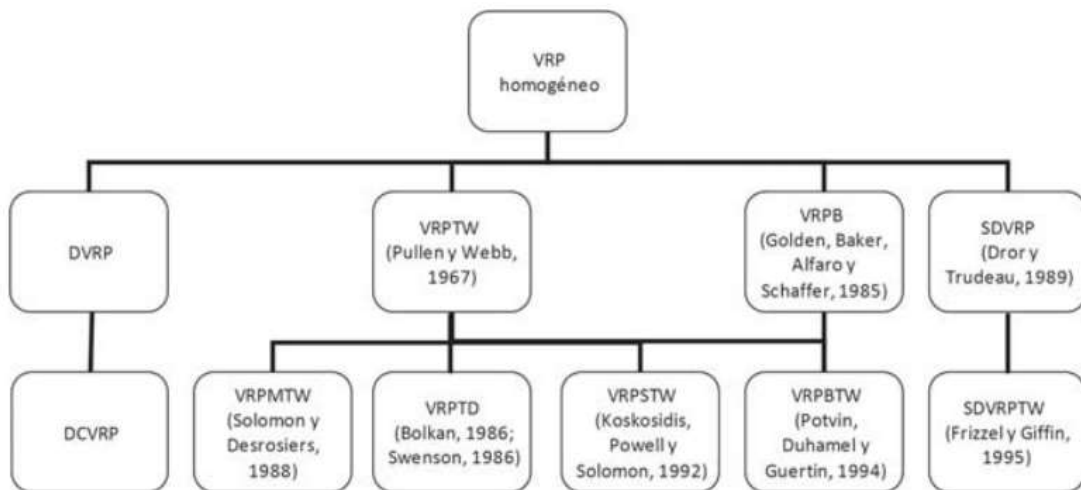


Figura 2. Clasificación sistemática del VPR Homogéneo

Fuente: Medina et al. (2011)

1.4.3.1.1 DVRP (Distance VRP)

El Problema de Ruta de Vehículos de Distancia es una variante del Problema de Ruta de Vehículos (VRP) que se centra específicamente en la minimización de la distancia total recorrida por los vehículos de entrega. En el DVRP, el objetivo principal es optimizar la eficiencia de la distribución de bienes al encontrar rutas que minimicen la longitud total de los recorridos de los vehículos (Bravo et al., 2021).

El DVRP se clasifica como un problema práctico y es reconocido como la variante más básica y estudiada del VRP. Además, el Problema de Ruta de Vehículos de Distancia debe seguir las siguientes condiciones: cada cliente debe ser visitado una vez por un único vehículo, todos los recorridos comienzan y terminan en el depósito, y la carga de cada vehículo en cualquier momento no supera la capacidad designada del vehículo (Samira, 2013).

1.4.3.1.2 VRPTW (VRP with Time Windows)

El Problema de Ruta de Vehículos con Ventanas de Tiempo es una ampliación del Problema de Ruta de Vehículos (VRP) en el cual se añaden restricciones de tiempo. Se puede ver como un desafío que involucra tanto el enrutamiento de vehículos como la programación, y se presenta con regularidad en diversas aplicaciones del mundo real. En el VRPTW, cada cliente tiene asignado un intervalo de tiempo, llamado ventana de tiempo, donde el servicio debe ser realizado. Además de las capacidades de los vehículos, se considera el momento de salida del depósito, el tiempo de viaje para cada conexión entre

clientes, y un tiempo adicional de servicio para cada cliente (Toth & Vigo, 2002; Ellabib et al. 2002).

La atención a cada cliente debe iniciarse dentro del rango de horario asignado. El vehículo debe permanecer en la localización durante cierto periodo. Si el vehículo arriba al lugar antes de la hora pactada para el inicio del servicio, generalmente se le permite esperar hasta el inicio programado para comenzar la atención (Toth & Vigo, 2002). Choong Yeun et al. (2008) declaran que el VRPTW ha sido objeto de investigaciones intensivas en estrategias de optimización tanto heurísticas como exactas.

1.4.3.1.3 VRPB (VRP with Backhauls)

En el Problema de Ruta de Vehículos con Retornos se contempla la posibilidad de realizar devoluciones de mercancía en algún nodo, lo que resulta en una reducción de la capacidad disponible de la flota (Bravo et al., 2021). Es crucial considerar qué bienes devueltos por los consumidores pueden ser acomodados en el vehículo. La suposición fundamental, especialmente en el contexto de todas las entregas, es que estas deben completarse en cada ruta antes de que se pueda iniciar cualquier recogida. Este requisito se origina en el hecho de que los vehículos se cargan en la parte posterior y las mercancías se reorganizan dentro de los camiones, considerándose que los puntos de entrega son económicamente viables. Además, se establece que los volúmenes que serán distribuidos y recolectados se encuentran prefijados y son conocidos con antelación (Toth & Vigo, 2002).

1.4.3.1.4 SDVRP (Site-Dependent VRP)

El Problema de Ruta de Vehículos Dependiente del Sitio, implica permitir que un mismo cliente sea atendido por diferentes vehículos, en la medida en que esta modificación conduzca a una reducción en el costo total. Esta flexibilidad tiene gran relevancia cuando los volúmenes de compra de los clientes son tan cuantiosos que ocuparían por completo la capacidad de un solo vehículo. En este caso, permitir que múltiples vehículos atiendan a un cliente puede mejorar la eficiencia y reducir los costos totales de la operación de entrega. La relajación de esta restricción ofrece una adaptabilidad que puede ser esencial en situaciones logísticas donde la capacidad de carga de los vehículos individuales puede no ser suficiente para satisfacer las demandas de un único cliente (Golden et al., 2008).

1.4.3.2 VPR Heterogéneo

En contraste con el homogéneo, el término "VRP heterogéneo" hace referencia a elementos diversos en los cuales cada nodo gestiona recursos diferentes, ya sea flota de

vehículos, depósitos, rutas y, en algunos casos, componentes estocásticos (Medina et al., 2011). Es decir, los modelos heterogéneos de VRP se refieren a elementos no uniformes. Hay diversidad en la flota de vehículos, depósitos, viajes y, en algunos casos, la introducción de componentes estocásticos. Esta variante refleja situaciones logísticas más complejas donde los recursos disponibles tienen características distintas, lo que añade desafíos adicionales a la planificación y optimización de rutas. La Figura 3 muestra la clasificación del VPR Heterogéneo propuesto por Medina et al. (2011).

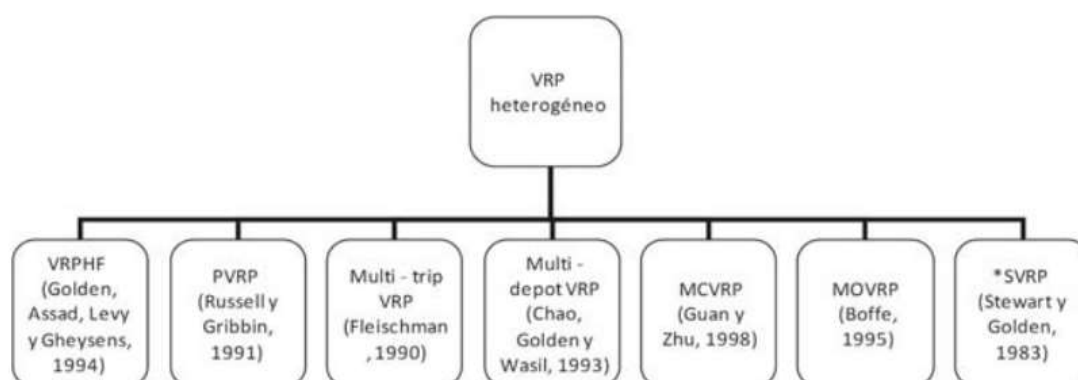


Figura 3. Clasificación sistemática del VPR Heterogéneo

Fuente: Medina et al. (2011)

1.4.3.2.1 VRPHF (VRP Heterogeneous Fleet)

Esta variación tiene en cuenta flotas heterogéneas, lo que significa que los vehículos utilizados para el servicio tienen características diferentes entre sí. Estas diferencias pueden estar relacionadas con los costos operativos de los vehículos o con la capacidad disponible en cada uno de ellos (Bravo et al., 2021). La diversidad en las características de los vehículos introduce complejidades adicionales en la planificación de rutas, ya que se deben considerar y optimizar factores como los costos asociados con cada tipo de vehículo, así como las capacidades individuales de carga de cada uno, este es un desafío que muchas empresas afrontan, lo que hace al VRPHF valioso.

1.4.3.2.2 Multi-Trip VRP

En ciertos contextos de enrutamiento, los vehículos pueden llevar a cabo múltiples rutas durante un único turno de trabajo. Esto sucede cuando las demandas de los clientes son considerables en relación con la capacidad del vehículo, lo que implica que pocos clientes pueden ser atendidos en una sola ruta, o cuando se aplican restricciones temporales ajustadas o extendidas. En estas situaciones, un mismo vehículo puede ser asignado a

más de una ruta, lo que contribuye a disminuir el número total de vehículos necesarios para la operación (Battarra et al., 2009).

1.4.3.2.3 MOVRP (Multi Objective VRP)

Según Golden et al. (2008), este tipo de VPR implica el uso de múltiples objetivos. Cada objetivo puede estar relacionado con diferentes aspectos del problema, como el costo de las rutas, beneficios asociados, consideraciones de tiempo para nodos y arcos (como ventanas de tiempo y satisfacción del cliente), y la gestión de recursos. Al incorporar varios objetivos, se busca una solución que optimice simultáneamente estos aspectos diversos del VRP, proporcionando una planificación más completa y equilibrada que aborde múltiples consideraciones relevantes para la logística y la operación eficiente de las rutas de vehículos.

1.4.4 MÉTODOS DE SOLUCIÓN

En la Figura 4 tenemos los tipos de modelos de solución para VPR que existen. Hay muchos desafíos asociados con la búsqueda de soluciones para problemas complejos. Las técnicas de programación matemática se aprovechan de diversas formulaciones, generalmente tratándolas como problemas enteros. En el contexto de programas o algoritmos complejos, las soluciones cercanas a una solución dada pueden ser inaceptables, y moverse de una solución aceptable a otra vecina aceptable puede ser complicado en un entorno complejo. En la actualidad se ha visto un avance en algoritmos comerciales. Sin embargo, a pesar del progreso significativo, el tamaño de la gran mayoría de los problemas de rutas que se pueden resolver de manera óptima y en un tiempo razonable con paquetes comerciales suele ser insuficiente para satisfacer las necesidades prácticas. En algunos casos, los algoritmos clásicos pueden quedar atrapados en soluciones que son "ligeramente inadmisibles", es decir, que no cumplen completamente con los requisitos, lo que puede ser problemático si estas soluciones no están permitidas en absoluto (Schrimpf et al., 2000; Campos, s.f).

Además, la gran mayoría de los problemas relacionados con el Enrutamiento de Vehículos caen en la categoría NP-Hard, lo que implica la inexistencia de algoritmos eficientes conocidos que puedan resolverlos en tiempo polinómico. Esto conlleva a que la obtención de soluciones exactas resulte computacionalmente desafiante y, en muchos casos, impracticable en un intervalo de tiempo razonable. Debido a la complejidad inherente de este problema (NP-hard) y a su diversidad de aplicaciones en la industria, se ha investigado extensamente tanto desde una perspectiva práctica como teórica (Christofides et al., 1979).



Figura 4. Clasificación de los métodos de solución del VPR

Fuente: Medina et al. (2011)

1.4.4.1 Métodos exactos

Todos los métodos exactos para resolver ciertos problemas son eficientes hasta un límite de 50 depósitos. La eficiencia se refiere a la capacidad de estos métodos para proporcionar soluciones precisas en un tiempo razonable. Sin embargo, se destaca que esta eficiencia está condicionada por restricciones de tiempo computacional, lo que sugiere que a medida que el número de depósitos aumenta más allá de 50, la capacidad de estos métodos exactos para proporcionar soluciones en un tiempo práctico disminuye (Olivera, 2004). En otras palabras, debido a limitaciones de recursos computacionales, estos métodos exactos pueden volverse menos prácticos o más lentos a medida que la complejidad del problema aumenta.

Los métodos exactos más conocidos son Ramificación y Acotamiento y Ramificación y Corte. Ambos métodos siguen el mismo principio fundamental de construir un árbol de soluciones y luego "podar" ramas del árbol de acuerdo con un criterio predefinido, con el objetivo final de llegar a una solución óptima. En esencia, estos métodos emplean estrategias de ramificación para explorar diversas soluciones posibles, y el proceso de "podar" se lleva a cabo para eliminar las ramas del árbol que no conducen a soluciones óptimas, lo que ayuda a reducir la complejidad del problema y mejorar la eficiencia del algoritmo (Quintero, 2012).

1.4.4.2 Heurísticas

Los programas informáticos disponibles en el mercado no pueden, debido a restricciones de tiempo de ejecución, depender de formulaciones que conduzcan a la solución global óptima del problema (Antón, 2005). Por esta razón, la heurística se describe como una técnica que, si bien no asegura encontrar soluciones óptimas, tiene la capacidad de descubrir soluciones buenas en un tiempo de cálculo razonable. En otras palabras, las

heurísticas son métodos de búsqueda que se centran en encontrar soluciones aceptables de manera eficiente, aunque no se garantice que sean las mejores posibles. Estas técnicas son valiosas cuando la complejidad del problema hace que encontrar la solución óptima sea impracticable en términos de tiempo y recursos, logrando alcanzar soluciones adecuadas en un tiempo de procesamiento computacional accesible (Reeves, 1993).

1.4.4.3 Metaheurísticas

Según Contardo (2005), las metaheurísticas, desarrolladas hacia fines de la década de 1990, se especializa en efectuar un proceso de búsqueda con el objetivo de encontrar soluciones de calidad aceptable. Estas técnicas emplean operadores independientes del dominio, los cuales modifican soluciones intermedias enfocados en optimizar la función objetivo. Entre las metaheurísticas se incluyen métodos como Recocido Simulado, Búsqueda Tabú, Aceptación de umbral, Algoritmos Genéticos, Búsqueda de Vecindades. Las metaheurísticas son comúnmente aceptadas como estrategias efectivas para abordar una variedad de problemas desafiantes en el ámbito de la optimización (Elshaer & Awad, 2020). Estas estrategias ofrecen un método diseñado para buscar soluciones más efectivas que las que podría proporcionar una heurística simple. Se diferencia de las heurísticas clásicas al utilizarlas como subrutinas dentro de su enfoque. Lo que distingue a las metaheurísticas es su capacidad para llevar a cabo una exploración más exhaustiva en el espacio de soluciones. En lugar de depender exclusivamente de estrategias heurísticas básicas, las metaheurísticas aprovechan su flexibilidad y capacidad para adaptarse a distintos contextos, lo que les permite buscar soluciones más efectivas y optimizar el rendimiento en problemas complejos de optimización (Quintero, 2012).

1.4.4.3.1 Algoritmos genéticos

Los algoritmos genéticos fueron propuestos John H. Holland en 1975 con el objetivo de elaborar un proceso flexible (Holland, 1975). Son procedimientos de búsqueda iterativos diseñados para emular los procesos naturales de evolución. Se distinguen de los algoritmos convencionales de búsqueda al emplear la información de una población de estructuras en lugar de depender de una dirección o estructura simple para la búsqueda (Antón, 2005). Este algoritmo, inspirado en la teoría evolutiva darwiniana, inicia con una población inicial de individuos que constituyen soluciones factibles iniciales pero subóptimas. El algoritmo evoluciona aplicando operadores evolutivos que mezclan y cambian a los individuos de la población, generando así una nueva generación. A cada individuo se le asocia una función de aptitud que evalúa su idoneidad. Por lo general, se emplean tres operadores clave: selección, cruzamiento y mutación (Olivera, 2004).

1.4.4.3.2 Recocido simulado

El recocido simulado (SA) es un algoritmo de búsqueda metaheurística que utiliza un enfoque para resolver problemas de optimización global. El propósito principal de esta clase de algoritmos es descubrir una estimación cercana al extremo óptimo de una función, en un vasto ámbito de exploración. Se denomina "óptimo global" al valor deseado que representa la solución más eficiente para el problema en cuestión. Fue desarrollado por Kirkpatrick, Gelatt y Vecchi para abordar problemas de optimización combinatoria, como la disposición de circuitos integrados y la partición de gráficos. La metodología del recocido simulado se basa en el concepto de "annealing" (recocido), que toma prestado de la metalurgia, específicamente del proceso de enfriamiento controlado de metales fundidos. La temperatura es un parámetro crucial en SA. Inicialmente alta, permite aceptar cambios incluso si empeoran la calidad. Con el tiempo, la temperatura disminuye gradualmente, reduciendo la probabilidad de aceptar soluciones peores (Dueck y Scheuer, 1990; Martínez et al., 2020).

1.4.4.3.3 Búsqueda tabú

La búsqueda tabú es una técnica metaheurística de clase avanzada, presentada y desarrollada por Fred Glover en 1986. Se ha aplicado con notable éxito por abordar problemas de optimización que se caracterizan principalmente por la necesidad de evitar quedarse en óptimos locales (Martí, s.f). La búsqueda tabú se fundamenta en el postulado de que, para considerar inteligente la solución de un problema, es necesario que dicha solución incluya dos elementos clave: memoria adaptativa y exploración sensata (Glover & Melián, 2003).

1.4.4.3.4 Aceptación de Umbral

Threshold Accepting (Aceptación de Umbral) fue propuesto por Deuck y Scheuer en 1990 como una técnica de optimización, y se puede considerar como una variante determinista del Recocido Simulado. En términos sencillos, este enfoque busca encontrar soluciones óptimas para problemas de optimización al permitir un cierto grado de deterioro en la calidad de la solución actual. La clave aquí es que el deterioro es aceptado siempre y cuando la nueva solución generada no supere un umbral predefinido (Yepes Piqueras, 2023).

2. METODOLOGÍA

2.1 Descripción del problema

La Empresa donde se realizó esta investigación es una empresa que se dedica a la fabricación de empaques tejidos en polipropileno o mejor conocidos como sacos o costales. Por pedido de la organización, se omite el nombre real de la misma, y la llamaremos empresa Prop. S.A. En la actualidad tiene una capacidad de producción de alrededor de 21 millones de sacos al mes, de los cuales, el 65% de su producción se exporta a 12 países y el 35% se distribuye a nivel nacional. Su proceso de producción es continuo puesto que opera las 24 horas del día durante los 365 días del año colocándola como una de las empresas líderes en el Ecuador. Su gran presencia en el mercado nacional hace que la logística de la empresa sea un factor importante para su continuo éxito y crecimiento.

La logística, siendo un elemento clave en el éxito, se fundamenta directamente de la implementación de un plan integral de asignación de rutas. Esta asignación dentro de la empresa no se basa en criterios técnicos ni en la aplicación de modelos matemáticos que puedan ayudar a minimizar costos y optimizar la distribución de los productos. La distribución interna, que representa el 35% de la producción, se realiza dependiendo en gran medida de la experiencia y conocimiento empírico de los encargados de la logística.

El área de logística se encarga de coordinar el despacho de los pedidos generados a partir de las guías de remisión proporcionadas por el área de gerencia comercial. Una vez consolidados los pedidos que se van a enviar al día siguiente, el jefe de logística arma en cuadro detallando cuántos camiones se van a utilizar, la carga que va a transportar cada uno y las ubicaciones o rutas. Para esto, la empresa cuenta con tres vehículos los cuales son utilizados exclusivamente para realizar entregas a Quito y si es necesario para Latacunga y Ambato, siempre y cuando no sobrepase la jornada de trabajo. Para las entregas fuera de la ciudad se tiene a disposición 10 vehículos. Cabe aclarar que los que se utilizan fuera de la ciudad también pueden hacer las entregas a ciertos clientes de Quito siempre y cuando esté en la ruta del vehículo y reduzca costos.

La asignación empírica de rutas no solo compromete la eficacia en la reducción de costos de transporte, sino que también se traduce en un proceso laborioso y consumidor de tiempo para el jefe de logística. La falta de un enfoque sistemático y respaldado por tecnología obliga al responsable de la logística a analizar minuciosamente cada pedido, buscando de manera intuitiva la mejor manera de optimizar la capacidad de los vehículos, implicando el

riesgo de subutilización de la capacidad de carga de los vehículos y, por ende, incremento de los costos operativos.

La falta de un sistema integral de asignación de rutas respaldado por modernos métodos como los de simulación y optimización computacional limita la capacidad de Prop. S.A. para adaptarse dinámicamente a los cambios en la demanda, variaciones en los costos de transporte y otras variables que influyen en la eficiencia logística. Esta carencia podría afectar negativamente la rentabilidad de la distribución nacional y, en última instancia, la posición competitiva de la empresa en el mercado ecuatoriano.

2.2 Enfoque

El presente proyecto se enfoca en el desarrollo de un plan de asignación de rutas destinado a optimizar los procesos logísticos de distribución de Prop. S.A. a nivel nacional. El objetivo fundamental es abordar esta problemática mediante un enfoque mixto que combine elementos cualitativos y cuantitativos. En primer lugar, se realizará la identificación y análisis de los procesos logísticos de distribución de productos existentes en la empresa, explorando las diversas etapas y elementos que influyen en dicha etapa. Esta fase cualitativa permitirá comprender a fondo el contexto operativo y las posibles áreas de mejora.

En la fase cuantitativa, se utilizarán modelos computacionales para simular y optimizar las rutas de distribución. Estos modelos permitirán evaluar diferentes escenarios y proponer soluciones eficientes para la asignación de rutas. Al combinar el análisis cuantitativo con la comprensión cualitativa obtenida anteriormente, se busca desarrollar un plan integral que no solo optimice los aspectos numéricos, sino que también sea adaptable a las particularidades del entorno logístico específico de Prop. S.A.

2.3 Tipo de investigación

La naturaleza de la investigación propuesta en este proyecto se caracteriza principalmente como descriptiva y explicativa. En un enfoque descriptivo, el objetivo central es especificar propiedades y características de los procesos logísticos de distribución de la empresa Prop. S.A. a nivel nacional. La investigación se enfocará en definir y medir variables relevantes, cuantificando con precisión diversos aspectos de la distribución, como flujos de productos y tiempos de entrega. Esta fase descriptiva busca proporcionar una representación detallada y clara de la situación actual de los procesos logísticos existentes.

Al mismo tiempo la investigación también incorpora elementos de un enfoque explicativo en la medida que pretende encontrar las razones de los sucesos y fenómenos logísticos. Se busca determinar conexiones causales de naturaleza explicativa entre construcciones conceptuales, factores medibles y sucesos puntuales en el contexto de Prop. S.A. a nivel nacional. Al comprender las causas fundamentales de los desafíos logísticos, la investigación aspira a generar un sentido de entendimiento más profundo de los fenómenos examinados y, por ende, proporcionar un sustento firme que posibilite efectuar proposiciones y mejoras sustanciales en los procesos logísticos de distribución.

2.4 Técnica de recolección de información

La investigación propuesta emplea una combinación de técnicas de recolección de información para abordar de manera completa los procesos logísticos de distribución Prop. S.A. a nivel nacional. Las principales técnicas seleccionadas son las entrevistas y análisis documental.

- **Entrevistas:** Las entrevistas se llevarán a cabo con personal clave involucrado en los procesos logísticos, desde el personal de almacén hasta los responsables de la planificación de rutas. Estas entrevistas permitirán obtener información detallada sobre las prácticas actuales, desafíos percibidos y áreas de oportunidad. La interacción directa facilitará la exploración de perspectivas individuales y la captura de información que podría no estar disponible en documentos formales.
- **Análisis Documental:** Se llevará a cabo un exhaustivo análisis documental de registros internos, informes de gestión logística y cualquier documentación relacionada con los procesos logísticos existentes. Este análisis permitirá obtener información histórica, identificar patrones a lo largo del tiempo y evaluar la coherencia entre la planificación teórica y la implementación práctica de la asignación de rutas.

2.5 SIMUL8

La simulación implica crear un modelo de un sistema real y realizar actividades experimentales con él, con el objetivo de comprender cómo se comporta el sistema o evaluar estrategias para su operación, respetando los límites establecidos por ciertos criterios o un conjunto de ellos (Shannon, 1988). La complejidad de la realidad hace que su estudio directo sea difícil, por lo que es más adecuado desarrollar un modelo que incluya las variables más relevantes del fenómeno en análisis y las relaciones más significativas entre ellas (Abad, 2002). En consecuencia, la simulación no solo se erige como un medio

eficaz para superar las limitaciones asociadas con la complejidad de la realidad, sino que también ofrece una plataforma para evaluar estrategias y proponer soluciones informadas. Al adoptar este enfoque, se busca no solo comprender, sino también anticipar eficazmente los comportamientos en sistemas complejos, proporcionando así una herramienta valiosa en diversos campos de estudio y aplicación práctica.

Con el propósito de evaluar la solución implementada en el presente proyecto, llevaremos a cabo la simulación de los resultados obtenidos. Esta fase de simulación se plantea como un componente esencial para obtener indicadores significativos que nos permitan cuantificar y medir el grado de eficiencia del modelo propuesto. Para facilitar este proceso, hemos optado por hacer uso del software especializado SIMUL8. Este software nos proporciona las herramientas necesarias para recrear virtualmente el comportamiento del sistema en cuestión, permitiéndonos observar y analizar cómo se desarrollan los eventos bajo diversas condiciones y escenarios.

SIMUL8 se presenta como un programa de simulación diseñado para la conceptualización de procesos empresariales y sistemas de producción, ya sea en entornos de manufactura, logística o servicios. Destacándose principalmente en la modelización conceptual de sistemas, esta herramienta encuentra su aplicación común en las fases iniciales de planificación de instalaciones, donde se concentra en analizar los flujos, así como en la evaluación de requisitos de almacenamiento y diversos recursos. El software demuestra su capacidad al generar resultados y estadísticas de manera realista, presentados en forma de diversos gráficos e informes. Estos hallazgos proporcionan información detallada que abarca desde el rendimiento de los equipos hasta la cantidad de artículos manufacturados, proporcionando una visión integral del sistema en su totalidad. (SIMCORE, 2024).

2.6 Open Door Logistic Studio

La metodología propuesta para abordar la asignación de rutas en los procesos logísticos de distribución de la empresa se basará en la implementación de Open Door Logistics Studio (ODL Studio), una aplicación de escritorio de código abierto y fácil uso. Este software destaca por su amplia gama de funcionalidades en la planificación de rutas, debido a que tiene en cuenta diversas restricciones que las empresas enfrentan al trazar rutas para la distribución de productos. Además, ofrece la capacidad de simular las rutas planificadas y los puntos específicos a los que cada camión debe llegar, proporcionando así una herramienta completa para la optimización del proceso logístico.

Según la página oficial de ODL Studio (2023), es un software que permite llevar a cabo análisis de ubicaciones de clientes, diseñar y mapear territorios de los clientes, así como programar rutas eficientes para flotas de vehículos, todo ello mediante una hoja de cálculo de Excel. Además, es beneficioso para la gestión de datos geográficos de clientes al llevar a cabo la geocodificación de la información almacenada en un archivo Excel, basándonos en la dirección. Esta capacidad facilita la visualización de la ubicación de los clientes en un mapa. Asimismo, la aplicación simplificará el diseño y la administración de territorios de ventas o de entrega, permitiendo la visualización y optimización automática de territorios mediante un algoritmo potente.

En la planificación de rutas para la flota de vehículos, ODL Studio automatiza la creación de rutas eficientes utilizando las redes viales reales de GraphHopper, una plataforma de enrutamiento basada en datos de mapas abiertos (Nallur et al., 2015). Esta herramienta permite modelar y ajustar rutas según sea necesario. Además, ODL Studio facilita la visualización de rutas en mapas interactivos, el análisis del uso del tiempo mediante diagramas de Gantt y la generación de informes detallados. La aplicación de esta metodología se centra en aprovechar las capacidades analíticas y de planificación de rutas de ODL Studio para optimizar la asignación de rutas en los procesos logísticos de Prop. S.A. a nivel nacional, con el objetivo de mejorar la eficiencia y reducir costos asociados a la distribución (Open Door Logistics, 2023).

ODL Studio se beneficia de la biblioteca de rutas de vehículos jsprit para ofrecer un sistema de programación y rutas de vehículos. Específicamente, jsprit es una biblioteca que proporciona funcionalidades avanzadas para resolver problemas relacionados con la planificación y optimización de rutas de vehículos. Esta colaboración permite que ODL Studio, a su vez, ofrezca un sistema completo y de código abierto para la programación eficiente de rutas de vehículos, siendo el primero en su tipo a nivel mundial (Open Door Logistics, 2023).

2.6.1 jsprit

Conforme a la plataforma GitHub (2019), donde el proyecto está alojado, jsprit se integra en Graphhopper, y ODL Studio hace uso de la biblioteca de rutas de vehículos contenida en jsprit. Esta última aprovecha la metaheurística para abordar una variedad de problemas en la planificación de rutas de vehículos. El enfoque específico utilizado fue desarrollado por Schrimpf et al. (2000), quienes idearon el Ruin and Recreate Principle (Principio de Arruinar y Recrear), y también incorpora estrategias inspiradas en el trabajo de Pisinger y Ropke (2007).

La combinación de ODL Studio y jsprit ofrece una serie de funciones para la eficiente planificación de rutas de vehículos. En primer lugar, la automatización de la programación de rutas vehiculares permite atender los puntos de entrega de manera eficaz, proporcionando una solución práctica y efectiva para la distribución logística. La capacidad de editar rutas de vehículos es otra característica destacada, permitiendo observar cómo los cambios afectan la trayectoria y las estadísticas clave. Esto brinda flexibilidad y control sobre el diseño de las rutas, adaptándolas según las necesidades específicas de la distribución. Finalmente, la generación de informes detallados exportables en diversos formatos, como PDF u otros, proporciona una visión completa del rendimiento del sistema. Estos informes detallados son fundamentales para la evaluación y mejora continua de las operaciones logísticas, brindando una herramienta valiosa para la toma de decisiones informada (GitHub, 2019).

2.6.2 Ruin and Recreate Principle (R&R)

El Principio de Arruinar y Recrear propuesto por Schrimpf et al (2000) combina elementos de algoritmos de recocido simulado y de aceptación de umbral. Básicamente, funciona de la siguiente manera: comenzando con una solución inicial, desintegra partes de la solución que conducen a (i) un conjunto de trabajos que ya no son atendidos por un vehículo y a (ii) una solución parcial que contiene todos los demás trabajos. Por lo tanto, este paso se llama paso de ruina. Con base en la solución parcial (ii), todos los trabajos de (i) se reintegran nuevamente, lo que por lo tanto se denomina recreación y da paso a una nueva solución. Si la nueva solución tiene una determinada calidad, se acepta como la nueva mejor solución, tras lo cual comienza una nueva iteración de arruinar y recrear. Estos pasos se repiten una y otra vez hasta que se cumple un determinado criterio de terminación.

2.7 Modelo matemático

Para conceptualizar y desarrollar nuestro modelo matemático, nos basamos en la formulación unificada propuesta por Erdogan (2017) para el Problema de Enrutamiento de Vehículos (VRP). Posteriormente, adaptamos esta formulación para satisfacer las necesidades específicas de la empresa Prop. S.A. Nuestro objetivo es minimizar los costos de operaciones de transporte de una flota que parte desde un punto específico.

En concordancia con la premisa establecida en el primer apartado de nuestro proyecto, que destaca la importancia de la productividad como medio para reducir el uso innecesario de recursos, el modelo matemático desarrollado en esta investigación apunta a optimizar diversos aspectos vinculados con la eficiencia logística. A través de esta formulación, se

busca principalmente la reducción de recursos económicos destinados a la logística, incluyendo la disminución del gasto en combustible y una utilización más eficiente de la flota de vehículos.

El modelo matemático propuesto se sustenta como una herramienta estratégica para abordar los desafíos logísticos previamente mencionados en la empresa Prop. S.A. En específico, las variantes de VPR que aplican para el sistema de distribución de productos de la empresa son el Problema de Ruta de Vehículos con Capacidades (CVRP), de Distancia (DVRP), con Ventanas de Tiempo (VRPTW), de Flotas Heterogéneas (VRPHF), y Múltiples Objetivos (MOVRP). Este modelo permite una asignación de rutas más eficiente, contribuyendo así a la minimización de los costos asociados al transporte y mejorando la gestión general de la cadena logística de la empresa.

Notación a utilizar

V_D : Conjunto de vértices correspondientes de los centros de distribución

V_C : Conjunto de vértices correspondientes al total de clientes

V : Conjunto de todos los vértices ($V_D \cup V_C$)

V_M : Conjunto de vértices de clientes que deben ser visitados

A : Conexiones o rutas posibles entre las ubicaciones de los clientes.

G : Grafo del problema a resolver donde $G = (V, A)$

p_i : Beneficio de atender al cliente $i \in V_C$

q_i : Cantidad de artículos recogidos para el cliente i

\hat{q}_i : Cantidad de artículos entregados al cliente i

s_i : Tiempo de servicio de entrega al cliente i

$[a_i, b_i]$: Intervalo de tiempo en el que el cliente está disponible.

K : Conjunto de vehículos disponibles

o^k : El depósito de origen del vehículo k , donde $k \in K$

T^k : Tiempo en el que cada vehículo k comienza su jornada

f^k : Costo fijo de utilizar el vehículo k

Q^k : Capacidad del vehículo k

D^k : Distancia máxima que el vehículo k puede recorrer

\hat{D}^k : Tiempo límite de conducción del vehículo k

W^k : Límite de tiempo total que el vehículo k puede dedicarse a trabajar.

r^k : Depósito al cual el vehículo debe regresar al finalizar su ruta

d_i : Distancia asociada con el arco (i, j)

\hat{d}_{ij} : Duración de conducción asociado con el arco (i, j)

c_{ij}^k : Costo de viaje asociado al arco (i, j)

h^k : Costo incurrido por cada hora que conduce el vehículo k

m^k : Costo del vehículo k que visita una nueva latitud y longitud

Parámetros Relacionados con las Restricciones Operativas:

Ω : 1 si los vehículos necesitan regresar a los depósitos y 0 en caso contrario

β : 1 si existe una restricción de retorno de carga (VRP with Backhauls) y 0 caso contrario.

θ : 1 si las ventanas de tiempo pueden ser infringidas con una sanción Π , y 0 caso contrario.

Variables de Decisión

x_{ij}^k : Es igual a 1 cuando el vehículo k cruza el arco (i, j) y 0 caso contrario

y_i^k Es igual a 1 cuando vehículo k visita y atiende al vértice o cliente i , y 0 caso contrario.

w_{ij}^k : Cantidad del producto recolectada por el vehículo k en el arco (i, j)

z_{ij}^k : Cantidad del producto entregada por el vehículo k en el arco (i, j)

t_i^k : Tiempo en el que el vehículo k arriba al punto i

v_i : Valor del incumplimiento del intervalo de tiempo del vértice i

Formulación para el VRP unificado:

Minimizar:

$$\sum_{(i,j) \in A} \sum_{k \in K} c_{ij}^k d_{ij}^k x_{ij}^k + \sum_{(i,j) \in A} \sum_{k \in K} h_{ij}^k t_{ij}^k x_{ij}^k + \sum_{j \in V_C} \sum_{k \in K} f^k x_{o^k,j}^k + \sum_{(i,j) \in A} \sum_{k \in K} m_{ij}^k s_i y_{ij}^k \quad (1)$$

Sujeto a:

$$\sum_{k \in K} y_i^k = 1 \quad \forall i \in V_M \quad (2)$$

$$\sum_{k \in K} y_i^k \leq 1 \quad \forall i \in V_C \setminus V_M \quad (3)$$

$$\sum_{j \in V \setminus \{i\}} x_{ij}^k \leq \sum_{j \in V \setminus \{i\}} x_{ij}^k \quad \forall j \in V_C, k \in K \quad (4)$$

$$\sum_{p \in S, q \in V \setminus S} x_{pq}^k \geq y_i^k \quad \forall i \in V_C, k \in K, S \subset V : o^k \in S, i \in V \setminus S \quad (5)$$

$$\sum_{p \in S, q \in V \setminus S} x_{pq}^k \geq \Omega y_i^k \quad \forall i \in V_C, k \in K, S \subset V : i \in S, r^k \in V \setminus S \quad (6)$$

$$\sum_{j \in V_C} x_{o^k,j}^k \leq 1 \quad \forall k \in K \quad (7)$$

$$\sum_{k \in K} x_{ij}^k \leq 1 - \beta \quad \forall (i,j) \in A : q_i > 0 \text{ y } \hat{q}_i > 0 \quad (8)$$

$$v_i \leq M \cdot \theta \quad \forall i \in V_C \quad (9)$$

$$\sum_{j \in V \setminus \{i\}} w_{ij}^k - \sum_{j \in V \setminus \{i\}} w_{ji}^k = q_i y_i^k \quad \forall i \in V_C, k \in K \quad (10)$$

$$\sum_{i \in V_C} w_{i,r^k}^k = \sum_{j \in V_C} q_i y_i^k \quad \forall k \in K \quad (11)$$

$$\sum_{j \in V \setminus \{i\}} z_{ji}^k - \sum_{j \in V \setminus \{i\}} z_{ij}^k = \hat{q}_i y_i^k \quad \forall i \in V_C, k \in K \quad (12)$$

$$\sum_{i \in V_C} z_{o^k,j}^k = \sum_{i \in V_C} \hat{q}_i y_i^k \quad \forall k \in K \quad (13)$$

$$t_i^k + (\hat{d}_{ij} + s_i) x_{ij}^k - W^k (1 - x_{ij}^k) \leq t_j^k \quad \forall (i,j) \in A : j \in V_C, k \in K \quad (14)$$

$$a_i \leq t_i^k \leq b_i - s_i \quad \forall i \in V_C, k \in K \quad (15)$$

$$t_{o^k}^k = \tau^k \quad \forall k \in K \quad (16)$$

$$t_i^k + (\hat{d}_{ij} + s_i) x_{i,r^k}^k \leq b_{r^k} + v_{r^k} + M(1 - \Omega) \quad \forall (i,j) \in A : j \in V_C, k \in K \quad (17)$$

$$w_{ij}^k + z_{ij}^k \leq Q^k \quad \forall (i,j) \in A, k \in K \quad (18)$$

$$\sum_{(i,j) \in A} d_{ij}^k x_{ij}^k \leq D^k \quad \forall (i,j) \in A, k \in K \quad (19)$$

$$\sum_{(i,j) \in A} \hat{d}_{ij} x_{ij}^k \leq \hat{D}^k \quad \forall (i,j) \in A, k \in K \quad (20)$$

$$\sum_{i \in V_C} s_i y_i^k + \sum_{(i,j) \in A} \hat{d}_{ij} x_{ij}^k \leq W^k \quad \forall (i,j) \in A, k \in K \quad (21)$$

$$x_{ij}^k \in \{0,1\} \quad \forall (i,j) \in A, k \in K \quad (22)$$

$$y_i^k \in \{0,1\} \quad \forall i \in V_C, k \in K \quad (23)$$

$$v_i \geq 0 \quad \forall i \in V_C \quad (24)$$

$$w_{ij}^k \geq 0 \quad \forall (i,j) \in A, k \in K \quad (25)$$

$$z_{ij}^k \geq 0 \quad \forall (i,j) \in A, k \in K \quad (26)$$

La función objetivo busca minimizar el costo global que incluye: los costos de viaje por hora, los costos fijos y los costos de estacionamiento. Respecto a las restricciones, la primera (2) asegura que se realice una sola visita a cada cliente como máximo, mientras que la siguiente (3) compromete a que todos los clientes sean visitados al menos una vez. La restricción (4) evita que un vehículo regrese al depósito innecesariamente, la (5) establece la conexión entre el depósito y los clientes atendidos por un vehículo, y la (6) garantiza el regreso del vehículo al depósito. La restricción (7) limita el uso de cada vehículo a una vez, y se aplica la restricción de retorno (8).

En cuanto a las restricciones relacionadas con los clientes, se garantiza la conservación del flujo tanto para la mercancía recogida (restricciones 9 y 10) como para la mercancía entregada (restricciones 11 y 12). La restricción (13) se deriva de las restricciones de eliminación de sub recorridos y define el contexto para las ventanas de tiempo. Los límites inferior y superior de la ventana de tiempo para cada cliente se detallan en la restricción (14). Las restricciones restantes se centran en los vehículos. La restricción (16) define el momento inicial del tiempo de trabajo del vehículo, la (17) asegura que el vehículo regrese al depósito a tiempo si es necesario, la (18) impide que se sobrepasen las capacidades de los camiones y la (19) y (20) indican la distancia y el tiempo de condición respectivamente. La restricción (21) especifica el tiempo de trabajo de cada vehículo, mientras que las restricciones de la (22) a la (26) abordan la integralidad y la no negatividad.

En el caso específico de este proyecto tenemos un solo centro de distribución (V_D) ubicado en Quito, el total de clientes de la empresa (V_C) es de 251 en el Ecuador y los clientes que

deben ser visitados (V_M) dependerá del día ya que la demanda varía constantemente. Para la constante (K) contamos con 13 vehículos en total, el depósito de origen de la flota (o^k) se encuentra en un terreno que se ubica a tan solo unas cuadras de la planta de producción y el tiempo en el que cada vehículo k comienza su jornada (T^k) está organizado de modo que en el intervalo de una hora vayan llegando a la planta o centro de distribución en grupos basados en las toneladas de cada uno, de esta forma se evita aglomeración en el área de estacionamiento de los camiones ya que las instalaciones no cuentan con un sitio amplio para realizar los despachos.

Los costos fijos (f^k) y variables (c_{ij}^k) dependen de la capacidad (Q^k) de cada camión, que son de 5, 7, 10, 12 y 18 toneladas. El tiempo límite de conducción (\widehat{D}^k) para los vehículos que hacen entregas fuera de la ciudad no es tomado en cuenta ya que este depende de las paradas, pero, por otro lado, los camiones utilizados específicamente para Quito, y si da la capacidad y el tiempo para Latacunga y Ambato, tienen que recorrer todas las rutas asignadas en un lapso de tiempo de 8 horas más una hora de almuerzo, que es la jornada laboral diaria. Finalmente, al terminar las rutas, todos los vehículos deben regresar el mismo depósito de donde partieron al inicio (r^k).

En síntesis, la formulación de Erdogan es conocida por su flexibilidad y versatilidad, permitiendo incorporar restricciones específicas de la industria y optimizar la planificación de rutas en función de los desafíos logísticos particulares de la organización. Esta elección estratégica busca asegurar que nuestro modelo matemático capture de manera precisa y eficiente las complejidades inherentes a la distribución de productos, contribuyendo así a mejorar la eficacia operativa y la toma de decisiones en el ámbito logístico de Prop. S.A.

2.8 Desarrollo de la estrategia de solución

Para evaluar la efectividad de la implementación de modelos matemáticos y simulación en la mejora de la productividad de los procesos logísticos de distribución de productos de Prop. S.A., hemos definido como población o universo de muestreo el período de un año. Esta elección nos permite capturar de manera adecuada los patrones estacionales de la demanda, garantizando así una muestra representativa. A continuación, determinamos el tamaño óptimo de la muestra utilizando la fórmula proporcionada por Torres, Paz y Salazar (2006).

$$n = \frac{N \times z^2 \times p \times q}{d^2 \times (N - 1) + z^2 \times p \times q}$$

Donde:

N : Tamaño de la población

z : Cantidad de desviaciones estándar para un nivel de confianza

p : Probabilidad de éxito o nivel de confianza

q : Probabilidad de error

d : precisión (error máximo admisible)

El año de referencia para el tamaño de población es 2023, con una duración de 365 días. Se estipula una probabilidad de error del 5% y se utiliza un nivel de confianza del 95%, lo que corresponde a 1,96 desviaciones estándar z , obtenidas de la tabla de distribución normal (ANEXO I). Además, se establece una precisión del 5%. Al sustituir estos parámetros en la fórmula correspondiente, se calcula que el tamaño de la muestra necesario es de aproximadamente 60,9, lo que se redondea a 61 muestras para su conveniencia práctica.

El modo de selección de los días para el estudio se llevó a cabo siguiendo un enfoque de muestra probabilística estratificada. En este método, la población se divide en segmentos o estratos, y luego se selecciona una muestra representativa de cada uno de estos segmentos. Los segmentos serán los 12 meses del año y para conocer cuántos días van seleccionarse de cada uno lo hacemos dividiendo el tamaño de la muestra entre la población y se multiplica por el número total de días en cada mes (Hernández-Sampieri & Mendoza, 2020). Los cálculos realizados, como se muestra en la Tabla 1, indican que el tamaño de muestra para cada mes, una vez redondeado, es de 5 días, lo que resulta en un total de 60 días de muestra. Es importante destacar que los días específicos dentro de cada mes fueron seleccionados aleatoriamente, garantizando así la representatividad y la validez estadística de la muestra.

Tabla 1. *Tamaño de muestra para cada mes*

Mes	Días en el mes	Muestra
Enero	31	5,18
Febrero	28	4,68
Marzo	31	5,18
Abril	30	5,01
Mayo	31	5,18
Junio	30	5,01
Julio	31	5,18
Agosto	31	5,18
Septiembre	30	5,01
Octubre	31	5,18
Noviembre	30	5,01
Diciembre	31	5,18

Fuente: Elaboración propia

Es importante destacar que, debido a la complejidad y la extensión del proyecto, hemos optado por presentar la asignación de rutas mediante ODL Studio solo para un día en particular. No obstante, es fundamental comprender que el proceso detallado a continuación se ha llevado a cabo de manera exhaustiva para cada uno de los 60 días de la muestra seleccionada, exceptuando la parte de la simulación. De esta manera, aseguramos que nuestras conclusiones y recomendaciones sean robustas y representativas de la realidad operativa en un período de tiempo significativo.

2.8.1 Asignación de rutas por medio de modelos matemáticos

Para abordar el desafío planteado por el problema matemático, hemos optado por emplear la estrategia Ruin and Recreate implementada en el software ODL Studio. Esta estrategia implica un proceso iterativo en el que se "destruyen" soluciones existentes para luego reconstruirlas de manera más eficiente. La elección de esta estrategia se basa en su efectividad para abordar problemas complejos de optimización, como el que estamos enfrentando.

El primer paso crucial en este proceso es la obtención de las coordenadas geográficas de ubicaciones clave, como el centro de distribución de Prop. S.A. y los clientes, considerando que actualmente se suministran sacos de polipropileno a un total de 251 destinos a nivel nacional. Para identificar las ubicaciones de los clientes y el centro de distribución, hemos utilizado Google Maps para buscar las coordenadas geográficas. Con el fin de preservar la confidencialidad de los clientes, se les ha asignado un nombre genérico como "Cliente Ciudad #" asignándoles un número para su identificación, además de indicar la ciudad en la que se encuentran. Respecto a las direcciones, estas han sido numeradas del 1 al 251

para su registro (ANEXO II). En el Anexo II se encuentra el listado completo de los clientes, pero para ejemplificar presentamos algunos de ellos en la Tabla 2.

Tabla 2. Parte de listado de clientes con sus coordenadas respectivas

name	address	latitudo	longitudo
Ciente Guayaquil 19	Dirección 19	-2,189800588	-79,88076695
Ciente Cuenca 104	Dirección 104	-2,861528398	-78,90738499
Ciente Ambato 126	Dirección 126	-1,330846144	-78,6196585
Ciente Latacunga 140	Dirección 140	-0,972479595	-78,60356113
Ciente Latacunga 141	Dirección 141	-0,945692703	-78,59000822
Ciente Manta 146	Dirección 146	-1,003322566	-80,70896137
Ciente Manta 147	Dirección 147	-0,992794592	-80,68253343
Ciente Quito 156	Dirección 156	-0,120903352	-78,4953674
Ciente Quito 157	Dirección 157	-0,117173939	-78,48044972
Ciente Loja 247	Dirección 247	-3,94632019	-79,2364992
Ciente Milagro 251	Dirección 251	-2,15315674	-79,56075942

Fuente: Elaboración propia

Además, sabemos que tenemos 3 camiones de uso exclusivo para Quito con capacidad de 5, 7 y 18 toneladas y que, por otro lado, para las entregas fuera de la ciudad se tienen vehículos con capacidad de 10 y 12 toneladas habiendo cinco unidades de cada uno. En el caso que la demanda de Quito supere la capacidad de los camiones o cuando a alguno de los vehículos aplique la Restricción y Regulación de la Circulación Vehicular, es decir, el "Pico y Placa" se utilizará los vehículos de 10 o 12 toneladas según sea necesario. Los datos de costos de los camiones fueron proporcionados por el área de logística y se muestra a continuación su desglose en la Tabla 3.

Tabla 3. Desglose de los costos logísticos de los vehículos

	Camión 5T	Camión 7T	Camión 10T	Camión 12T	Camión 18T
Mano de obra	736,61	736,61	736,61	736,61	736,61
Aporte a la operadora	12,83	12,83	12,83	12,83	12,83
Aporte al IESS	52,12	52,12	52,12	52,12	52,12
Seguro	78,9	82,5	132,12	152,84	189,6
Depreciación	259,6	286,6	410,12	541,1	765,15
Inversión	86,9	110,6	137,4	148,6	185,2
Permisos	46,7	69,88	73,92	98,55	128,9
Costos Fijos	1273,66	1351,14	1555,12	1742,65	2070,41
Combustible	0,121	0,127	0,132	0,149	0,176
Neumáticos	0,029	0,032	0,037	0,041	0,061
Mantenimiento	0,074	0,077	0,09	0,092	0,098
Costos Variables por km	0,224	0,236	0,259	0,282	0,335

Fuente: Prop. S.A.

Los datos recopilados los estructuramos en una hoja de cálculo de Excel, que posteriormente la empleamos como entrada en el software ODL Studio. Para facilitar este proceso, aprovechamos la funcionalidad del programa que permite generar automáticamente una plantilla que abarca todas las tablas de entrada necesarias como se muestra en la Figura 5. Una vez creadas estas tablas, las guardamos en formato Excel, obteniendo así las hojas de VehicleTypes y Stops-order en una hoja de cálculo que hemos procedimos a completar con los datos pertinentes de la empresa.

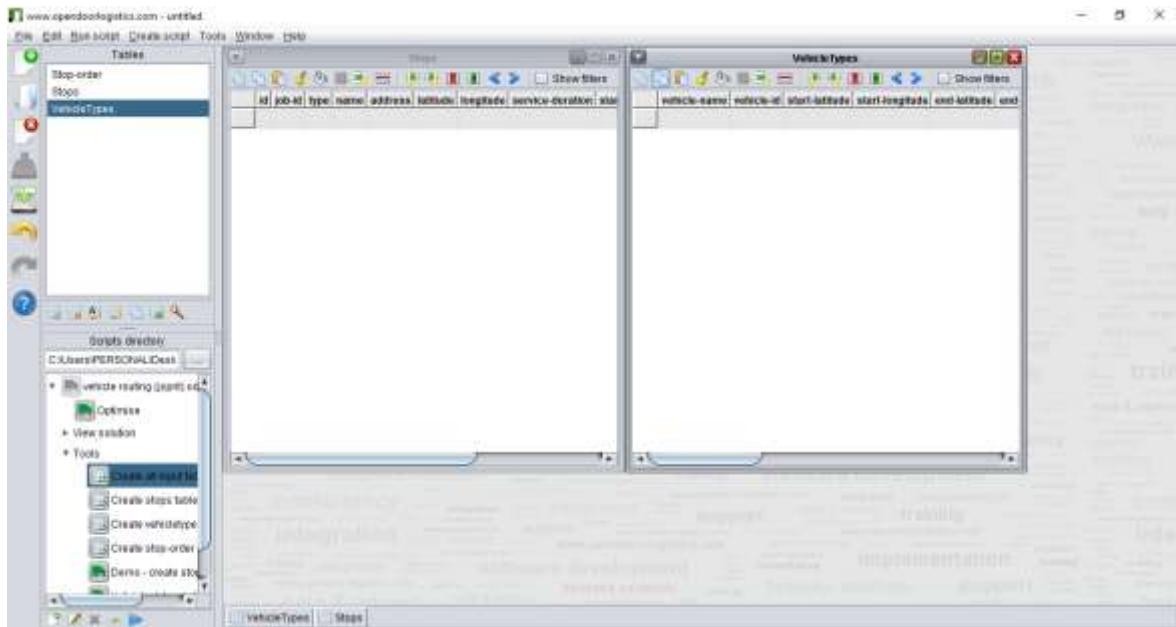


Figura 5. Tablas de entrada de ODL Studio

Fuente: ODL Studio

En segunda instancia procedemos a alimentar la Tabla 4 que contiene los datos de los vehículos. El nombre de cada uno se designó utilizando las toneladas como identificador, en la segunda columna se los ha identificado por un número del 1 al 13. Las columnas tercera, cuarta, quinta y sexta se emplearon para establecer las coordenadas de latitud y longitud del punto de origen de la flota y su destino final. En este caso, los vehículos parten del centro de distribución y al final de las rutas deben estacionarse en el terreno ubicado a varias cuadras de la planta que se utiliza solamente como estacionamiento.

Con el fin de evitar aglomeraciones, la empresa ha establecido un intervalo de una hora al momento de despachar el producto. Como se mencionó anteriormente, los camiones designados exclusivamente para entregas dentro de Quito tienen una hora específica de llegada, mientras que para aquellos que realizan entregas fuera de la ciudad, no se ha asignado una hora de regreso debido a que esto depende de la ruta asignada a cada uno. El día seleccionado para la demostración del proyecto, y en el que nos basaremos para

ejecutar el programa, es el 16 de noviembre de 2023, seleccionado aleatoriamente. En esa fecha, dos camiones de 10 y 12 toneladas no fueron asignados para su uso. Además, al ser jueves, el "Pico y Placa" restringe la circulación de vehículos cuyas placas terminen en los números 7 y 8. Por consiguiente, el camión identificado como "Vehículo 12T #2" no podrá ser utilizado para realizar entregas.

Tabla 4. Procesamiento de datos de los vehículos

vehicle-name	vehicle-id	start-latit	start-long	end-latitu	end-long	start-time	end-time	capacity	speed-ms	cost-per-t	cost-per-t	waiting-c	fixed-cost	parking-c	skills	number-c
Vehículo 5T	Vehículo 1	-0,09542	-78,4203	-0,09787	-78,4203	7:00:00	17:00:00	9000	1	0,234			1273,66			1
Vehículo 7T	Vehículo 2	-0,09542	-78,4203	-0,09787	-78,4203	7:00:00	17:00:00	7000	1	0,236			1351,14			1
Vehículo 18T	Vehículo 3	-0,09542	-78,4203	-0,09787	-78,4203	7:00:00	17:00:00	18000	1	0,335			2070,41			1
Vehículo 10T #1	Vehículo 4	-0,09542	-78,4203	-0,09787	-78,4203	6:00:00		10000	1	0,259			1555,12			1
Vehículo 10T #2	Vehículo 5	-0,09542	-78,4203	-0,09787	-78,4203	6:00:00		10000	1	0,259			1555,12			1
Vehículo 10T #3	Vehículo 6	-0,09542	-78,4203	-0,09787	-78,4203	6:00:00		10000	1	0,259			1555,12			1
Vehículo 10T #4	Vehículo 7	-0,09542	-78,4203	-0,09787	-78,4203	6:00:00		10000	1	0,259			1555,12			1
Vehículo 10T #5	Vehículo 8	-0,09542	-78,4203	-0,09787	-78,4203	6:00:00		10000	1	0,259			1555,12			1
Vehículo 12T #1	Vehículo 9	-0,09542	-78,4203	-0,09787	-78,4203	6:30:00		12000	1	0,282			1742,65			1
Vehículo 12T #2	Vehículo 10	-0,09542	-78,4203	-0,09787	-78,4203	6:30:00		12000	1	0,282			1742,65			1
Vehículo 12T #3	Vehículo 11	-0,09542	-78,4203	-0,09787	-78,4203	6:30:00		12000	1	0,282			1742,65			1
Vehículo 12T #4	Vehículo 12	-0,09542	-78,4203	-0,09787	-78,4203	6:30:00		12000	1	0,282			1742,65			1
Vehículo 12T #5	Vehículo 13	-0,09542	-78,4203	-0,09787	-78,4203	6:30:00		12000	1	0,282			1742,65			1

Fuente: Elaboración propia

El 16 de noviembre de 2023 registró una demanda de 41 entregas. La información clave relativa a los clientes se presenta en la Tabla 5, la cual proporciona las columnas esenciales para alimentar el ODL Studio. En primer lugar, se encuentra el identificador (id), donde cada cliente está enumerado. Luego, está el job-id, el cual, para este proyecto específico, no resulta necesario, ya que se emplea para la identificación de entregas vinculadas, una funcionalidad que no estamos utilizando en esta instancia.

A continuación, se presenta la columna type, a la cual se le asigna la letra D, siendo un parámetro específico del programa. La duración de servicio indica el tiempo necesario para la descarga del producto en cada ubicación, esto depende principalmente de la cantidad de sacos involucrados o el peso. Star time y end time establecen la ventana de tiempo durante la cual cada cliente acepta entregas en sus instalaciones. Este conjunto de datos detallado proporciona la base para la optimización de rutas y la eficiente gestión logística en el ODL Studio.

Tabla 5. Procesamiento de datos de demanda del día 16 de noviembre de 2023

id	job-id	type	name	address	latitude	longitud	service-duration	start-time	end-time	quantity
Ciente 2		D	Ciente Guayaquil 2	Dirección	-2,26576885	-79,67303052	0:25:00	9:00:00	17:00:00	1208
Ciente 3		D	Ciente Guayaquil 3	Dirección	-2,245804981	-79,68255893	0:25:00	6:00:00	16:30:00	701
Ciente 12		D	Ciente Guayaquil 12	Dirección	-2,202720552	-79,94442696	0:35:00	10:00:00	16:30:00	2767
Ciente 19		D	Ciente Guayaquil 19	Dirección	-2,189800588	-79,88076695	0:45:00	8:30:00	17:00:00	3180
Ciente 32		D	Ciente Guayaquil 32	Dirección	-2,175038904	-79,93059903	0:35:00	10:00:00	18:00:00	2206
Ciente 33		D	Ciente Guayaquil 33	Dirección	-2,170089649	-79,92103023	0:45:00	10:00:00	17:00:00	3580
Ciente 39		D	Ciente Guayaquil 39	Dirección	-2,166873083	-79,88707653	0:25:00	9:00:00	16:30:00	418
Ciente 44		D	Ciente Guayaquil 44	Dirección	-2,142170396	-79,91375788	0:25:00	7:00:00	18:00:00	76
Ciente 47		D	Ciente Guayaquil 47	Dirección	-2,142367863	-79,86516763	0:25:00	9:00:00	17:00:00	294
Ciente 54		D	Ciente Guayaquil 54	Dirección	-2,112497535	-79,85787713	0:35:00	11:00:00	18:00:00	2762
Ciente 61		D	Ciente Guayaquil 61	Dirección	-2,068476418	-79,83341001	0:35:00	9:00:00	17:00:00	2883
Ciente 62		D	Ciente Guayaquil 62	Dirección	-2,081639635	-79,95175299	0:25:00	8:30:00	17:00:00	1747
Ciente 63		D	Ciente Guayaquil 63	Dirección	-2,061751949	-79,98097664	0:25:00	9:00:00	16:00:00	282
Ciente 71		D	Ciente Guayaquil 71	Dirección	-2,088016377	-79,91510454	0:25:00	10:30:00	17:00:00	299
Ciente 72		D	Ciente Guayaquil 72	Dirección	-2,08803723	-79,95676613	0:25:00	9:30:00	17:00:00	557
Ciente 73		D	Ciente Guayaquil 73	Dirección	-2,10234983	-79,96708719	0:25:00	8:00:00	16:00:00	1751
Ciente 80		D	Ciente Guayaquil 80	Dirección	-2,110891891	-79,97754465	0:25:00	9:00:00	17:00:00	298
Ciente 96		D	Ciente Cuenca 96	Dirección	-2,887821516	-78,99374789	0:25:00	7:00:00	17:00:00	45
Ciente 97		D	Ciente Cuenca 97	Dirección	-2,916387261	-78,97195216	0:25:00	6:30:00	18:00:00	660
Ciente 100		D	Ciente Cuenca 100	Dirección	-2,919207142	-79,0021118	0:45:00	8:00:00	18:00:00	3911
Ciente 102		D	Ciente Cuenca 102	Dirección	-2,914218663	-78,93775907	0:25:00	7:00:00	18:00:00	753
Ciente 105		D	Ciente Cuenca 105	Dirección	-2,851421485	-78,91581265	0:25:00	8:00:00	17:30:00	70
Ciente 138		D	Ciente Ambato 138	Dirección	-1,187956285	-78,61585495	0:55:00	10:00:00	17:00:00	3129
Ciente 149		D	Ciente Manta 149	Dirección	-0,969747274	-80,6691764	0:35:00	8:30:00	18:00:00	2585
Ciente 162		D	Ciente Quito 162	Dirección	-0,08616672	-78,39626464	0:25:00	8:00:00	17:30:00	1792
Ciente 175		D	Ciente Quito 175	Dirección	-0,002561216	-78,51443909	0:25:00	8:00:00	17:00:00	820
Ciente 179		D	Ciente Quito 179	Dirección	-0,070925371	-78,43516466	0:45:00	8:30:00	18:00:00	3999
Ciente 180		D	Ciente Quito 180	Dirección	-0,078388523	-78,44650533	0:35:00	7:30:00	17:30:00	2325
Ciente 188		D	Ciente Quito 188	Dirección	-0,172034466	-78,39935792	0:25:00	6:30:00	18:00:00	247
Ciente 195		D	Ciente Quito 195	Dirección	-0,205740916	-78,48155472	0:55:00	8:00:00	17:00:00	3611
Ciente 196		D	Ciente Quito 196	Dirección	-0,213559248	-78,48383362	0:35:00	7:30:00	17:00:00	2873
Ciente 207		D	Ciente Quito 207	Dirección	-0,289534816	-78,40884973	0:25:00	7:30:00	17:30:00	355
Ciente 209		D	Ciente Quito 209	Dirección	-0,336951309	-78,44124739	0:45:00	9:30:00	17:00:00	3106
Ciente 212		D	Ciente Quito 212	Dirección	-0,27899749	-78,50017982	0:25:00	6:30:00	17:00:00	1542
Ciente 213		D	Ciente Quito 213	Dirección	-0,291403226	-78,52364047	0:55:00	7:30:00	18:00:00	4799
Ciente 216		D	Ciente Quito 216	Dirección	-0,313033748	-78,56464543	0:45:00	10:30:00	17:00:00	3182
Ciente 227		D	Ciente Quito 227	Dirección	-0,340946561	-78,55354755	0:35:00	8:30:00	17:00:00	2198
Ciente 233		D	Ciente Robamba 233	Dirección	-1,709666485	-78,617492	0:25:00	6:00:00	17:00:00	408
Ciente 236		D	Ciente Robamba 236	Dirección	-1,669270511	-78,63487577	0:45:00	11:00:00	18:00:00	3598
Ciente 237		D	Ciente Robamba 237	Dirección	-1,672092915	-78,66020852	0:25:00	7:30:00	18:00:00	1641
Ciente 241		D	Ciente Loja 241	Dirección	-4,037278809	-79,21161945	0:25:00	7:00:00	17:00:00	972

Fuente: Elaboración propia

2.8.2 Asignación intuitiva de rutas

La asignación intuitiva realizada por el jefe de logística se llevó a cabo utilizando herramientas tradicionales como Microsoft Excel. En la Tabla 6 que se presenta a continuación, se muestra la asignación de rutas para el día 16 de noviembre de 2023 utilizado por el departamento. Al analizar detalladamente los datos, se observa que la capacidad del camión de 10 toneladas número tres se excede en 1.050 kilos. Aunque estos camiones están diseñados para soportar una sobrecarga de hasta 2.000 kilos, es importante tener en cuenta que esta práctica compromete el funcionamiento del vehículo, lo que puede acarrear consecuencias negativas como averías, mayor desgaste o incluso daños. Es esencial considerar estos riesgos al planificar y asignar las rutas, priorizando siempre la seguridad y el rendimiento óptimo de los vehículos.

Tabla 6. Asignación de rutas intuitiva por parte del jefe de logística del 16/11/23

			CONDUCTOR: Laura García		
			HORA DE LLEGADA: 07:00		
			TONELADAS: 7		
			PLACAS: DEF-456		
CLIENTE	REFERENCIA	ITEM	DIRECCIÓN	CANTIDAD	PEDIDO
QUITO 162	TRH56X49F21SU	5155	DIRECCIÓN QUITO 162	1.792,00	627454
QUITO 180	SDJ9C0X92	56545	DIRECCIÓN QUITO 180	2.325,00	62478
QUITO 227	DLSO99W20X90F	50655	DIRECCIÓN QUITO 227	2.196,00	62056
				6.315,00	

			CONDUCTOR: Juan Martínez		
			HORA DE LLEGADA: 07:00		
			TONELADAS: 18		
			PLACAS: GHI-987		
CLIENTE	REFERENCIA	ITEM	DIRECCIÓN	CANTIDAD	PEDIDO
QUITO 213	SDJ20EDX90F	50677	DIRECCIÓN QUITO 213	4.799,00	62014
QUITO 212	PELL D9WSG50X90F	48656	DIRECCIÓN QUITO 212	1.542,00	60977
QUITO 209	BLSWM50X90F	50674	DIRECCIÓN QUITO 209	3.106,00	62720
QUITO 207	BL304RJ0X90F	57477	DIRECCIÓN QUITO 207	355,00	62745
QUITO 196	BL302EIF50X90F	50614	DIRECCIÓN QUITO 196	2.873,00	62711
QUITO 195	SDJ20EDX90F	50641	DIRECCIÓN QUITO 195	3.611,00	63114
QUITO 188	SDJ20EDX90F	57400	DIRECCIÓN QUITO 188	247,00	68414
				16.533,00	

			CONDUCTOR: Carlos Sánchez		
			HORA DE LLEGADA: 06:00		
			TONELADAS: 10 #1		
			PLACAS: XYZ-789		
CLIENTE	REFERENCIA	ITEM	DIRECCIÓN	CANTIDAD	PEDIDO
QUITO 216	FUL WKD20G50X86F	54444	DIRECCIÓN QUITO 216	3.182,00	62635
AMBA TO 138	FUL WKD20G50X86F	58820	DIRECCIÓN AMBA TO 138	3.129	62886
RIOBAMBA 233	SJD8JQWX92	59920	DIRECCIÓN RIOBAMBA 233	408	69887
MANTA 149	SJD8JQWX93	57755	DIRECCIÓN MANTA 149	2.585,00	698336
				9.304,00	

			CONDUCTOR: Javier López		
			HORA DE LLEGADA: 06:00		
			TONELADAS: 10 #2		
			PLACAS: OLO-789		
CLIENTE	REFERENCIA	ITEM	DIRECCIÓN	CANTIDAD	PEDIDO
GUAYAQUIL 72	SDJ20EDX90F	987	DIRECCIÓN GUAYAQUIL 72	557	69847
GUAYAQUIL 80	PELL D9WSG50X90F	789	DIRECCIÓN GUAYAQUIL 80	298	645217
GUAYAQUIL 71	BLSWM50X90F	995	DIRECCIÓN GUAYAQUIL 71	299	63024
GUAYAQUIL 61	BL304RJ0X90F	650	DIRECCIÓN GUAYAQUIL 61	2.883	63220
GUAYAQUIL 33	BL302EIF50X90F	685	DIRECCIÓN GUAYAQUIL 33	3.580	61424
GUAYAQUIL 32	BL302EIF50X90F	690	DIRECCIÓN GUAYAQUIL 32	2.206	65427
				9.823	

			CONDUCTOR: Andrés Gómez		
			HORA DE LLEGADA: 06:00		
			TONELADAS: 10 #3		
			PLACAS: JPP-854		
CLIENTE	REFERENCIA	ITEM	DIRECCIÓN	CANTIDAD	PEDIDO
RIOBAMBA 236	BL54DFCS45SF	325	DIRECCIÓN RIOBAMBA 236	3.598	633
RIOBAMBA 237	5SDS54FD	398	DIRECCIÓN RIOBAMBA 237	1.641	698
CUENCA 105	SFOEVX407	347	DIRECCIÓN CUENCA 105	70	614
CUENCA 96	BL DE0IFJWOF	587	DIRECCIÓN CUENCA 96	45	620
CUENCA 102	XADWGWRG	325	DIRECCIÓN CUENCA 102	753	632
CUENCA 97	DRGPWKF	398	DIRECCIÓN CUENCA 97	660	632
CUENCA 100	DFKOWEN	347	DIRECCIÓN CUENCA 100	3.311	698
LOJA 241	CFDEWFE	587	DIRECCIÓN LOJA 241	972	620
				11.050	
			CONDUCTOR: Ana Rodríguez		
			HORA DE LLEGADA: 06:30		
			TONELADAS: 12 #1		
			PLACAS: ABC-123		
CLIENTE	REFERENCIA	ITEM	DIRECCIÓN	CANTIDAD	PEDIDO
QUITO 179	SJD8JQWX92	38689	DIRECCIÓN QUITO 179	3.999	62178
QUITO 175	SJD8JQWX93	3862	DIRECCIÓN QUITO 175	4.000	62174
GUAYAQUIL 63	BL304RJ0X90F	58874	DIRECCIÓN GUAYAQUIL 63	282	68755
GUAYAQUIL 62	BL302EIF50X90F	59935	DIRECCIÓN GUAYAQUIL 62	1.747	64132
GUAYAQUIL 73	BL302EIF50X90F	57736	DIRECCIÓN GUAYAQUIL 73	1.751	61268
GUAYAQUIL 44	BL304RJ0X90F	20120	DIRECCIÓN GUAYAQUIL 44	76	62536
				11.855	
			CONDUCTOR: María Pérez		
			HORA DE LLEGADA: 06:30		
			TONELADAS: 12 #3		
			PLACAS: ERY-788		
CLIENTE	REFERENCIA	ITEM	DIRECCIÓN	CANTIDAD	PEDIDO
GUAYAQUIL 12	BL302EIF50X90F	325	DIRECCIÓN GUAYAQUIL 12	2.767	698
GUAYAQUIL 2	BL54DFCS45SF	398	DIRECCIÓN GUAYAQUIL 2	1.208	654
GUAYAQUIL 3	5SDS54FD	347	DIRECCIÓN GUAYAQUIL 3	701	621
GUAYAQUIL 19	5SDF747WA	587	DIRECCIÓN GUAYAQUIL 19	3.180	657
GUAYAQUIL 39	DS5F4EWEF	595	DIRECCIÓN GUAYAQUIL 39	418	645
GUAYAQUIL 47	BK47D7X40	520	DIRECCIÓN GUAYAQUIL 47	294	614
GUAYAQUIL 54	XS5F4XB5	158	DIRECCIÓN GUAYAQUIL 54	2.762	678
				11.330	

Fuente: Departamento de logística de la empresa Prop. S.A.

2.8.3 Simulación

Sabemos que la simulación trata de representar los sistemas reales para de esta forma experimentar con el modelo, al variar supuestos en un entorno en el que estos cambios no afecten el sistema real. Para este proyecto, hemos simulado las entregas realizadas el 16 de noviembre de 2023 por la flota de vehículos, para de esta forma, confirmar y validar si los resultados obtenidos en ODL Studio coinciden o se aproximan a los de la simulación y al sistema real.

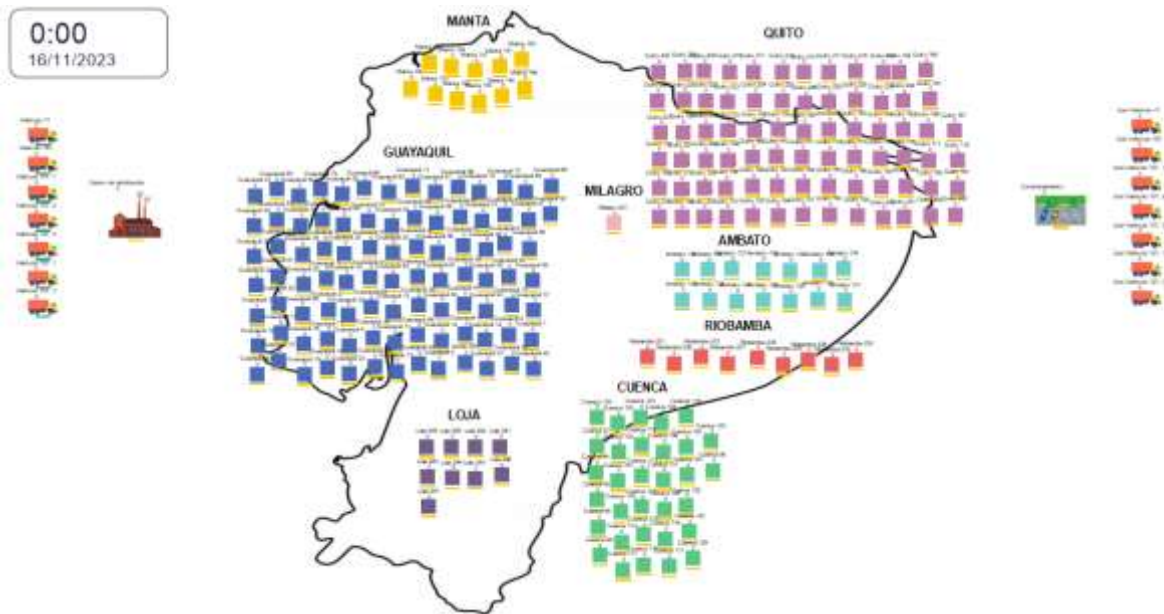


Figura 6. Simulación con SIMUL8. Entregas, rutas del 16/11/23

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 6 se muestra la simulación completa en el software SIMUL8. El inicio de la parte izquierda representa los camiones que estuvieron disponibles para ese día, junto al centro de distribución que es donde se cargan y parten los camiones. En la parte derecha final encontramos el estacionamiento donde llegan los camiones, ya que como se mencionó anteriormente, al regresar no pasan por la planta. En la Figura 7 podemos ver más de cerca lo mencionado. A continuación, tenemos las ubicaciones de los clientes distribuidos a lo largo del país. Cada punto está nombrado según el número del cliente y para diferenciarlos de cada ciudad les hemos colocado un color diferente.

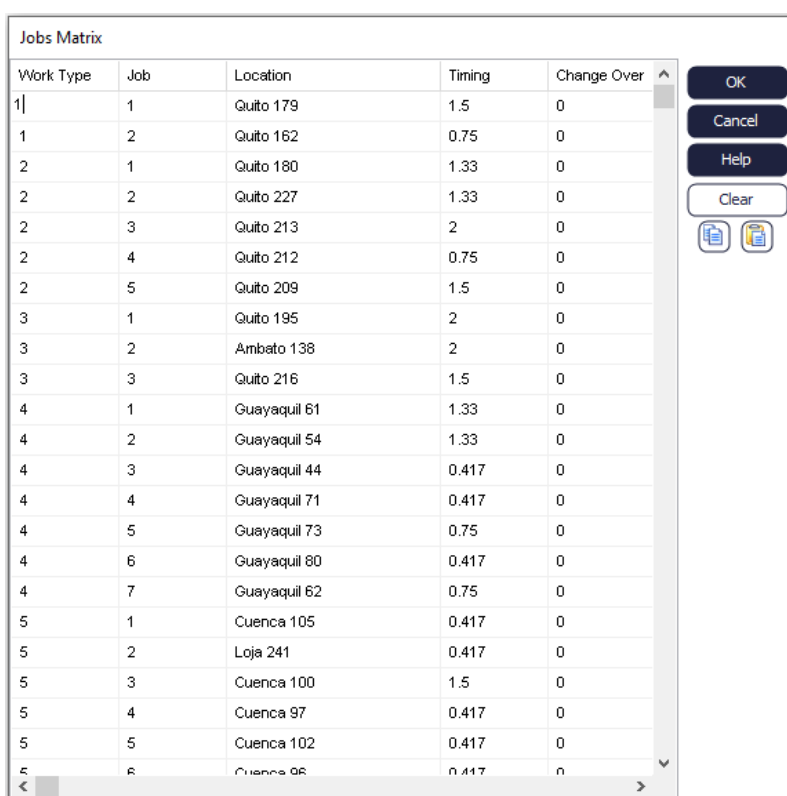


Figura 7. Puntos de entrada y salida de vehículos de la simulación

Fuente: Elaboración propia

Para gestionar la asignación de rutas de los camiones, utilizamos la función de Jobs Matrix. En este proceso, es fundamental la creación de dos etiquetas: "Job" y "Work Type". La etiqueta "Work Type" nos permite distinguir la ruta o los destinos específicos a los que cada camión se dirige, mientras que la etiqueta "Job" se utiliza para establecer el orden de visitas de la flota a dichos destinos. Además, la herramienta Jobs Matrix facilita la asignación del tiempo de servicio requerido para cada ubicación, como se detalla en la Tabla 7.

Tabla 7. Función Jobs Matrix en SIMUL8



Work Type	Job	Location	Timing	Change Over
1	1	Quito 179	1.5	0
1	2	Quito 162	0.75	0
2	1	Quito 180	1.33	0
2	2	Quito 227	1.33	0
2	3	Quito 213	2	0
2	4	Quito 212	0.75	0
2	5	Quito 209	1.5	0
3	1	Quito 195	2	0
3	2	Ambato 138	2	0
3	3	Quito 216	1.5	0
4	1	Guayaquil 61	1.33	0
4	2	Guayaquil 54	1.33	0
4	3	Guayaquil 44	0.417	0
4	4	Guayaquil 71	0.417	0
4	5	Guayaquil 73	0.75	0
4	6	Guayaquil 80	0.417	0
4	7	Guayaquil 62	0.75	0
5	1	Cuenca 105	0.417	0
5	2	Loja 241	0.417	0
5	3	Cuenca 100	1.5	0
5	4	Cuenca 97	0.417	0
5	5	Cuenca 102	0.417	0
5	6	Cuenca 96	0.417	0

Fuente: Elaboración propia

A continuación, para representar del tiempo requerido para recorrer las distancias, empleamos la función Travel Time Matrix. Esta herramienta nos permite registrar el tiempo necesario para que cada camión llegue a las ubicaciones designadas de manera más eficiente y comprensible (Tabla 8). Para completar esta tabla, es fundamental calcular la distancia en kilómetros entre todas las ubicaciones y luego convertirlas a metros para finalmente dividir las por la velocidad de los camiones. Sin embargo, es importante tener en cuenta que este cálculo se basa en la suposición de que los vehículos mantienen una velocidad constante. ODL Studio, utiliza este enfoque al calcular el tiempo requerido para

Fuente: ODL Studio

A continuación, examinamos los datos detallados en la Tabla 10, que proporciona información sobre el número de paradas asignadas a cada vehículo; así como la hora de inicio y finalización, la carga, el tiempo total empleado y la ocurrencia de violaciones en las ventanas de tiempo. Además, se presentan detalles como el costo del viaje y la distancia recorrida de ida y regreso al estacionamiento para los camiones. Vale destacar que, en la revisión de estos datos, se evidencia que el camión de 5 toneladas no fue utilizado. Para una visualización más completa de todas las rutas asignadas el 16 de noviembre de 2023, se adjunta en el ANEXO III un mapa detallado, donde cada color representa una ruta específica.

Tabla 10. Detalles de rutas

	vehicle-name	stops-count	start-time	end-time	delivered-quantity	time	time-window-violation	travel-cost	travel-km
1	Vehículo 7T	2	07:00:00	09:43:35.288	5.791	02:43:35.288	00:00:00	4,94	20,933
2	Vehículo 18T	5	07:00:00	15:55:16.221	13.970	08:55:16.221	00:00:00	37,837	112,945
3	Vehículo 10T #1	3	06:00:00	15:39:24.104	9.922	09:39:24.104	00:00:00	77,62	299,692
4	Vehículo 10T #2	7	06:00:00	1d 00:47:34.955	9.816	18:47:34.955	00:00:00	235,573	909,549
5	Vehículo 10T #3	8	06:00:00	1d 08:48:13.981	9.817	1d 02:48:13.981	00:00:00	352,473	1.360,9
6	Vehículo 12T #1	8	06:30:00	1d 02:44:35.301	11.721	20:14:35.301	00:00:00	260,414	923,453
7	Vehículo 12T #3	8	06:30:00	1d 05:14:00.668	11.993	22:44:00.668	00:00:00	306,209	1.085,846

Fuente: ODL Studio

En la Tabla 10, se observa que el vehículo de 7 toneladas, designado exclusivamente para rutas en Quito, fue asignado a dos paradas cercanas al centro de distribución. El tiempo total empleado para estas paradas fue de 2 horas y 43 minutos, durante los cuales transportó una carga de 5791 kilos sin infringir ninguna ventana de tiempo establecida. Las paradas incluyeron visitas a los Clientes Quito 179 y 162, quienes se encontraban en las proximidades de la planta, lo que facilitó un tránsito eficiente y rápido. La capacidad del vehículo se utilizó en un 83%, con un costo de recorrido de \$4,94 para cubrir una distancia de 20,39 kilómetros. La Figura 8 ilustra visualmente la ruta seguida por este vehículo. Se adjunta en el ANEXO IV un informe detallado que describe qué cliente visitó cada vehículo.

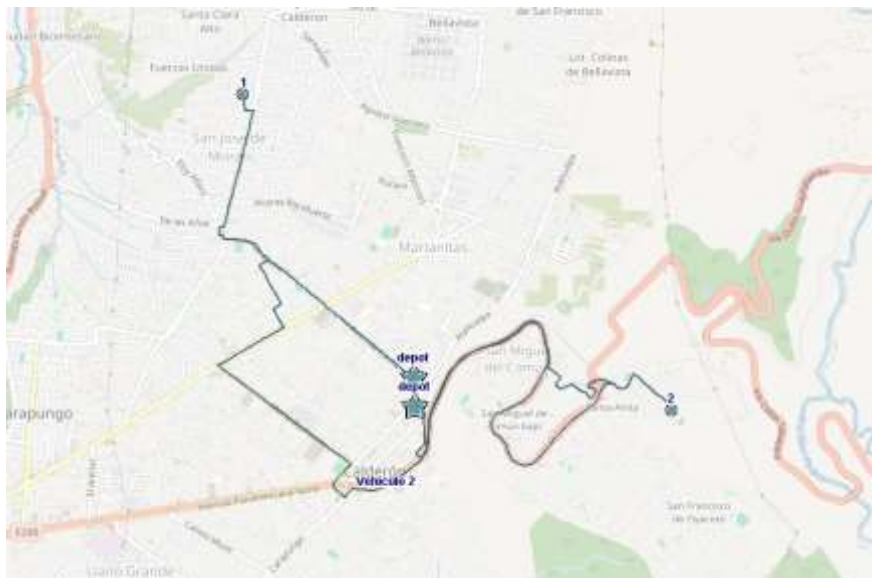


Figura 8. Mapa ruta vehículo de 7 ton

Fuente: ODL Studio

Para el vehículo de 18 toneladas se realizaron un total de 5 paradas. El recorrido abarcó prácticamente toda la ciudad, como se puede apreciar en la Figura 9 de la ruta. Este trayecto demandó un tiempo total de 8 horas con 55 minutos. Las entregas se efectuaron en los clientes de Quito con números de identificación 180, 227, 213, 212 y 209, en ese orden. La capacidad del camión se utilizó al 78%, cubriendo aproximadamente 113 km a un costo total de \$37,83.

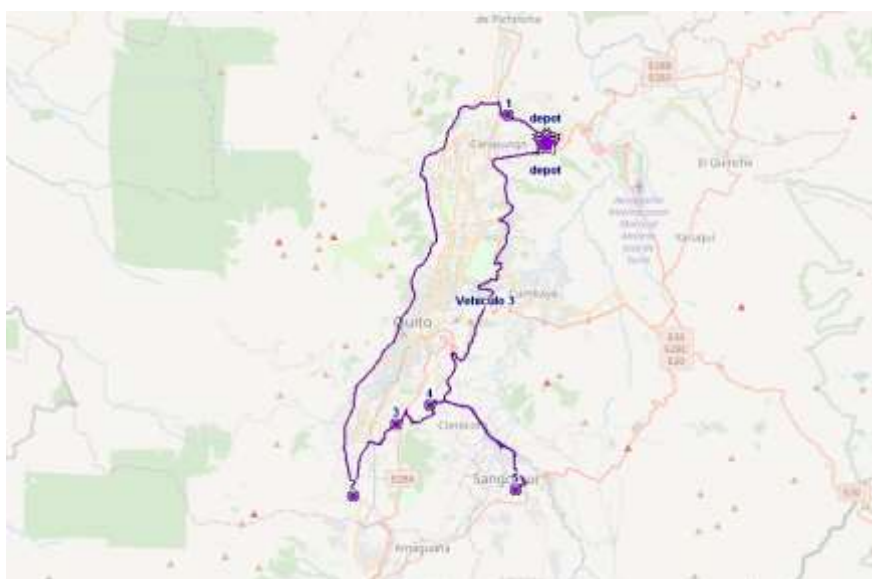


Figura 9. Mapa ruta vehículo de 18 ton

Fuente: ODL Studio

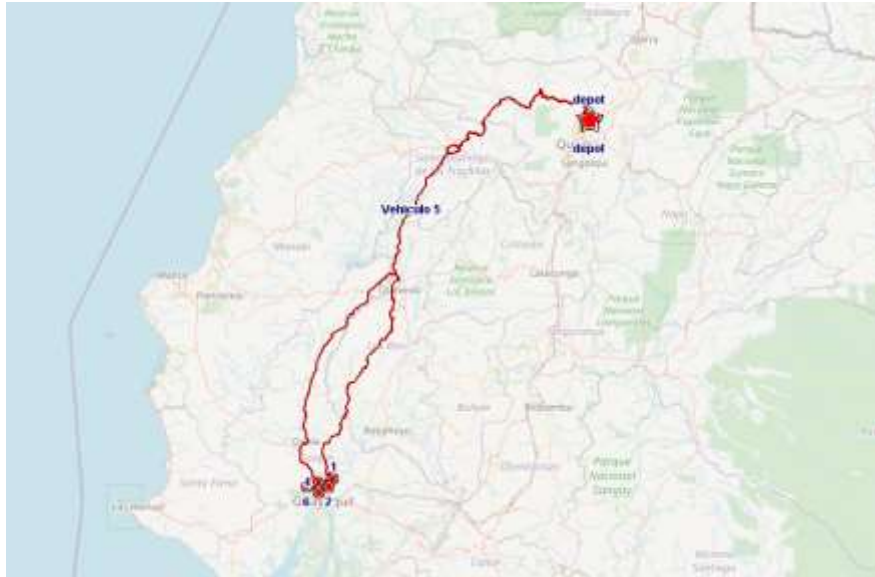


Figura 11. Mapa ruta vehículo de 10 ton #2

Fuente: ODL Studio

El tercer camión de 10 toneladas, se tardó un total de un día una hora y 48 minutos, siendo este el mayor tiempo recorrido por toda la flota lo cual se puede evidenciar en la Figura 12. Los clientes visitados fueron Cuenca 105, Loja 241, Cuenca 100, Cuenca 97, Cuenca 102, Cuenca 96, Riobamba 233 y Riobamba 236 recorriendo aproximadamente 1.360 kilómetros con un costo de \$352,47. La carga total transportada fue de 9.817 kilos, es decir, un 98% de la capacidad del camión.

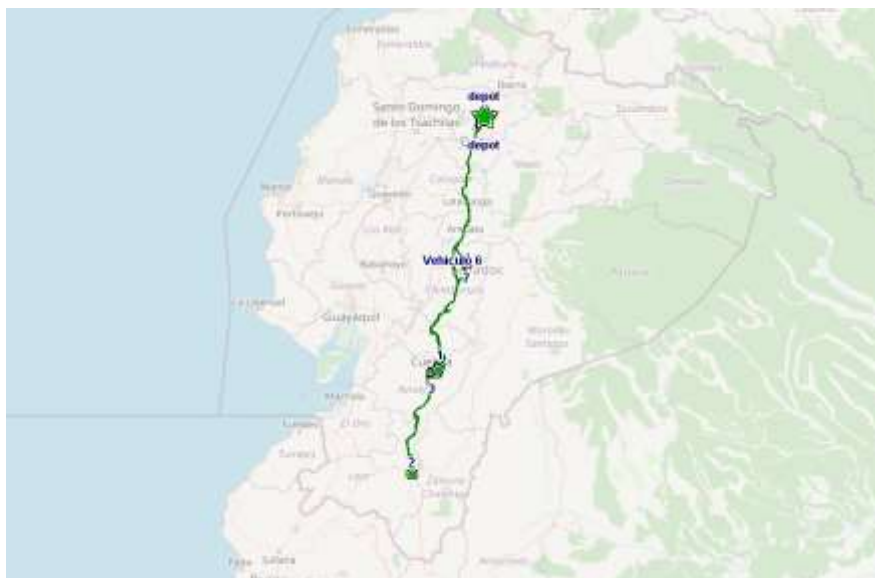


Figura 12. Mapa ruta vehículo de 10 ton #3

Fuente: ODL Studio

El primer vehículo de 12 toneladas usó de igual forma el 98% de su capacidad el transportar 11.721 kilos. Los clientes designados por el programa fueron Cliente Guayaquil 19, 3, 2, 12, 32, 72, 63 y Quito 175, como se evidencia en la Figura 13. Además, recorrió en total 923,45 kilómetros con un costo de \$260,41. El tiempo que se tardó en recorrer todas estas rutas fue de 20 horas con 14 minutos.

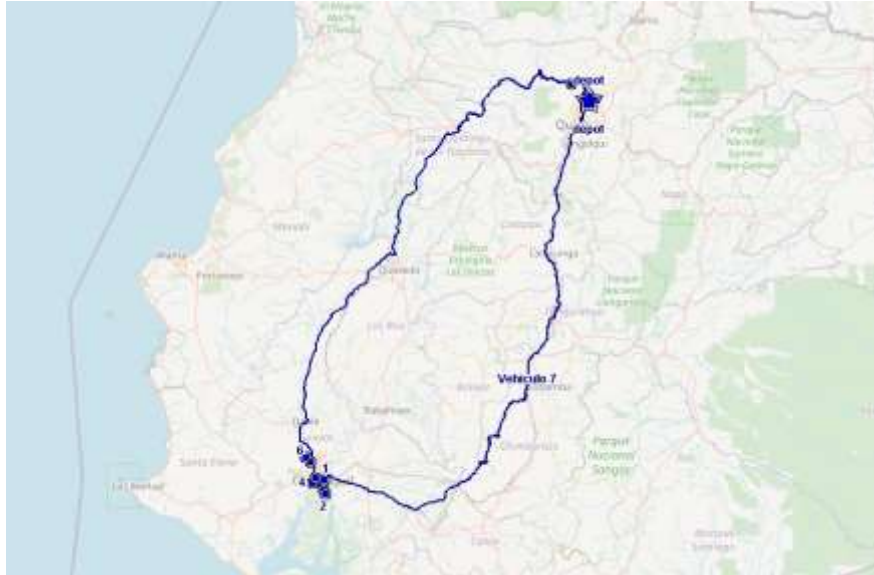


Figura 13. Mapa ruta vehículo de 12 ton #1

Fuente: ODL Studio

Finalmente, el último camión de 12 toneladas transportó 11.993 kilos utilizando el 99,94% de la capacidad. Los clientes visitados fueron Quito 188, Quito 207, Riobamba 237, Guayaquil 47, Guayaquil 39, Guayaquil 33, Manta 149 y Quito 196 como podemos ver en la Figura 14. Recorrió aproximadamente 1.085 kilómetros en 22 horas con 44 minutos con un costo de \$306,20 siendo la ruta con mayor costo.

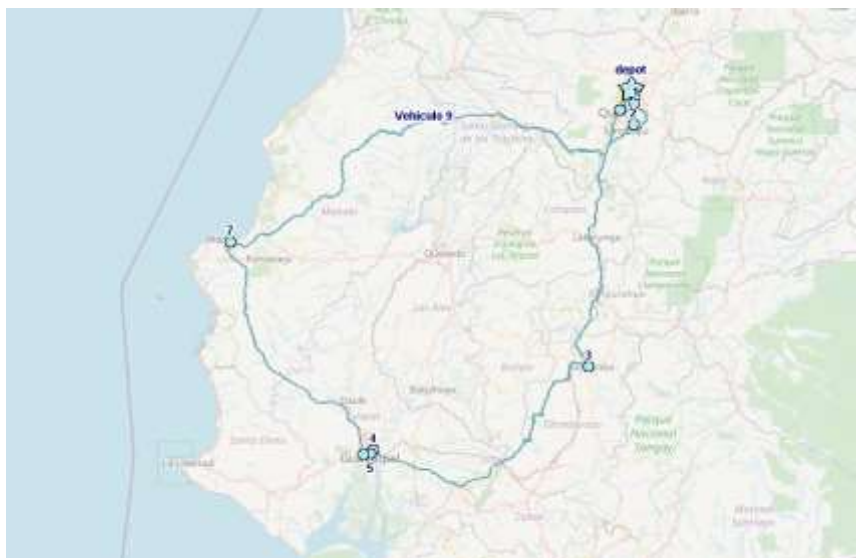


Figura 14. Mapa ruta vehículo de 12 ton #3

Fuente: ODL Studio

3.1.2 Asignación intuitiva de rutas

Para recopilar los datos sobre la asignación de rutas realizadas de manera empírica por el jefe de logística, utilizamos el software ODL Studio. Este software no solo facilita el cálculo de la asignación de rutas más eficiente, sino que también ofrece al usuario una modalidad para realizar las asignaciones manualmente. Optamos por esta segunda función para obtener los valores de las rutas en este caso particular. Los resultados detallados de las rutas se presentan en la Tabla 11, y para una visualización más completa de la implementación de las rutas en el software, se adjunta el ANEXO V.

Tabla 11. Detalles de rutas de asignación intuitiva

	vehicle-name	stops-count	start-time	end-time	delivered-quantity	time	time-window-violation	travel-cost	travel-km
1	Vehículo 7T	3	07:00:00	10:16:34.733	6.315	03:16:34.733	00:00:00	24,648	104,442
2	Vehículo 18T	7	07:00:00	14:03:40.711	16.533	07:03:40.711	00:00:00	49,421	147,526
3	Vehículo 10T #1	4	06:00:00	22:55:59.457	9.304	16:55:59.457	00:00:00	255,075	984,847
4	Vehículo 10T #2	6	06:00:00	22:53:49.055	9.823	16:53:49.055	00:00:00	243,201	939,002
5	Vehículo 10T #3	8	06:00:00	1d 07:11:39.216	11.050	1d 01:11:39.216	00:00:00	354,921	1.370,352
6	Vehículo 12T #1	6	06:30:00	22:13:59.231	8.675	15:43:59.231	00:00:00	253,365	898,457
7	Vehículo 12T #3	7	06:30:00	23:29:58.243	11.330	16:59:58.243	00:00:00	258,345	916,116

Fuente: ODL Studio

En este análisis, notamos que el vehículo de 5 toneladas no fue utilizado. El camión de 7 toneladas realizó 3 paradas, utilizando el 90% de su capacidad y con un costo de viaje de \$24,64. El vehículo de 18 toneladas operó al 92% de su capacidad, atendiendo a 7 clientes por un costo total de \$49,42. El primer camión de 10 toneladas utilizó el 93% de su capacidad, con un costo de viaje de \$255. El segundo vehículo de 10 toneladas alcanzó el 98% de su capacidad al realizar 6 entregas, con un costo de \$243. Sin embargo, el tercer camión de 10 toneladas excedió su capacidad en un 111%, con un costo de \$355. En cuanto a los camiones de 12 toneladas, el primero tuvo un costo de viaje de \$253,36, utilizando el 72% de su capacidad, mientras que el segundo registró un costo de \$258,34, con una utilización de la capacidad del 94,42%. Se adjunta en el ANEXO VI un registro gráfico de las rutas recorridas por toda la flota para una visualización más detallada.

3.1.3 Simulación

SIMUL8 nos proporciona resultados del tiempo total recorrido por los vehículos. Con estos datos seremos capaces de comparar los valores obtenidos en ODL Studio. Si encontramos discrepancias en los tiempos de ruta, podría indicar errores en el modelo. Por otro lado, si

los datos concuerdan, podemos inferir que los modelos se ajustan al sistema real. Para facilitar la revisión de los resultados, hemos organizado la recopilación en la Tabla 12. Además, los resultados provenientes de SIMUL8 se encuentran detallados en el ANEXO VII.

Tabla 12. Recopilación de resultados de simulación

Vehículo	Tiempo (h)	Formato hora
Vehículo 7T	2,72	2:43:20
Vehículo 18T	8,91	8:54:00
Vehículo 10T #1	9,65	9:39:00
Vehículo 10T #2	18,78	18:46:00
Vehículo 10T #3	26,8	1d 2:48:00
Vehículo 12T #1	20,23	20:13:00
Vehículo 12T #3	22,73	22:43:00

Fuente: Elaboración propia

Al realizar una comparación detallada entre los datos de la simulación con los de ODL Studio (Tabla 13), observamos que los tiempos recorridos por los vehículos muestran una notable similitud, presentando solo pequeñas variaciones que se atribuyen principalmente a las diferencias en los decimales. Es importante destacar que estas variaciones mínimas no afectan significativamente el resultado global de la simulación. En esencia, lo que podemos inferir de este cuadro, es que la simulación comprueba que los datos obtenidos de ODL Studio se asemejan al sistema real de la distribución de productos de Prop. S.A. validando el modelo propuesto en este proyecto.

Tabla 13. Comparación resultados de la simulación con ODL Studio

Vehículo	Simulación	ODL Studio
Vehículo 7T	2:43:20	2:43:45
Vehículo 18T	8:54:00	8:55:16
Vehículo 10T #1	9:38:00	9:39:24
Vehículo 10T #2	18:46:00	18:47:34
Vehículo 10T #3	1d 2:478:00	1d 2:48:13
Vehículo 12T #1	20:13:00	20:14:35
Vehículo 12T #3	22:43:00	22:44:00

Fuente: Elaboración propia

3.2 Pruebas

El cuadro comparativo que se muestra a en la Tabla 14 proporciona una visión detallada de cómo la asignación intuitiva de rutas se contrasta con el uso de modelos matemáticos y programas que ayuden a resolver los problemas de optimización como ODL Studio.

Tabla 14. Comparación resultados asignación de rutas intuitiva y por modelos matemáticos

Vehículo	Paradas		Capacidad usada		Costo del viaje		km recorridos	
	Manual	ODL Studio	Manual	ODL Studio	Manual	ODL Studio	Manual	ODL Studio
5 ton	0	0	0%	0%	\$ -	\$ -	0	0
7 ton	3	2	90%	83%	\$ 24,64	\$ 4,94	104,44	20,93
18 ton	7	5	92%	78%	\$ 49,42	\$ 37,83	147,52	112,94
10 ton #1	4	3	93%	99%	\$ 255,07	\$ 77,62	984,84	299,69
10 ton #2	6	7	98%	98%	\$ 243,20	\$ 235,57	939	909,54
10 ton #3	8	8	111%	98%	\$ 354,92	\$ 352,47	1370,35	1360,9
12 ton #1	6	8	72%	98%	\$ 253,36	\$ 260,41	898,45	923,45
12 ton #3	7	8	94%	99,9%	\$ 258,34	\$ 306,20	916,11	1085,84
					\$ 1.438,95	\$ 1.275,04	5360,71	4713,29

Fuente: Elaboración propia

Al analizar los datos, se observa que la asignación intuitiva resulta en un número de paradas, según el tipo de vehículo, diferente en comparación con el uso de ODL Studio. Por otro lado, al examinar la capacidad utilizada de los vehículos, se nota que la asignación intuitiva conduce a una subutilización de los recursos disponibles, con un porcentaje de capacidad no utilizada más alto en comparación con el uso de ODL Studio. Esto indica que la optimización matemática logra una mejor utilización de la capacidad de carga de los vehículos, lo que puede resultar en una distribución más eficiente de la carga y una reducción en los costos operativos asociados con vehículos parcialmente vacíos.

En cuanto al costo del viaje y los kilómetros recorridos, los datos muestran que ODL Studio ofrece reducciones notables en ambos aspectos en comparación con la asignación intuitiva. Esta diferencia destaca la capacidad de los modelos matemáticos para encontrar rutas óptimas que minimicen los costos de combustible y mantenimiento, así como la distancia total recorrida por los vehículos. Estas reducciones en costos y distancia recorrida indican una optimización más eficiente de las rutas, lo que puede traducirse en un considerable aumento de la productividad.

Comparar los resultados de ambos métodos utilizando solo un día no proporciona una base suficiente para afirmar que la utilización de modelos matemáticos siempre mejorará la productividad en la distribución de productos. Por lo tanto, hemos optado por analizar los datos recopilados durante un período de 60 días a lo largo del año. Tras ingresar la muestra

de datos en ODL Studio, pudimos obtener las tablas que detallan las rutas (ANEXO VIII). Además, mediante datos históricos proporcionados por la empresa Prop. S.A., obtuvimos información sobre los despachos realizados por el departamento de logística, así como los costos, distancias, paradas y tiempos de cada ruta. En la Tabla 15, hemos resumido los resultados obtenidos tanto en ODL Studio como en la asignación realizada por el departamento de logística.

Al analizar los datos, se observa que tanto el método intuitivo como el de modelos matemáticos, muestran consistencia en el número de paradas realizadas en cada día registrado, lo que sugiere que ningún cliente se quedó sin recibir su producto. La capacidad utilizada tiene una media de aproximadamente el 93% para el método intuitivo y el 94% para ODL Studio. Esto indica una eficiencia relativamente mejor en la asignación de la capacidad de transporte usando ODL Studio.

En cuanto al costo del viaje, se observa una variación significativa entre los dos métodos, siendo en general más bajo con ODL Studio en comparación con el método intuitivo. Aunque la diferencia en los costos entre los dos métodos es más pronunciada en algunos días que en otros, en promedio, ODL Studio parece ser más económico, lo que sugiere una ventaja en términos de eficiencia de costos. Por otro lado, la distancia recorrida varía en cada día registrado, con fluctuaciones que pueden atribuirse a diferentes factores logísticos. La diferencia en la distancia recorrida entre los dos métodos también varía, pero en promedio, el método intuitivo tiene un promedio ligeramente mayor de kilómetros recorridos.

En esencia, los resultados obtenidos en esta comparación a lo largo de un año, abarcando todos los periodos estacionales de la demanda. Reflejan una consistencia notable con los datos recopilados en un solo día, como se evidenció en la Tabla 15. Esta consistencia sugiere que la utilización de modelos matemáticos y algoritmos de optimización logra mejorar la productividad en la distribución de productos de la empresa, independientemente del período específico del año.

Por lo tanto, al considerar esta muestra más amplia y diversa de datos a lo largo de un año, podemos tener mayor confianza en la generalización de los resultados y en la capacidad de extrapolar estas conclusiones a situaciones futuras. Esto sugiere que las diferencias observadas en términos de costos de viaje y eficiencia operativa entre el método intuitivo y ODL Studio, son tendencias que probablemente persistirán y se mantendrán consistentes en el tiempo, lo que proporciona una base sólida para la toma de decisiones y la optimización continua del sistema de transporte.

Tabla 15. Comparación resultados asignación intuitiva y por modelos matemáticos de muestra de 60 días

Fecha	Paradas		Capacidad usada		Costo del viaje		km recorridos	
	Manual	ODL Studio	Manual	ODL Studio	Manual	ODL Studio	Manual	ODL Studio
SÁBADO 07 DE ENERO DE 2023	61	61	91%	93%	\$ 1,803.96	\$ 1,440.88	7,950.62	6,787.93
VIERNES 13 DE ENERO DE 2023	63	63	96%	98%	\$ 1,681.44	\$ 1,416.43	7,613.74	6,551.37
LUNES 16 DE ENERO DE 2023	48	48	91%	93%	\$ 1,307.40	\$ 1,040.13	5,936.95	4,917.37
SÁBADO 28 DE ENERO DE 2023	38	38	91%	92%	\$ 1,068.12	\$ 929.10	5,748.10	4,793.30
MARTES 31 DE ENERO DE 2023	53	53	92%	94%	\$ 2,201.38	\$ 1,705.53	8,920.17	7,993.60
LUNES 06 DE FEBRERO DE 2023	56	56	92%	94%	\$ 2,584.85	\$ 1,487.93	8,202.01	7,085.30
VIERNES 10 DE FEBRERO DE 2023	62	62	94%	98%	\$ 1,894.20	\$ 1,403.10	7,587.21	6,585.39
MIÉRCOLES 15 DE FEBRERO DE 2023	53	53	92%	94%	\$ 996.50	\$ 1,017.34	5,475.14	4,746.71
MARTES 21 DE FEBRERO DE 2023	54	54	96%	99%	\$ 1,761.41	\$ 1,400.78	7,743.87	6,671.80
LUNES 27 DE FEBRERO DE 2023	58	58	93%	95%	\$ 1,814.47	\$ 1,317.95	7,176.41	6,296.52
MIÉRCOLES 08 DE MARZO DE 2023	41	41	92%	94%	\$ 932.60	\$ 789.29	4,874.95	3,983.94
SÁBADO 18 DE MARZO DE 2023	45	45	91%	92%	\$ 1,175.98	\$ 995.38	5,593.10	4,727.73
MARTES 28 DE MARZO DE 2023	58	58	93%	95%	\$ 1,254.11	\$ 1,067.97	6,396.95	5,163.90
MIÉRCOLES 29 DE MARZO DE 2023	41	41	91%	93%	\$ 1,188.41	\$ 959.13	7,465.65	6,234.96
JUEVES 30 DE MARZO DE 2023	49	49	94%	96%	\$ 1,087.36	\$ 1,115.36	6,434.47	5,675.97
LUNES 03 DE ABRIL DE 2023	48	48	89%	91%	\$ 1,168.36	\$ 1,209.26	6,921.40	5,843.87
LUNES 10 DE ABRIL DE 2023	42	42	93%	96%	\$ 1,237.64	\$ 885.42	5,506.96	4,363.50
DOMINGO 16 DE ABRIL DE 2023	49	49	90%	92%	\$ 1,151.41	\$ 951.40	5,922.98	4,736.15
JUEVES 20 DE ABRIL DE 2023	47	47	92%	94%	\$ 1,305.89	\$ 1,089.41	6,452.59	5,400.34
SÁBADO 22 DE ABRIL DE 2023	34	34	85%	89%	\$ 794.41	\$ 787.83	5,083.84	3,993.04
DOMINGO 04 DE MAYO DE 2023	39	39	90%	93%	\$ 1,164.87	\$ 1,033.76	5,994.32	4,862.86
MIÉRCOLES 10 DE MAYO DE 2023	46	46	89%	91%	\$ 1,317.85	\$ 1,167.24	6,950.41	5,705.82
SÁBADO 13 DE MAYO DE 2023	44	44	88%	90%	\$ 1,173.63	\$ 1,118.91	6,449.21	5,382.92
VIERNES 19 DE MAYO DE 2023	60	60	90%	92%	\$ 2,079.41	\$ 1,532.23	9,055.15	7,237.48
JUEVES 25 DE MAYO DE 2023	43	43	90%	92%	\$ 691.21	\$ 512.81	6,570.48	5,644.46
LUNES 05 DE JUNIO DE 2023	54	54	94%	96%	\$ 1,563.30	\$ 1,240.95	7,410.57	6,238.99
MARTES 20 DE JUNIO DE 2023	55	55	90%	92%	\$ 2,179.36	\$ 1,686.46	9,117.87	8,044.25
MIÉRCOLES 21 DE JUNIO DE 2023	47	47	89%	91%	\$ 1,199.68	\$ 1,079.69	6,492.20	5,141.28
SÁBADO 24 DE JUNIO DE 2023	51	51	96%	98%	\$ 1,305.12	\$ 1,245.98	7,216.40	5,964.66
LUNES 26 DE JUNIO DE 2023	40	40	86%	88%	\$ 1,223.30	\$ 1,166.81	7,195.41	5,733.88
SÁBADO 01 DE JULIO DE 2023	47	47	95%	97%	\$ 1,191.87	\$ 1,187.29	6,855.41	5,872.21
DOMINGO 02 DE JULIO DE 2023	57	57	92%	95%	\$ 1,124.50	\$ 1,149.72	6,623.19	5,596.17
MARTES 04 DE JULIO DE 2023	51	51	94%	97%	\$ 1,411.50	\$ 1,399.35	7,644.98	6,611.41
MARTES 11 DE JULIO DE 2023	47	47	96%	99%	\$ 1,167.85	\$ 936.83	5,629.88	4,361.17
JUEVES 20 DE JULIO DE 2023	43	43	92%	93%	\$ 1,051.98	\$ 886.32	5,420.90	4,504.44
VIERNES 04 DE AGOSTO DE 2023	46	46	94%	96%	\$ 1,359.63	\$ 1,195.11	6,950.78	6,009.36
SÁBADO 05 DE AGOSTO DE 2023	34	34	91%	92%	\$ 647.41	\$ 589.48	3,823.90	2,987.72
JUEVES 10 DE AGOSTO DE 2023	48	48	90%	91%	\$ 1,218.63	\$ 995.10	5,900.40	4,855.67
SÁBADO 19 DE AGOSTO DE 2023	51	51	95%	97%	\$ 1,253.11	\$ 1,136.89	6,661.24	5,803.73
VIERNES 25 DE AGOSTO DE 2023	48	48	93%	95%	\$ 1,207.32	\$ 1,081.68	6,542.00	5,434.78
DOMINGO 10 DE SEPTIEMBRE DE 2023	52	52	92%	93%	\$ 1,095.60	\$ 949.51	5,678.36	4,696.47
MIÉRCOLES 13 DE SEPTIEMBRE DE 2023	51	51	91%	94%	\$ 1,135.44	\$ 951.53	5,647.40	4,460.87
VIERNES 15 DE SEPTIEMBRE DE 2023	67	67	96%	99%	\$ 2,405.65	\$ 1,889.59	9,598.65	9,045.00
DOMINGO 17 DE SEPTIEMBRE DE 2023	44	44	94%	96%	\$ 1,299.74	\$ 1,143.64	6,339.90	5,482.04
VIERNES 29 DE SEPTIEMBRE DE 2023	50	50	91%	92%	\$ 1,144.41	\$ 940.88	5,348.11	4,588.15
MARTES 03 DE OCTUBRE DE 2023	42	42	95%	97%	\$ 1,484.17	\$ 1,302.43	7,423.65	6,293.47
DOMINGO 15 DE OCTUBRE DE 2023	46	46	95%	98%	\$ 1,232.66	\$ 1,147.03	7,007.41	5,758.88
MIÉRCOLES 18 DE OCTUBRE DE 2023	51	51	88%	89%	\$ 1,163.63	\$ 1,148.72	6,260.98	5,530.41
JUEVES 19 DE OCTUBRE DE 2023	51	51	93%	94%	\$ 1,328.74	\$ 1,105.86	6,170.96	5,260.38
MARTES 31 DE OCTUBRE DE 2023	50	50	90%	91%	\$ 1,657.40	\$ 1,304.56	6,677.65	6,099.34
JUEVES 16 DE NOVIEMBRE DE 2023	41	41	92%	93.41%	\$ 1,116.36	\$ 995.88	5,360.71	4,713.29
SÁBADO 18 DE NOVIEMBRE DE 2023	61	61	95%	97%	\$ 1,614.96	\$ 1,367.89	7,581.48	6,622.93
LUNES 20 DE NOVIEMBRE DE 2023	45	45	89%	91%	\$ 1,164.14	\$ 1,048.57	6,549.00	5,203.91
VIERNES 24 DE NOVIEMBRE DE 2023	51	51	89%	91%	\$ 1,152.54	\$ 1,086.94	6,624.97	5,375.21
MIÉRCOLES 29 DE NOVIEMBRE DE 2023	54	54	94%	96%	\$ 1,075.66	\$ 1,068.00	5,775.54	4,913.87
MIÉRCOLES 06 DE DICIEMBRE DE 2023	43	43	88%	91%	\$ 1,249.41	\$ 1,057.90	6,526.58	5,219.48
DOMINGO 10 DE DICIEMBRE DE 2023	56	56	92%	94%	\$ 1,219.74	\$ 1,199.70	6,990.15	5,833.94
MIÉRCOLES 13 DE DICIEMBRE DE 2023	43	43	95%	99%	\$ 1,150.41	\$ 1,141.76	6,918.48	5,504.23
MIÉRCOLES 20 DE DICIEMBRE DE 2023	47	47	88%	90%	\$ 1,192.98	\$ 1,218.94	6,642.00	5,974.46
LUNES 25 DE DICIEMBRE DE 2023	49	49	94%	97%	\$ 1,391.55	\$ 1,316.01	7,398.45	6,317.39
TOTAL	2945	2945	91%	94%	\$ 80,216.62	\$ 68,737.57	400032.24	337439.646

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se presenta la Figura 15 que ayuda a dimensionar el ahorro anual obtenido al realizar la asignación de rutas con modelos matemáticos. Para calcular el ahorro usamos los datos de la Tabla 15, donde podemos decir que en promedio el costo diario logístico por realizar las entregas a los clientes es de \$1.336,94 utilizando el método intuitivo, esto en un año se traduce en un costo de \$487.984,44. Por otro lado, con la asignación de rutas por modelos matemáticos en promedio se tiene un costo diario de \$1.145,63 que en un año representa \$418.153,54. Si restamos estos dos valores podemos confirmar que anualmente la empresa estaría ahorrando aproximadamente \$69.800 de costos logísticos. En la figura, el círculo azul ilustra los costos asociados con la asignación de rutas de forma intuitiva. El segmento de color celeste representa el ahorro potencial en el costo total que se lograría al utilizar ODL Studio. De este ahorro, el 53% corresponde al consumo total de combustible de la flota de vehículos.

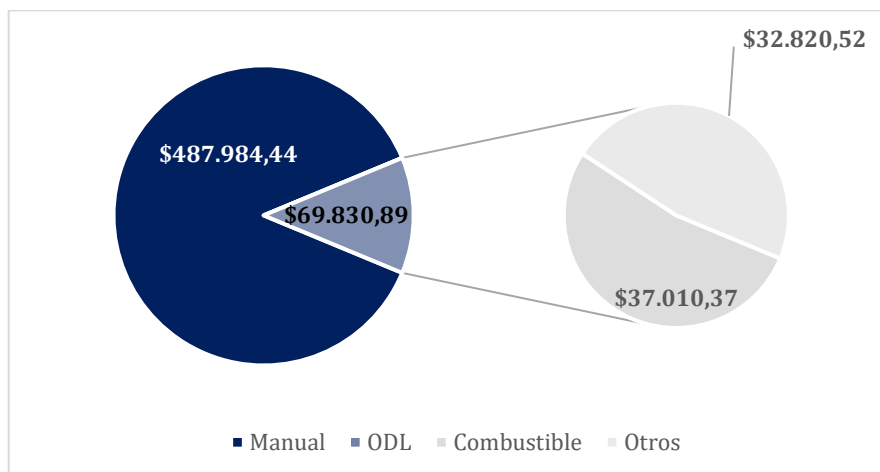


Figura 15. Proyección de ahorro de costos anuales

Fuente: Elaboración propia

La Figura 16 mostrada a continuación, ilustra visualmente la comparación de los km totales recorridos de la muestra de 60 datos utilizando los dos métodos. Se evidencia que el número de kilómetros utilizando la forma de asignación de rutas intuitiva, es más grande con respecto a la asignación utilizando modelos matemáticos, logrando reducir el 15,6% de km recorridos. Esto comprueba la capacidad de los modelos matemáticos para maximizar la eficiencia en la utilización de recursos logísticos, en este caso, los camiones de la empresa.

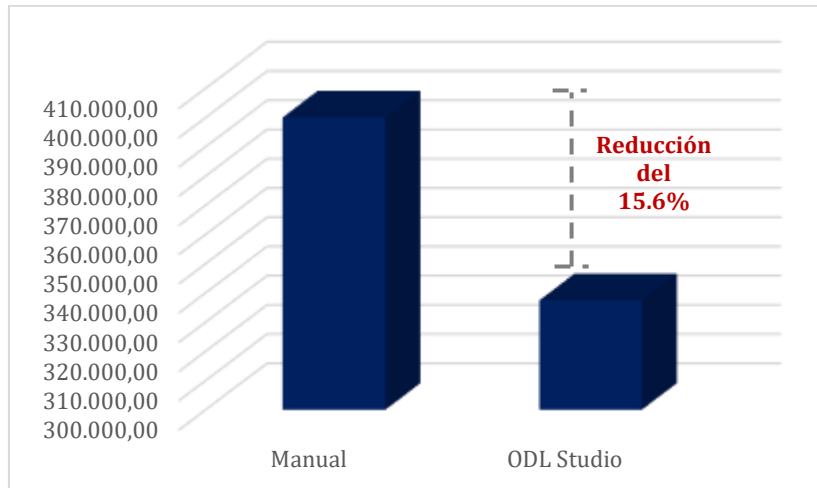


Figura 16. Km recorridos totales en muestra de 60 días

Fuente: Elaboración propia

Además de la comparación de los kilómetros totales recorridos, se realizó un análisis del costo total asociado con la muestra de datos, como se presenta en la Figura 17. Esta visualización proporciona una representación clara de cómo la utilización de modelos matemáticos para optimizar la asignación de rutas también influye positivamente en los costos totales en comparación con el método intuitivo. Este hallazgo respalda la eficacia y la utilidad de los enfoques basados en modelos matemáticos en la gestión de la logística y la distribución, ya que se observó una reducción significativa del 14,3% en los costos totales. Varios factores pueden contribuir a esta diferencia en los costos, incluyendo una asignación más eficiente de las rutas que minimiza los tiempos de viaje y maximiza la utilización de la capacidad de los vehículos.

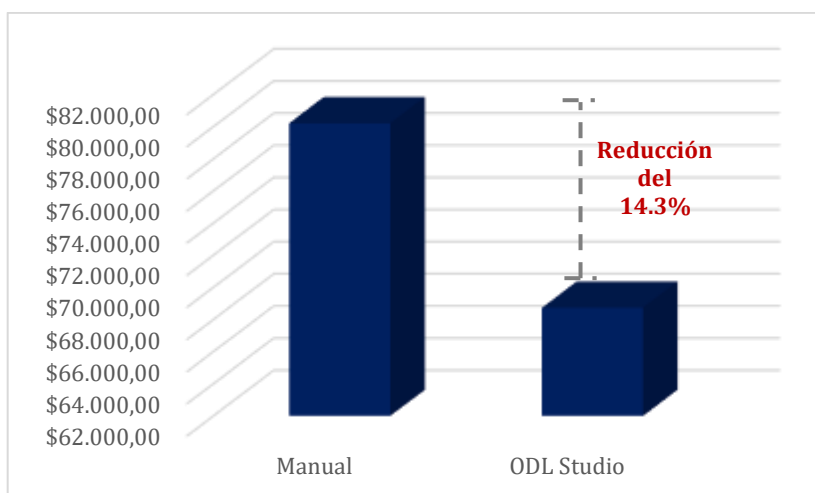


Figura 17. Costos totales en muestra de 60 días

Fuente: Elaboración propia

3.3 Conclusiones

- Después de analizar los datos, podemos concluir que tanto el método intuitivo como el uso de la optimización con modelos matemáticos muestran resultados similares en términos de capacidad utilizada en los procesos logísticos de distribución de Prop. S.A. a nivel nacional. Ambos métodos presentan un alto grado de eficiencia en la asignación de la capacidad de transporte, con una capacidad utilizada promedio del 93% para el método intuitivo y del 94% para ODL Studio. Mientras que la asignación intuitiva tiende a subutilizar los recursos disponibles en menor medida, ODL Studio logra una utilización ligeramente más eficiente de la capacidad de carga de los vehículos.
- En cuanto a los costos del viaje, la optimización por modelos matemáticos muestra consistentemente un costo total menor del 14,3% en comparación con el método intuitivo, lo que sugiere una mayor eficiencia económica al utilizar esta herramienta para la asignación de rutas. Por otro lado, el método intuitivo recorre más kilómetros en promedio, haciendo que los vehículos conduzcan aproximadamente 15,6% kilómetros adicionales. Esto indica que el método intuitivo genera una cobertura ligeramente más extensa en la distribución de Prop. S.A. lo que implica también mayor contaminación al ambiente.
- Además, se evidenció que la utilización de la simulación logra comprobar datos basados en modelos matemáticos y en situaciones de la vida real. Esto vuelve a la simulación una estrategia altamente beneficiosa para mejorar la toma de decisiones en el ámbito logístico. Al adoptar este enfoque, la empresa puede obtener una ventaja competitiva al optimizar la eficiencia operativa, reducir los costos y mitigar los riesgos. La capacidad de simular escenarios diversos y evaluar estrategias antes de su implementación permite anticiparse a los desafíos y diseñar soluciones efectivas de manera proactiva.
- Los resultados obtenidos muestran que la utilización de modelos matemáticos, herramientas cuantitativas, como el ODL Studio y la simulación puede mejorar significativamente la eficiencia económica de las rutas de distribución de Prop. S.A. a nivel nacional. Estas herramientas no solo optimizan los costos del viaje, sino que también contribuyen a una mejor planificación, asignación de recursos en los procesos logísticos y una considerable reducción de tiempo invertido en la asignación de rutas. Por lo tanto, se evidencia que la implementación de un plan integral de asignación de rutas, apoyado por modelos por computadora y simulación

puede conducir a una mejora sustancial en la productividad y eficiencia de las operaciones de distribución de Prop. S.A.

3.4 Recomendaciones

- Se recomienda la implementación de un plan integral de asignación de rutas, ya que esto no solo optimiza los procesos logísticos, sino que también contribuye a la maximización de los recursos y la rentabilidad de la empresa. Este enfoque puede llevar a mejoras significativas en la productividad y eficiencia de las operaciones de distribución de Prop. S.A. a nivel nacional, posicionándose favorablemente en un mercado cada vez más competitivo.
- Además, se sugiere considerar la implementación de herramientas de optimización basadas en modelos matemáticos, como ODL Studio, para mejorar la eficiencia operativa y reducir los costos asociados con la distribución de entregas. Es importante capacitar al personal encargado de la planificación y asignación de rutas en el uso de herramientas de optimización, para garantizar su correcta implementación y maximizar los beneficios obtenidos.
- Se aconseja considerar la adopción de simulaciones basadas en modelos matemáticos como una herramienta integral para la toma de decisiones en el ámbito logístico. Al implementar esta práctica, la organización podrá beneficiarse significativamente de una mejor planificación y gestión de sus operaciones de distribución. La simulación ofrece una representación precisa y detallada de los procesos logísticos, lo que permite a los tomadores de decisiones evaluar diversas estrategias y escenarios antes de implementarlos en la práctica. Esta capacidad de prever posibles resultados y analizar alternativas de manera virtual reduce significativamente el riesgo de errores costosos y la necesidad de ajustes sobre la marcha.

4. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abad, R. (2002). Introducción a la simulación ya la teoría de colas. Netbiblo.

Anaya, J. (2015). *El transporte de mercancías: Enfoque logístico de la distribución*. Madrid: ESIC EDITORIAL.

Antón, F. R. (2005). *Logística del Transporte*. Barcelona: Ediciones UPC.

Ballou, R. (2004). *Logística: Administración de la Cadena de Suministro*. México: Pearson Educación.

- Battarraa, M., Monaci, M., & Vigo, D. (2009). An adaptive guidance approach for the heuristic solution of a minimum multiple trip vehicle routing. *Computers & Operations Research*, 3041-3050.
- Bravo Quispe, A., Yupanqui Aguilar, C., Cribillero Meza, C., Ocharan Rojas, D., & Patricio Miranda, V. (2021). Gestión de rutas a través del uso de modelos basados en algoritmos.
- Brest, J., & Zerovnik, J. (2005). A Heuristic for the Asymmetric Traveling Salesman Problem. *The 6th Metaheuristics International Conference*, 145-150.
- Campos, V. (s.f.). Problemas de rutas. *Universidad de Valencia*.
- Cano, P., Orue, F., Martínez, J., Mayett, Y., & López, G. (2015). Modelo de gestión logística para pequeñas y medianas empresas en México. *Contaduría y administración*, 181-203.
- Carro, R., & González, D. (2012). *Productividad y competitividad*.
- Chao, I., Golden, B., & Wasil, E. (1998). A New Algorithm for the Site-Dependent Vehicle Routing Problem. *Advances in Computational and Stochastic Optimization, Logic Programming*, 301-312.
- Choong Yeun, L., Ismail, W., Khairuddin, O., & Mourad, Z. (2008). Vehicle routing problem: models and solutions. *Quality Measurement and Analysis*, 205-218.
- Christofides, N., Mingozzi, A., & Toth, P. (1979). Combinatorial Optimization, chapter The Vehicle Routing Problem. *John Wiley & Sons*, 315-338.
- Contardo, C. (2005). Formulación y solución de un problema de ruteo de vehículos con demanda variable en tiempo real, trasbordos y ventanas de tiempo. *Memoria para optar al título de ingeniero civil matemático, Departamento de Ingeniería Matemática, Universidad de Chile*.
- Dueck, G., & Scheuer, T. (1990). Threshold accepting: A general purpose optimization algorithm appearing superior to simulated annealing. *Journal of computational physics*, 161-175.
- Ellabib, I., Otman, A., & Calamai, P. (2002). An Experimental Study of a Simple Ant Colony System for the Vehicle Routing Problem with Time Windows. *ANTS*, 53-64.

- Elshaer, R., & Awad, H. (2020). A taxonomic review of metaheuristic algorithms for solving the vehicle routing problem and its variants. *Computers & Industrial Engineering*, 106-242.
- Erdoan, G. (2017). An open source Spreadsheet Solver for Vehicle Routing Problems. *Computers & Operations Research*, 84, 62-72.
doi:<https://doi.org/10.1016/j.cor.2017.02.022>
- Ferrel, O., Hirt, G., Ramos, L., Adriaensen, M., & Flórez, M. (2004). *Introducción a los negocios en un mundo cambiante*. México: McGraw-Hill.
- Fullana, B., & Urquía, G. (2009). Los modelos de simulación: una herramienta multidisciplinar de investigación. *Encuentros multidisciplinares*, 37-48.
- GitHub. (28 de 11 de 2023). jsprit. Obtenido de GitHub:
<https://github.com/graphhopper/jsprit>
- Glover, F., & Melián, B. (2003). Búsqueda tabú. *Revista Iberoamericana de Inteligencia Artificial*, 29-48.
- Golden, B., Raghavan, S., & Wasil, E. (2008). The vehicle routing problem: latest advances and new challenges. *Springer, New York*, 3-122.
- Golden, B., Raghavan, S., & Wasil, E. (2008). The vehicle routing problem: latest advances and new challenges. *New York: Springer*.
- Gómez Lozano, F. (2011). Coordinación y dimensionamiento de flota de drones en problemas TSP a través de Python.
- González, J., García, M., & Herrera, J. (2016). Simulación de procesos, una perspectiva en pro del desempeño operacional. *Revista Iberoamericana de producción académica y gestión educativa*.
- Guan, D., & Xuding Zhu. (1998). Multiple capacity vehicle routing on paths. *Siam J. Discrete math*, 590-602.
- Hernández-Sampieri, R., & Mendoza, C. (2020). Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. McGraw-hill.
- Herrera, J. L. (2012). *Productividad*. Palibrio.
- Holland, J. (1975). *Adaptation in Natural and Artificial Systems*. MIT Press.
- Koç, Ç., & Laporte, G. (2018). Vehicle routing with backhauls: Review and research perspectives. *Computers & Operations Research*, 79-91.

- Martí, R. (s.f.). Procedimientos Metaheurísticos en Optimización Combinatoria.
- Martínez, Y., Oquendo, H., Caballero, Y., Guerra, L., Junco, R., Benítez, I., & Madera, J. (2020). Aplicación de la investigación de operaciones a la distribución de recursos relacionados con la COVID-19. *Retos de la Dirección*, 86-105.
- Medina Rocha, L., González La Rota, E., & Orjuela Castro, J. (2011). Una revisión al estado del arte del problema de ruteo de vehículos: Evolución histórica y. *Ingeniería*, 35-55.
- Mora, L. A. (2014). *Logística del transporte y distribución de carga*. Bogotá: Ecoe Ediciones.
- Nallur, V., Elgammal, A., & Clarke, S. (2015). Smart route planning using open data and participatory sensing. 11th International Conference on Open Source Systems (OSS), 91-100.
- Olivera, A. (2004). Heurísticas para problemas de ruteo de vehículos. *Reportes Técnicos*, 04-08.
- Open Door Logistics. (28 de 11 de 2023). Intelligent Software for vheicle routing y territory management. Obtenido de <https://www.opendoorlogistics.com/index.html>
- Petit, A., & Piera, M. (2004). modelado y simulación. Aplicación a procesos logísticos de fabricación y servicios. Universitat Politècnica de Catalunya. Iniciativa Digital Politècnica.
- Quintero, T. (2012). Algoritmo híbrido basado en un método de aproximaciones sucesivas para el problema de ruteo de vehículos heterogéneo. *Tesis Doctoral. Universidad Autónoma de Nuevo León*.
- Reeves, C. (1993). Modern heuristic techniques for combinatorial problems. *New York, NY: John Wiley & Sons Inc.*
- Rivera, R., Delgado, L., & Carrillo Mendoza, J. (2013). Logística de transporte y su desarrollo. *Observatorio de la economía latinoamericana*, 185.
- Samira, A. (2013). Distance-constrained vehicle routing problem: exactand approximate solution (mathematical programming). *Computing and Mathematics Brunel University*.

- Schrimpf, G., Schneider, J., Stamm-Wilbrandt, H., & Dueck, G. (2000). Record breaking optimization results using the ruin and recreate principle. *Journal of Computational Physics*, 139-171.
- Shannon, R. (1988). Simulación de Sistemas. Diseño, desarrollo e implementación. México: Trillas.
- SIMCORE. (23 de 01 de 2024). SIMUL8 - Modelado de simulación de procesos visuales. Obtenido de <https://www.simcore.fr/es/software-de-simulacion/simul8/>
- Torres, M., Paz, K., & Salazar, F. (2006). Tamaño de una muestra para una investigación de mercado. Boletín electrónico, 1-13.
- Toth, P., & Vigo, D. (2002). The vehicle routing problem. *ociety for Industrial and Applied Mathematics*.
- Villagra, S., Villagra, A., Lasso, M., Pandolfi, D., San Pedro, M., Rasjido, J., & Miño, R. (2011). Metaheurísticas aplicadas al Problema de Ruteo de Vehículos. *In XIII Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación*.
- Villegas, J., Zapata, C., & Gatica, G. (2017). Una aplicación del método MTZ a la solución del problema del agente viajero. *Scientia et technica*, 341-344.
- Yepes Piqueras, V. (2023). Optimización heurística mediante aceptación por umbrales. Obtenido de Universitat Politècnica de València: <http://hdl.handle.net/10251/16863>

5. ANEXOS

ANEXO I.

Tabla de la Distribución Normal

$$P(Z \leq z) = F(z) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^z e^{-\frac{x^2}{2}} dx$$



z	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
0.0	0.5000	0.5040	0.5080	0.5120	0.5160	0.5199	0.5239	0.5279	0.5319	0.5359
0.1	0.5398	0.5438	0.5478	0.5517	0.5557	0.5596	0.5636	0.5675	0.5714	0.5753
0.2	0.5793	0.5832	0.5871	0.5910	0.5948	0.5987	0.6026	0.6064	0.6103	0.6141
0.3	0.6179	0.6217	0.6255	0.6293	0.6331	0.6368	0.6406	0.6443	0.6480	0.6517
0.4	0.6554	0.6591	0.6628	0.6664	0.6700	0.6736	0.6772	0.6808	0.6844	0.6879
0.5	0.6915	0.6950	0.6985	0.7019	0.7054	0.7088	0.7123	0.7157	0.7190	0.7224
0.6	0.7257	0.7291	0.7324	0.7357	0.7389	0.7422	0.7454	0.7486	0.7517	0.7549
0.7	0.7580	0.7611	0.7642	0.7673	0.7704	0.7734	0.7764	0.7794	0.7823	0.7852
0.8	0.7881	0.7910	0.7939	0.7967	0.7995	0.8023	0.8051	0.8078	0.8106	0.8133
0.9	0.8159	0.8186	0.8212	0.8238	0.8264	0.8289	0.8315	0.8340	0.8365	0.8389
1.0	0.8413	0.8438	0.8461	0.8485	0.8508	0.8531	0.8554	0.8577	0.8599	0.8621
1.1	0.8643	0.8665	0.8686	0.8708	0.8729	0.8749	0.8770	0.8790	0.8810	0.8830
1.2	0.8849	0.8869	0.8888	0.8907	0.8925	0.8944	0.8962	0.8980	0.8997	0.9015
1.3	0.9032	0.9049	0.9066	0.9082	0.9099	0.9115	0.9131	0.9147	0.9162	0.9177
1.4	0.9192	0.9207	0.9222	0.9236	0.9251	0.9265	0.9279	0.9292	0.9306	0.9319
1.5	0.9332	0.9345	0.9357	0.9370	0.9382	0.9394	0.9406	0.9418	0.9429	0.9441
1.6	0.9452	0.9463	0.9474	0.9484	0.9495	0.9505	0.9515	0.9525	0.9535	0.9545
1.7	0.9554	0.9564	0.9573	0.9582	0.9591	0.9599	0.9608	0.9616	0.9625	0.9633
1.8	0.9641	0.9649	0.9656	0.9664	0.9671	0.9678	0.9686	0.9693	0.9699	0.9706
1.9	0.9713	0.9719	0.9726	0.9732	0.9738	0.9744	0.9750	0.9756	0.9761	0.9767
2.0	0.9772	0.9778	0.9783	0.9788	0.9793	0.9798	0.9803	0.9808	0.9812	0.9817
2.1	0.9821	0.9826	0.9830	0.9834	0.9838	0.9842	0.9846	0.9850	0.9854	0.9857
2.2	0.9861	0.9864	0.9868	0.9871	0.9875	0.9878	0.9881	0.9884	0.9887	0.9890
2.3	0.9893	0.9896	0.9898	0.9901	0.9904	0.9906	0.9909	0.9911	0.9913	0.9916
2.4	0.9918	0.9920	0.9922	0.9925	0.9927	0.9929	0.9931	0.9932	0.9934	0.9936
2.5	0.9938	0.9940	0.9941	0.9943	0.9945	0.9946	0.9948	0.9949	0.9951	0.9952
2.6	0.9953	0.9955	0.9956	0.9957	0.9959	0.9960	0.9961	0.9962	0.9963	0.9964
2.7	0.9965	0.9966	0.9967	0.9968	0.9969	0.9970	0.9971	0.9972	0.9973	0.9974
2.8	0.9974	0.9975	0.9976	0.9977	0.9977	0.9978	0.9979	0.9979	0.9980	0.9981
2.9	0.9981	0.9982	0.9982	0.9983	0.9984	0.9984	0.9985	0.9985	0.9986	0.9986
3.0	0.9987	0.9987	0.9987	0.9988	0.9988	0.9989	0.9989	0.9989	0.9990	0.9990
3.1	0.9990	0.9991	0.9991	0.9991	0.9992	0.9992	0.9992	0.9992	0.9993	0.9993
3.2	0.9993	0.9993	0.9994	0.9994	0.9994	0.9994	0.9994	0.9995	0.9995	0.9995
3.3	0.9995	0.9995	0.9995	0.9995	0.9996	0.9996	0.9996	0.9996	0.9996	0.9997
3.4	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9998
3.5	0.9998	0.9998	0.9998	0.9998	0.9998	0.9998	0.9998	0.9998	0.9998	0.9998

ANEXO II.

Listado clientes empresa Prop. S.A.

name	address	latitude	longitude
Ciiente Guayaquil 1	Dirección 1	-2,28176367	-79,8758629
Ciiente Guayaquil 2	Dirección 2	-2,26576885	-79,8730305
Ciiente Guayaquil 3	Dirección 3	-2,24580498	-79,8825589
Ciiente Guayaquil 4	Dirección 4	-2,24852033	-79,9041056
Ciiente Guayaquil 5	Dirección 5	-2,24670123	-79,9236639
Ciiente Guayaquil 6	Dirección 6	-2,24921046	-79,9107343
Ciiente Guayaquil 7	Dirección 7	-2,24535952	-79,8977767
Ciiente Guayaquil 8	Dirección 8	-2,22694238	-79,9068136
Ciiente Guayaquil 9	Dirección 9	-2,22118655	-79,9203101
Ciiente Guayaquil 10	Dirección 10	-2,21797374	-79,9348551
Ciiente Guayaquil 11	Dirección 11	-2,21618885	-79,9444498
Ciiente Guayaquil 12	Dirección 12	-2,20272055	-79,944427
Ciiente Guayaquil 13	Dirección 13	-2,20144697	-79,9094667
Ciiente Guayaquil 14	Dirección 14	-2,23826897	-79,9187951
Ciiente Guayaquil 15	Dirección 15	-2,20223343	-79,924818
Ciiente Guayaquil 16	Dirección 16	-2,20013213	-79,894778
Ciiente Guayaquil 17	Dirección 17	-2,20244785	-79,9184666
Ciiente Guayaquil 18	Dirección 18	-2,19112653	-79,9070511
Ciiente Guayaquil 19	Dirección 19	-2,18980959	-79,8807669
Ciiente Guayaquil 20	Dirección 20	-2,19865504	-79,9038904
Ciiente Guayaquil 21	Dirección 21	-2,18440298	-79,892359
Ciiente Guayaquil 22	Dirección 22	-2,19422782	-79,9428971
Ciiente Guayaquil 23	Dirección 23	-2,19189725	-79,902177
Ciiente Guayaquil 24	Dirección 24	-2,18605537	-79,9156015
Ciiente Guayaquil 25	Dirección 25	-2,18880488	-79,9702486
Ciiente Guayaquil 26	Dirección 26	-2,17809519	-79,9671354
Ciiente Guayaquil 27	Dirección 27	-2,17814619	-79,9855591
Ciiente Guayaquil 28	Dirección 28	-2,18584743	-80,0208627
Ciiente Guayaquil 29	Dirección 29	-2,18711766	-80,0535459
Ciiente Guayaquil 30	Dirección 30	-2,19394642	-80,0552913
Ciiente Guayaquil 31	Dirección 31	-2,24678642	-80,0867989
Ciiente Guayaquil 32	Dirección 32	-2,1750389	-79,930599
Ciiente Guayaquil 33	Dirección 33	-2,17003965	-79,9210302
Ciiente Guayaquil 34	Dirección 34	-2,17255934	-79,9012528
Ciiente Guayaquil 35	Dirección 35	-2,17866491	-79,9417831
Ciiente Guayaquil 36	Dirección 36	-2,18600488	-79,9387787
Ciiente Guayaquil 37	Dirección 37	-2,17040797	-79,9330686
Ciiente Guayaquil 38	Dirección 38	-2,1640734	-79,9467775
Ciiente Guayaquil 39	Dirección 39	-2,16667306	-79,8970765
Ciiente Guayaquil 40	Dirección 40	-2,15500642	-79,9096685
Ciiente Guayaquil 41	Dirección 41	-2,14344359	-79,9433378
Ciiente Guayaquil 42	Dirección 42	-2,15570289	-79,9122147
Ciiente Guayaquil 43	Dirección 43	-2,14217036	-79,9432801
Ciiente Guayaquil 44	Dirección 44	-2,14217036	-79,9137579
Ciiente Guayaquil 45	Dirección 45	-2,14141391	-79,8930683
Ciiente Guayaquil 46	Dirección 46	-2,13417358	-79,8988049
Ciiente Guayaquil 47	Dirección 47	-2,14236786	-79,8851676
Ciiente Guayaquil 48	Dirección 48	-2,13447915	-79,8660868
Ciiente Guayaquil 49	Dirección 49	-2,13995435	-79,902632
Ciiente Guayaquil 50	Dirección 50	-2,13789711	-79,9272646
Ciiente Guayaquil 51	Dirección 51	-2,128831948	-79,9577292
Ciiente Guayaquil 52	Dirección 52	-2,12231175	-79,9970978
Ciiente Guayaquil 53	Dirección 53	-2,10904437	-79,9629064
Ciiente Guayaquil 54	Dirección 54	-2,11249754	-79,8578771
Ciiente Guayaquil 55	Dirección 55	-2,10949874	-79,9034353
Ciiente Guayaquil 56	Dirección 56	-2,09150581	-79,9028897
Ciiente Guayaquil 57	Dirección 57	-2,08060091	-80,0006442
Ciiente Guayaquil 58	Dirección 58	-2,09377766	-79,9422643
Ciiente Guayaquil 59	Dirección 59	-2,0912577	-79,8723663
Ciiente Guayaquil 60	Dirección 60	-2,07828119	-79,8698445
Ciiente Guayaquil 61	Dirección 61	-2,06847642	-79,83341
Ciiente Guayaquil 62	Dirección 62	-2,08103983	-79,951753
Ciiente Guayaquil 63	Dirección 63	-2,06175195	-79,9809786
Ciiente Guayaquil 64	Dirección 64	-2,07601071	-80,009762
Ciiente Guayaquil 65	Dirección 65	-2,10845326	-79,9003645
Ciiente Guayaquil 66	Dirección 66	-2,11343389	-79,9129487
Ciiente Guayaquil 67	Dirección 67	-2,1209989	-79,9169249
Ciiente Guayaquil 68	Dirección 68	-2,13070346	-79,9145927
Ciiente Guayaquil 69	Dirección 69	-2,10809677	-79,9297972
Ciiente Guayaquil 70	Dirección 70	-2,09164693	-79,9352306
Ciiente Guayaquil 71	Dirección 71	-2,08801638	-79,9151045
Ciiente Guayaquil 72	Dirección 72	-2,08803723	-79,9567661
Ciiente Guayaquil 73	Dirección 73	-2,10234983	-79,9670872
Ciiente Guayaquil 74	Dirección 74	-2,09876033	-79,9427622
Ciiente Guayaquil 75	Dirección 75	-2,0956252	-79,9760442
Ciiente Guayaquil 76	Dirección 76	-2,08585625	-79,9656322
Ciiente Guayaquil 77	Dirección 77	-2,09317161	-79,9608582
Ciiente Guayaquil 78	Dirección 78	-2,10085042	-79,9543199
Ciiente Guayaquil 79	Dirección 79	-2,10403098	-79,9893117
Ciiente Guayaquil 80	Dirección 80	-2,11089189	-79,9775446
Ciiente Guayaquil 81	Dirección 81	-2,11548096	-79,9644956
Ciiente Guayaquil 82	Dirección 82	-2,11239129	-79,963859
Ciiente Guayaquil 83	Dirección 83	-2,09190617	-79,9883831
Ciiente Guayaquil 84	Dirección 84	-2,0465214	-79,9164624
Ciiente Guayaquil 85	Dirección 85	-2,0310691	-79,9003863
Ciiente Guayaquil 86	Dirección 86	-2,03016032	-79,9024323
Ciiente Guayaquil 87	Dirección 87	-2,01302985	-79,9255296
Ciiente Guayaquil 88	Dirección 88	-2,05997207	-79,8647481
Ciiente Guayaquil 89	Dirección 89	-2,17045397	-79,8531158
Ciiente Guayaquil 90	Dirección 90	-2,19248959	-79,9265175
Ciiente Guayaquil 91	Dirección 91	-2,16731896	-79,7971457
Ciiente Guayaquil 92	Dirección 92	-2,15474571	-79,8076963
Ciiente Guayaquil 93	Dirección 93	-2,10043474	-79,6900833
Ciiente Cuenca 94	Dirección 94	-2,95078269	-78,9662228
Ciiente Cuenca 95	Dirección 95	-2,93282488	-78,9432663
Ciiente Cuenca 96	Dirección 96	-2,88782152	-78,9337479
Ciiente Cuenca 97	Dirección 97	-2,91638726	-78,9719522
Ciiente Cuenca 98	Dirección 98	-2,90192292	-78,9763584
Ciiente Cuenca 99	Dirección 99	-2,92690297	-79,0089355
Ciiente Cuenca 100	Dirección 100	-2,91920714	-79,0021118
Ciiente Cuenca 101	Dirección 101	-2,90367196	-78,9727174
Ciiente Cuenca 102	Dirección 102	-2,91421866	-78,9377591
Ciiente Cuenca 103	Dirección 103	-2,88457833	-78,9362418
Ciiente Cuenca 104	Dirección 104	-2,8615284	-78,9073885
Ciiente Cuenca 105	Dirección 105	-2,85142149	-78,9158127
Ciiente Cuenca 106	Dirección 106	-2,84284424	-78,9265854
Ciiente Cuenca 107	Dirección 107	-2,85832791	-78,9315109
Ciiente Cuenca 108	Dirección 108	-2,86011608	-78,9463803
Ciiente Cuenca 109	Dirección 109	-2,88631498	-78,9631894
Ciiente Cuenca 110	Dirección 110	-2,90757837	-79,0023508
Ciiente Cuenca 111	Dirección 111	-2,92362227	-79,0578214
Ciiente Cuenca 112	Dirección 112	-2,90430611	-79,039306
Ciiente Cuenca 113	Dirección 113	-2,89551211	-79,0090415
Ciiente Cuenca 114	Dirección 114	-2,88827302	-79,0009695
Ciiente Cuenca 115	Dirección 115	-2,87575679	-78,9777247
Ciiente Cuenca 116	Dirección 116	-2,86624019	-78,989863
Ciiente Cuenca 117	Dirección 117	-2,88174842	-79,0188656
Ciiente Cuenca 118	Dirección 118	-2,90035877	-79,0414774
Ciiente Cuenca 119	Dirección 119	-2,90923083	-79,0610039
Ciiente Cuenca 120	Dirección 120	-2,86970882	-79,0202224
Ciiente Cuenca 121	Dirección 121	-2,86849651	-79,0059046
Ciiente Cuenca 122	Dirección 122	-2,85744067	-78,9564425
Ciiente Cuenca 123	Dirección 123	-2,85907388	-78,9845426
Ciiente Cuenca 124	Dirección 124	-2,86452939	-78,939024
Ciiente Cuenca 125	Dirección 125	-2,85367896	-78,9888517
Ciiente Ambato 126	Dirección 126	-1,33089614	-78,6196585
Ciiente Ambato 127	Dirección 127	-1,31323273	-78,6102972
Ciiente Ambato 128	Dirección 128	-1,33099408	-78,6604129
Ciiente Ambato 129	Dirección 129	-1,30373366	-78,604268
Ciiente Ambato 130	Dirección 130	-1,29256263	-78,5869487
Ciiente Ambato 131	Dirección 131	-1,31977846	-78,6857423
Ciiente Ambato 132	Dirección 132	-1,2969596	-78,6769796
Ciiente Ambato 133	Dirección 133	-1,29191224	-78,6531388
Ciiente Ambato 134	Dirección 134	-1,28251853	-78,5908922
Ciiente Ambato 135	Dirección 135	-1,24760726	-78,6210238
Ciiente Ambato 136	Dirección 136	-1,23849294	-78,5723219
Ciiente Ambato 137	Dirección 137	-1,20752141	-78,5677181
Ciiente Ambato 138	Dirección 138	-1,18795629	-78,615955
Ciiente Ambato 139	Dirección 139	-1,17993509	-78,5453017
Ciiente Latacunga 140	Dirección 140	-0,97247959	-78,6035611
Ciiente Latacunga 141	Dirección 141	-0,9456927	-78,5900082
Ciiente Latacunga 142	Dirección 142	-0,91165729	-78,5869614
Ciiente Latacunga 143	Dirección 143	-0,92878009	-78,6387567
Ciiente Latacunga 144	Dirección 144	-0,90735032	-78,6197406
Ciiente Manta 145	Dirección 145	-0,99907303	-80,7329256
Ciiente Manta 146	Dirección 146	-1,00332257	-80,7089614
Ciiente Manta 147	Dirección 147	-0,99279459	-80,6825334
Ciiente Manta 148	Dirección 148	-0,98066375	-80,6914381
Ciiente Manta 149	Dirección 149	-0,96374727	-80,6691764
Ciiente Manta 150	Dirección 150	-0,96274564	-80,6355612

Ciente Manta 151	Dirección 15	-0,97574673	-80,6988699	Ciente Quito 226	Dirección 22	-0,35072748	-78,5286502
Ciente Manta 152	Dirección 15	-0,96847866	-80,7583069	Ciente Quito 227	Dirección 22	-0,34094656	-78,5535476
Ciente Manta 153	Dirección 15	-0,95366432	-80,7614857	Ciente Quito 228	Dirección 22	-0,35451817	-78,5449364
Ciente Manta 154	Dirección 15	-1,04930624	-80,6602527	Ciente Quito 229	Dirección 22	-0,35058709	-78,5689446
Ciente Manta 155	Dirección 15	-1,02142164	-80,6641093	Ciente Quito 230	Dirección 23	-0,37264022	-78,5683977
Ciente Quito 156	Dirección 15	-0,12090335	-78,4953674	Ciente Riobamba 231	Dirección 23	-1,68825542	-78,6742103
Ciente Quito 157	Dirección 15	-0,11717394	-78,4804497	Ciente Riobamba 232	Dirección 23	-1,71063516	-78,6449482
Ciente Quito 158	Dirección 15	-0,13119597	-78,4616568	Ciente Riobamba 233	Dirección 23	-1,70966648	-78,617492
Ciente Quito 159	Dirección 15	-0,12000957	-78,4385984	Ciente Riobamba 234	Dirección 23	-1,69384978	-78,6289326
Ciente Quito 160	Dirección 16	-0,12447113	-78,4171519	Ciente Riobamba 235	Dirección 23	-1,6819686	-78,637253
Ciente Quito 161	Dirección 16	-0,11078366	-78,396353	Ciente Riobamba 236	Dirección 23	-1,66927051	-78,6348758
Ciente Quito 162	Dirección 16	-0,09816672	-78,3982646	Ciente Riobamba 237	Dirección 23	-1,67029232	-78,6602085
Ciente Quito 163	Dirección 16	-0,10672058	-78,4438705	Ciente Riobamba 238	Dirección 23	-1,6460276	-78,627744
Ciente Quito 164	Dirección 16	-0,17122152	-78,3123235	Ciente Riobamba 239	Dirección 23	-1,62811354	-78,6885274
Ciente Quito 165	Dirección 16	-0,14359544	-78,3073649	Ciente Tulcán 240	Dirección 24	0,80629491	-77,7189529
Ciente Quito 166	Dirección 16	-0,13147458	-78,3447508	Ciente Loja 241	Dirección 24	-4,03727881	-79,2116195
Ciente Quito 167	Dirección 16	-0,1703083	-78,4373804	Ciente Loja 242	Dirección 24	-4,01512055	-79,197357
Ciente Quito 168	Dirección 16	-0,14892085	-78,4434564	Ciente Loja 243	Dirección 24	-4,01705791	-79,2277027
Ciente Quito 169	Dirección 16	-0,07606014	-78,4651481	Ciente Loja 244	Dirección 24	-4,00458609	-79,1948686
Ciente Quito 170	Dirección 17	-0,03901313	-78,4480305	Ciente Loja 245	Dirección 24	-3,99459639	-79,2336505
Ciente Quito 171	Dirección 17	-0,05756216	-78,4676156	Ciente Loja 246	Dirección 24	-3,96765386	-79,1964466
Ciente Quito 172	Dirección 17	-0,01729211	-78,4367656	Ciente Loja 247	Dirección 24	-3,94632019	-79,2364992
Ciente Quito 173	Dirección 17	0,00363086	-78,4392916	Ciente Loja 248	Dirección 24	-3,9461991	-79,2117371
Ciente Quito 174	Dirección 17	0,01852626	-78,442098	Ciente Loja 249	Dirección 24	-3,92757894	-79,2338102
Ciente Quito 175	Dirección 17	-0,00256122	-78,5144351	Ciente Durán 250	Dirección 25	-2,1982064	-79,7622716
Ciente Quito 176	Dirección 17	-0,08651227	-78,4384043	Ciente Milagro 251	Dirección 25	-2,15315674	-79,5607594
Ciente Quito 177	Dirección 17	-0,09184847	-78,4431508				
Ciente Quito 178	Dirección 17	-0,07827869	-78,4241889				
Ciente Quito 179	Dirección 17	-0,07092537	-78,4351647				
Ciente Quito 180	Dirección 18	-0,07838852	-78,4465053				
Ciente Quito 181	Dirección 18	-0,06717295	-78,4131087				
Ciente Quito 182	Dirección 18	-0,05451656	-78,4346517				
Ciente Quito 183	Dirección 18	-0,14675218	-78,4972481				
Ciente Quito 184	Dirección 18	-0,15293462	-78,4707906				
Ciente Quito 185	Dirección 18	-0,20315445	-78,4335672				
Ciente Quito 186	Dirección 18	-0,21340703	-78,4039637				
Ciente Quito 187	Dirección 18	-0,19617077	-78,3842997				
Ciente Quito 188	Dirección 18	-0,17203447	-78,3993579				
Ciente Quito 189	Dirección 18	-0,17476377	-78,5021337				
Ciente Quito 190	Dirección 19	-0,16652082	-78,4756335				
Ciente Quito 191	Dirección 19	-0,2010305	-78,4797424				
Ciente Quito 192	Dirección 19	-0,19808084	-78,4825808				
Ciente Quito 193	Dirección 19	-0,19489082	-78,506709				
Ciente Quito 194	Dirección 19	-0,19886804	-78,5113534				
Ciente Quito 195	Dirección 19	-0,20574092	-78,4815547				
Ciente Quito 196	Dirección 19	-0,21355925	-78,4838336				
Ciente Quito 197	Dirección 19	-0,21785154	-78,488179				
Ciente Quito 198	Dirección 19	-0,22319656	-78,4820472				
Ciente Quito 199	Dirección 19	-0,21352743	-78,5227235				
Ciente Quito 200	Dirección 20	-0,22255136	-78,5240127				
Ciente Quito 201	Dirección 20	-0,24120117	-78,4936425				
Ciente Quito 202	Dirección 20	-0,24851899	-78,5306212				
Ciente Quito 203	Dirección 20	-0,26337799	-78,5135614				
Ciente Quito 204	Dirección 20	-0,26079974	-78,550054				
Ciente Quito 205	Dirección 20	-0,2783517	-78,4706388				
Ciente Quito 206	Dirección 20	-0,28940741	-78,4524829				
Ciente Quito 207	Dirección 20	-0,29353482	-78,4088497				
Ciente Quito 208	Dirección 20	-0,31970206	-78,4620029				
Ciente Quito 209	Dirección 20	-0,33695131	-78,4412474				
Ciente Quito 210	Dirección 21	-0,35230671	-78,4416871				
Ciente Quito 211	Dirección 21	-0,31908165	-78,489915				
Ciente Quito 212	Dirección 21	-0,27839743	-78,5001758				
Ciente Quito 213	Dirección 21	-0,29140323	-78,5236405				
Ciente Quito 214	Dirección 21	-0,27706565	-78,5659961				
Ciente Quito 215	Dirección 21	-0,30335732	-78,5399632				
Ciente Quito 216	Dirección 21	-0,31303375	-78,5646454				
Ciente Quito 217	Dirección 21	-0,3132441	-78,5288141				
Ciente Quito 218	Dirección 21	-0,31275327	-78,5546183				
Ciente Quito 219	Dirección 21	-0,33571086	-78,4859821				
Ciente Quito 220	Dirección 22	-0,32744203	-78,570484				
Ciente Quito 221	Dirección 22	-0,31841108	-78,5659173				
Ciente Quito 222	Dirección 22	-0,32088987	-78,5479813				
Ciente Quito 223	Dirección 22	-0,32261064	-78,5371932				
Ciente Quito 224	Dirección 22	-0,31248457	-78,5348106				
Ciente Quito 225	Dirección 22	-0,34223246	-78,567163				

ANEXO III.

Mapa de rutas asignadas por ODL Studio para el 16 de noviembre de 2023



ANEXO IV.

Informe detallado de los clientes asignados el 16 de noviembre de 2023



vehicle-name	vehicle-id	stops-count	travel-km	Picture
--------------	------------	-------------	-----------	---------


Vehículo 7T Vehiculo 2 2 20,933




stop-number	stop-name	stop-address	arrival-time
1	Cliente Quito 179	Dirección 179	07:06:51.610
2	Cliente Quito 162	Dirección 162	08:52:14.659

vehicle-name	vehicle-id	stops-count	travel-km	Picture
Vehículo 18T	Vehiculo 3	5	112,945	
stop-number	stop-name	stop-address	arrival-time	
1	Cliente Quito 180	Dirección 180	07:06:01.880	
2	Cliente Quito 227	Dirección 227	09:05:41.292	
3	Cliente Quito 213	Dirección 213	10:37:27.835	
4	Cliente Quito 212	Dirección 212	12:47:09.181	
5	Cliente Quito 209	Dirección 209	13:47:50.323	


vehicle-name	vehicle-id	stops-count	travel-km	Picture
Vehículo 10T #1	Vehiculo 4	3	299,692	
stop-number	stop-name	stop-address	arrival-time	
1	Cliente Quito 195	Dirección 195	06:18:46.376	
2	Cliente Ambato 138	Dirección 138	10:00:00.994	
3	Cliente Quito 216	Dirección 216	13:31:00.374	

vehicle-name	vehicle-id	stops-count	travel-km	Picture
Vehículo 10T #2	Vehiculo 5	7	909,549	
stop-number	stop-name	stop-address	arrival-time	
1	Cliente Guayaquil 61	Dirección 61	12:09:52.072	
2	Cliente Guayaquil 54	Dirección 54	13:45:54.748	
3	Cliente Guayaquil 44	Dirección 44	15:22:29.928	
4	Cliente Guayaquil 71	Dirección 71	15:55:39.689	
5	Cliente Guayaquil 73	Dirección 73	16:30:35.863	
6	Cliente Guayaquil 80	Dirección 80	17:19:02.695	
7	Cliente Guayaquil 62	Dirección 62	17:51:42.567	

vehicle-name	vehicle-id	stops-count	travel-km	Picture
Vehículo 10T #3	Vehiculo 6	8	1.360,9	
stop-number	stop-name	stop-address	arrival-time	
1	Cliente Cuenca 105	Dirección 105	12:27:54.202	
2	Cliente Loja 241	Dirección 241	16:43:18.812	
3	Cliente Cuenca 100	Dirección 100	20:49:51.038	
4	Cliente Cuenca 97	Dirección 97	22:28:05.927	
5	Cliente Cuenca 102	Dirección 102	23:00:11.573	
6	Cliente Cuenca 96	Dirección 96	23:30:44.908	
7	Cliente Riobamba 233	Dirección 233	1d 03:47:31.176	
8	Cliente Riobamba 236	Dirección 236	1d 04:20:13.753	

vehicle-name	vehicle-id	stops-count	travel-km	Picture
Vehículo 12T #1	Vehículo 7	8	923,453	

stop-number	stop-name	stop-address	arrival-time
1	Cliente Guayaquil 19	Dirección 19	12:36:52.918
2	Cliente Guayaquil 3	Dirección 3	14:18:39.813
3	Cliente Guayaquil 2	Dirección 2	14:49:03.348
4	Cliente Guayaquil 12	Dirección 12	15:53:22.369
5	Cliente Guayaquil 32	Dirección 32	17:23:17.125
6	Cliente Guayaquil 72	Dirección 72	19:03:07.102
7	Cliente Guayaquil 63	Dirección 63	19:41:39.028
8	Cliente Quito 175	Dirección 175	1d 01:54:45.364

vehicle-name	vehicle-id	stops-count	travel-km	Picture
Vehículo 12T #3	Vehículo 9	8	1.085,846	

stop-number	stop-name	stop-address	arrival-time
1	Cliente Quito 188	Dirección 188	07:06:55.037
2	Cliente Quito 207	Dirección 207	08:07:39.431
3	Cliente Riobamba 237	Dirección 237	11:13:56.031
4	Cliente Guayaquil 47	Dirección 47	15:13:55.147
5	Cliente Guayaquil 39	Dirección 39	15:46:12.203
6	Cliente Guayaquil 33	Dirección 33	16:18:47.789
7	Cliente Manta 149	Dirección 149	20:36:39.640
8	Cliente Quito 196	Dirección 196	1d 03:33:37.134

ANEXO V.

Implementación de las rutas intuitivas en el ODL Studio el 16 de noviembre de 2023

The image displays eight separate windows from the ODL Studio software, each showing a route report for a specific vehicle. The reports are arranged in a grid. Each report contains a table of route stops and a set of summary statistics.

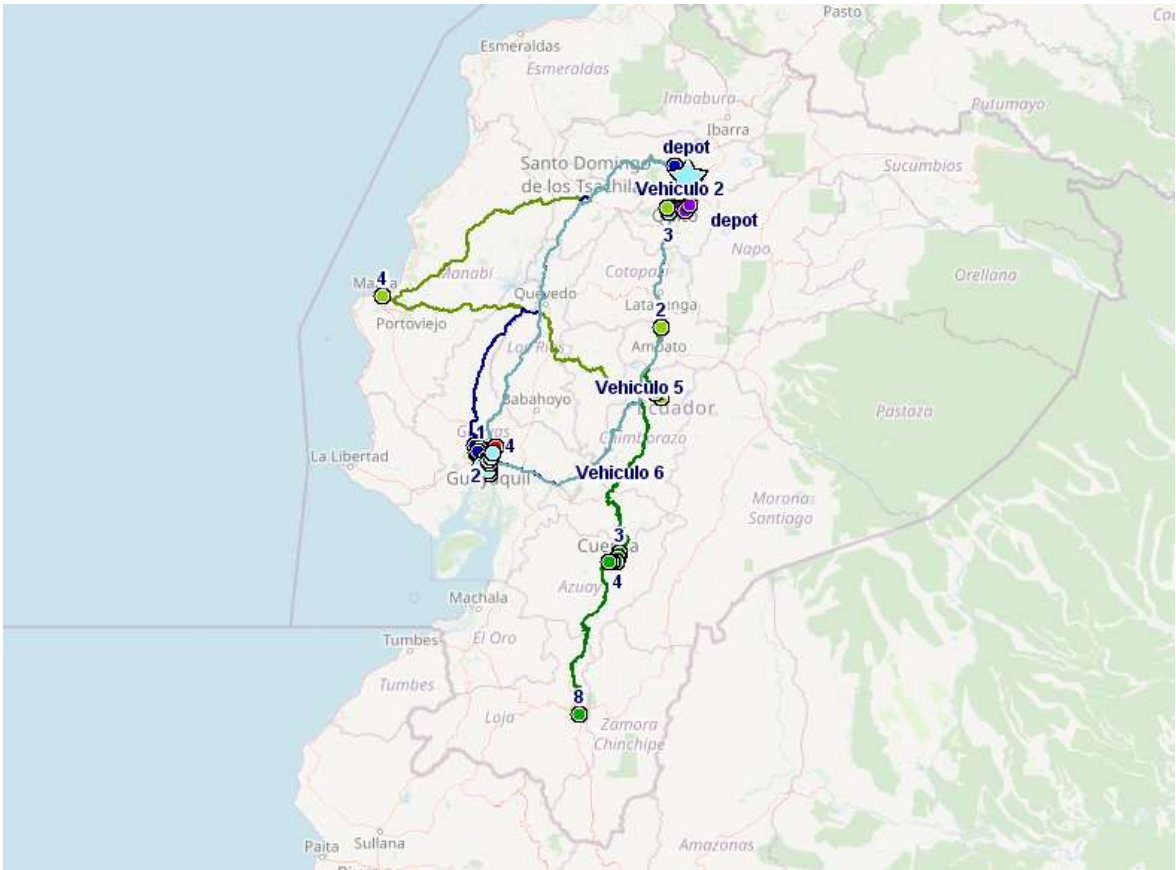
Vehicle	Quantity	Start-time	End-time	TW violation	Travel-km	Travel-time
Vehículo 57 - Vehículo 1	6315/7000	07:00:00	10:16:34.733	00:00:00	104.442	01:41:34.733
Vehículo 101 - Vehículo 3	16533/18000	07:00:00	14:03:40.711	00:00:00	147.526	02:38:40.711
Vehículo 101 #1 - Vehículo 4	9304/10000	08:00:00	22:55:59.457	00:00:00	984.847	14:15:59.457
Vehículo 101 #2 - Vehículo 5	9823/10000	06:00:00	22:53:49.055	00:00:00	939.002	13:43:49.055
Vehículo 101 #3 - Vehículo 6	11050/10000	06:00:00	1d 07:11:39.216	00:00:00	1370.352	21:11:39.216
Vehículo 121 #1 - Vehículo 7	8675/12000	06:30:00	22:13:59.231	00:00:00	898.457	12:53:59.231
Vehículo 121 #3 - Vehículo 9	11330/12000	06:30:00	23:29:58.243	00:00:00	916.116	13:24:58.243

Each report also includes a table of route stops with the following columns: #, ID, Name, Type, Address, and Arrival time. The data is as follows:

Vehicle	Stop #	ID	Name	Type	Address	Arrival time
Vehículo 57 - Vehículo 1	1	Cliente 162	Cliente Qui...	D	Dirección 1...	07:08:58.2...
	2	Cliente 180	Cliente Qui...	D	Dirección 1...	07:46:44.6...
	3	Cliente 227	Cliente Qui...	D	Dirección 2...	09:01:24.0...
Vehículo 101 - Vehículo 3	1	Cliente 213	Cliente Qui...	D	Dirección 2...	07:31:02.7...
	2	Cliente 212	Cliente Qui...	D	Dirección 2...	08:35:44.1...
	3	Cliente 209	Cliente Qui...	D	Dirección 2...	09:16:25.2...
	4	Cliente 207	Cliente Qui...	D	Dirección 2...	10:14:54.2...
	5	Cliente 196	Cliente Qui...	D	Dirección 1...	11:04:02.6...
	6	Cliente 195	Cliente Qui...	D	Dirección 1...	11:40:33.5...
	7	Cliente 188	Cliente Qui...	D	Dirección 1...	13:03:06.4...
Vehículo 101 #1 - Vehículo 4	1	Cliente 216	Cliente Qui...	D	Dirección 2...	06:37:17.8...
	2	Cliente 138	Cliente Am...	D	Dirección 1...	08:53:19.4...
	3	Cliente 233	Cliente Rio...	D	Dirección 2...	10:58:15.1...
	4	Cliente 149	Cliente Ma...	D	Dirección 1...	16:53:30.6...
Vehículo 101 #2 - Vehículo 5	1	Cliente 72	Cliente Gu...	D	Dirección 72	12:06:32.3...
	2	Cliente 80	Cliente Gu...	D	Dirección 80	12:38:08.9...
	3	Cliente 71	Cliente Gu...	D	Dirección 71	13:16:45.8...
	4	Cliente 61	Cliente Gu...	D	Dirección 61	14:01:42.6...
	5	Cliente 33	Cliente Gu...	D	Dirección 33	15:05:27.8...
	6	Cliente 32	Cliente Gu...	D	Dirección 32	16:01:02.0...
Vehículo 101 #3 - Vehículo 6	1	Cliente 236	Cliente Rio...	D	Dirección 2...	08:59:46.8...
	2	Cliente 237	Cliente Rio...	D	Dirección 2...	09:50:43.1...
	3	Cliente 105	Cliente Cu...	D	Dirección 1...	13:56:58.5...
	4	Cliente 96	Cliente Cu...	D	Dirección 96	14:29:02.4...
	5	Cliente 102	Cliente Cu...	D	Dirección 1...	14:59:25.7...
	6	Cliente 97	Cliente Cu...	D	Dirección 97	15:31:41.3...
	7	Cliente 100	Cliente Cu...	D	Dirección 1...	16:03:59.2...
	8	Cliente 241	Cliente Loj...	D	Dirección 2...	20:30:17.8...
Vehículo 121 #1 - Vehículo 7	1	Cliente 179	Cliente Qui...	D	Dirección 1...	06:36:51.6...
	2	Cliente 175	Cliente Qui...	D	Dirección 1...	07:44:21.4...
	3	Cliente 63	Cliente Gu...	D	Dirección 63	13:54:00.5...
	4	Cliente 62	Cliente Gu...	D	Dirección 62	14:27:48.8...
	5	Cliente 73	Cliente Gu...	D	Dirección 73	14:58:10.5...
	6	Cliente 44	Cliente Gu...	D	Dirección 44	15:37:49.4...
Vehículo 121 #3 - Vehículo 9	1	Cliente 12	Cliente Gu...	D	Dirección 12	12:46:45.5...
	2	Cliente 2	Cliente Gu...	D	Dirección 2...	13:41:07.9...
	3	Cliente 3	Cliente Gu...	D	Dirección 3...	14:11:27.6...
	4	Cliente 19	Cliente Gu...	D	Dirección 19	14:48:07.7...
	5	Cliente 39	Cliente Gu...	D	Dirección 39	15:38:31.3...
	6	Cliente 47	Cliente Gu...	D	Dirección 47	16:13:33.8...
	7	Cliente 54	Cliente Gu...	D	Dirección 54	16:46:38.8...








ANEXO VI.

Mapa de rutas asignadas de forma intuitiva para el 16 de noviembre de 2023



ANEXO VII.

Resultados simulación usando modelos matemáticos

<p>End Results</p> <p>End Vehículo 7T OK</p> <p>Work Completed: 1</p> <p>Time in system:</p> <table><tr><td>All</td><td></td></tr><tr><td>Minimum:</td><td>2.72</td></tr><tr><td>Average:</td><td>2.72</td></tr><tr><td>Maximum:</td><td>2.72</td></tr><tr><td>Standard Deviation:</td><td>0.00</td></tr></table> <p>Time in system within limit:</p> <p>Time limit: <input type="text" value="10"/> hours </p> <p>Percentage within limit: 100%</p>	All		Minimum:	2.72	Average:	2.72	Maximum:	2.72	Standard Deviation:	0.00	<p>End Results</p> <p>End Vehículo 18T OK</p> <p>Work Completed: 1</p> <p>Time in system:</p> <table><tr><td>All</td><td></td></tr><tr><td>Minimum:</td><td>8.91</td></tr><tr><td>Average:</td><td>8.91</td></tr><tr><td>Maximum:</td><td>8.91</td></tr><tr><td>Standard Deviation:</td><td>0.00</td></tr></table> <p>Time in system within limit:</p> <p>Time limit: <input type="text" value="10"/> hours </p> <p>Percentage within limit: 100%</p>	All		Minimum:	8.91	Average:	8.91	Maximum:	8.91	Standard Deviation:	0.00	<p>End Results</p> <p>End Vehículo 10T_1 OK</p> <p>Work Completed: 1</p> <p>Time in system:</p> <table><tr><td>All</td><td></td></tr><tr><td>Minimum:</td><td>9.65</td></tr><tr><td>Average:</td><td>9.65</td></tr><tr><td>Maximum:</td><td>9.65</td></tr><tr><td>Standard Deviation:</td><td>0.00</td></tr></table> <p>Time in system within limit:</p> <p>Time limit: <input type="text" value="10"/> hours </p> <p>Percentage within limit: 100%</p>	All		Minimum:	9.65	Average:	9.65	Maximum:	9.65	Standard Deviation:	0.00
All																																
Minimum:	2.72																															
Average:	2.72																															
Maximum:	2.72																															
Standard Deviation:	0.00																															
All																																
Minimum:	8.91																															
Average:	8.91																															
Maximum:	8.91																															
Standard Deviation:	0.00																															
All																																
Minimum:	9.65																															
Average:	9.65																															
Maximum:	9.65																															
Standard Deviation:	0.00																															
<p>End Results</p> <p>End Vehículo 10T_2 OK</p> <p>Work Completed: 1</p> <p>Time in system:</p> <table><tr><td>All</td><td></td></tr><tr><td>Minimum:</td><td>18.78</td></tr><tr><td>Average:</td><td>18.78</td></tr><tr><td>Maximum:</td><td>18.78</td></tr><tr><td>Standard Deviation:</td><td>0.00</td></tr></table> <p>Time in system within limit:</p> <p>Time limit: <input type="text" value="10"/> hours </p> <p>Percentage within limit: 0%</p>	All		Minimum:	18.78	Average:	18.78	Maximum:	18.78	Standard Deviation:	0.00	<p>End Results</p> <p>End Vehículo 10T_3 OK</p> <p>Work Completed: 1</p> <p>Time in system:</p> <table><tr><td>All</td><td></td></tr><tr><td>Minimum:</td><td>26.80</td></tr><tr><td>Average:</td><td>26.80</td></tr><tr><td>Maximum:</td><td>26.80</td></tr><tr><td>Standard Deviation:</td><td>0.00</td></tr></table> <p>Time in system within limit:</p> <p>Time limit: <input type="text" value="10"/> hours </p> <p>Percentage within limit: 0%</p>	All		Minimum:	26.80	Average:	26.80	Maximum:	26.80	Standard Deviation:	0.00	<p>End Results</p> <p>End Vehículo 12T_1 OK</p> <p>Work Completed: 1</p> <p>Time in system:</p> <table><tr><td>All</td><td></td></tr><tr><td>Minimum:</td><td>20.23</td></tr><tr><td>Average:</td><td>20.23</td></tr><tr><td>Maximum:</td><td>20.23</td></tr><tr><td>Standard Deviation:</td><td>0.00</td></tr></table> <p>Time in system within limit:</p> <p>Time limit: <input type="text" value="10"/> hours </p> <p>Percentage within limit: 0%</p>	All		Minimum:	20.23	Average:	20.23	Maximum:	20.23	Standard Deviation:	0.00
All																																
Minimum:	18.78																															
Average:	18.78																															
Maximum:	18.78																															
Standard Deviation:	0.00																															
All																																
Minimum:	26.80																															
Average:	26.80																															
Maximum:	26.80																															
Standard Deviation:	0.00																															
All																																
Minimum:	20.23																															
Average:	20.23																															
Maximum:	20.23																															
Standard Deviation:	0.00																															
<p>End Results</p> <p>End Vehículo 12T_3 OK</p> <p>Work Completed: 1</p> <p>Time in system:</p> <table><tr><td>All</td><td></td></tr><tr><td>Minimum:</td><td>22.73</td></tr><tr><td>Average:</td><td>22.73</td></tr><tr><td>Maximum:</td><td>22.73</td></tr><tr><td>Standard Deviation:</td><td>0.00</td></tr></table> <p>Time in system within limit:</p> <p>Time limit: <input type="text" value="10"/> hours </p> <p>Percentage within limit: 0%</p>			All		Minimum:	22.73	Average:	22.73	Maximum:	22.73	Standard Deviation:	0.00																				
All																																
Minimum:	22.73																															
Average:	22.73																															
Maximum:	22.73																															
Standard Deviation:	0.00																															

ANEXO VIII.

Detalle de las rutas de la muestra de 60 días

SÁBADO 07 DE ENERO DE 2023							
vehicle-name	stops-count	delivered-quantity	star-time	end-time	time	travel-cost	travel-km
Vehículo 5T	4	4496	7:00:00	04:59:49.834	04:59:49.834	8,148	51,343
Vehículo 18T	5	12208	7:00:00	09:29:20.879	09:29:20.879	77,047	318,903
Vehículo 10T #1	11	9983	6:00:00	1d 04:50:28.801	1d 04:50:28.801	232,113	1,176,449
Vehículo 10T #2	10	9990	6:00:00	1d 07:38:11.958	1d 07:38:11.958	270,094	1,368,952
Vehículo 10T #3	7	9562	6:00:00	20:55:34.285	20:55:34.285	188,986	957,860
Vehículo 12T #1	8	11897	6:30:00	21:19:12.617	21:19:12.617	206,308	904,860
Vehículo 12T #4	8	11738	6:30:00	21:57:22.877	21:57:22.877	213,960	938,422
Vehículo 12T #5	8	11378	6:30:00	23:56:05.652	23:56:05.652	244,221	1,071,145
VIERNES 13 DE ENERO DE 2023							
vehicle-name	stops-count	delivered-quantity	star-time	end-time	time	travel-cost	travel-km
Vehículo 7T	4	6860	7:00:00	12:57:16.584	05:57:16.584	17,969	109,904
Vehículo 10T #1	3	9817	6:00:00	12:28:32.648	06:28:32.648	47,959	243,074
Vehículo 10T #3	8	9774	6:00:00	1d 05:43:12.619	23:43:12.619	209,199	1,060,311
Vehículo 10T #4	8	9830	6:00:00	1d 03:05:06.498	21:05:06.498	176,477	894,459
Vehículo 10T #5	3	9699	6:00:00	10:32:19.413	04:32:19.413	17,471	88,553
Vehículo 12T #1	11	11955	6:30:00	1d 18:39:22.015	1d 12:09:22.015	360,291	1,580,225
Vehículo 12T #2	7	11950	6:30:00	15:34:56.457	09:04:56.457	24,875	109,102
Vehículo 12T #3	8	11766	6:30:00	1d 03:42:38.209	21:12:38.209	206,744	906,772
Vehículo 12T #4	11	11251	6:30:00	1d 18:10:44.011	1d 11:40:44.011	355,444	1,558,966
LUNES 16 DE ENERO DE 2023							
vehicle-name	stops-count	delivered-quantity	star-time	end-time	time	travel-cost	travel-km
Vehículo 7T	3	6346	7:00:00	10:22:55.932	03:22:55.932	2,339	14,308
Vehículo 10T #2	5	9491	6:00:00	1d 00:16:28.367	18:16:28.367	180,407	914,377
Vehículo 10T #3	11	9419	6:00:00	1d 12:32:54.237	1d 06:32:54.237	253,606	1,285,385
Vehículo 10T #4	6	9717	6:00:00	16:46:57.068	10:46:57.068	66,845	338,796
Vehículo 10T #5	4	7649	6:00:00	11:17:31.693	05:17:31.693	13,968	70,793
Vehículo 12T #2	9	11965	6:30:00	1d 12:59:39.567	1d 06:29:39.567	309,244	1,356,334
Vehículo 12T #3	10	11991	6:30:00	1d 06:28:26.738	23:58:26.738	213,722	937,379
SÁBADO 28 DE ENERO DE 2023							
vehicle-name	stops-count	delivered-quantity	star-time	end-time	time	travel-cost	travel-km
Vehículo 5T	2	3774	7:00:00	15:34:45.082	08:34:45.082	68,332	430,573
Vehículo 10T #1	5	9649	6:00:00	23:47:31.616	17:47:31.616	174,089	882,355
Vehículo 10T #2	8	9428	6:00:00	1d 03:26:55.178	21:26:55.178	180,767	916,205
Vehículo 10T #3	4	9543	6:00:00	11:26:17.633	05:26:17.633	16,917	85,741
Vehículo 10T #4	7	9426	6:00:00	1d 10:16:28.106	1d 04:16:28.106	264,830	1,342,273
Vehículo 10T #5	12	9886	6:00:00	1d 10:40:09.392	1d 04:40:09.392	224,162	1,136,147
MARTES 31 DE ENERO DE 2023							
vehicle-name	stops-count	delivered-quantity	star-time	end-time	time	travel-cost	travel-km
Vehículo 10T #1	6	9991	6:00:00	1d 02:25:38.556	20:25:38.556	194,150	984,033
Vehículo 10T #2	6	9877	6:00:00	1d 01:07:57.632	19:07:57.632	179,245	908,488
Vehículo 10T #3	6	8884	6:00:00	1d 03:26:24.954	21:26:24.954	206,561	1,046,939
Vehículo 10T #4	6	9631	6:00:00	1d 00:45:36.408	18:45:36.408	172,036	871,951
Vehículo 12T #1	3	9559	6:30:00	11:10:18.261	04:40:18.261	23,746	104,148
Vehículo 12T #2	6	11081	6:30:00	1d 01:40:24.490	19:10:24.490	203,972	894,614
Vehículo 12T #3	8	11774	6:30:00	1d 11:44:21.481	1d 05:14:21.481	307,801	1,350,005
Vehículo 12T #4	7	11404	6:30:00	1d 03:35:17	1	212,624	932,563
Vehículo 12T #5	5	11613	6:30:00	1d 00:36:30.699	18:06:30.699	205,395	900,857

LUNES 06 DE FEBRERO DE 2023							
vehide-name	stops-count	delivered-quantity	star-time	end-time	time	travel-cost	travel-km
Vehículo 5T	4	4513	7:00:00	12:21:25.400	05:21:25.400	11,922	75,120
Vehículo 7T	3	6796	7:00:00	10:26:51.585	03:26:51.585	3,623	22,157
Vehículo 10T #2	6	8933	6:00:00	1d 04:49:32.389	22:49:32.389	221,895	1.124,657
Vehículo 10T #3	3	9690	6:00:00	13:45:07.911	07:45:07.911	67,558	342,415
Vehículo 10T #4	7	9897	6:00:00	1d 10:18:33.528	1d 04:18:33.528	269,130	1.364,064
Vehículo 10T #5	5	9407	6:00:00	1d 03:25:49.468	21:25:49.468	218,322	1.106,549
Vehículo 12T #2	9	11936	6:30:00	1d 05:41:55.602	23:11:55.602	214,822	942,201
Vehículo 12T #3	5	10073	6:30:00	12:58:58.865	06:28:58.865	17,608	77,230
Vehículo 12T #4	5	11429	6:30:00	1d 03:47:13.170	21:17:13.170	251,955	1.105,067
Vehículo 12T #5	9	11715	6:30:00	1d 05:05:28.753	22:35:28.753	211,090	925,835
VIERNES 10 DE FEBRERO DE 2023							
vehide-name	stops-count	delivered-quantity	star-time	end-time	time	travel-cost	travel-km
Vehículo 7T	4	6952	7:00:00	12:34:24.607	05:34:24.607	15,593	95,367
Vehículo 10T #1	4	9513	6:00:00	11:35:11.514	05:35:11.514	17,471	88,551
Vehículo 10T #3	9	9942	6:00:00	1d 04:28:52.072	22:28:52.072	180,801	916,374
Vehículo 10T #4	4	9125	6:00:00	22:45:08.653	16:45:08.653	173,719	880,482
Vehículo 10T #5	8	9986	6:00:00	1d 06:54:46.859	1d 00:54:46.859	220,632	1.118,258
Vehículo 12T #1	12	11882	6:30:00	1d 16:08:37.289	1d 09:38:37.289	310,690	1.362,674
Vehículo 12T #2	11	11942	6:30:00	1d 10:14:01.464	1d 03:44:01.464	263,887	1.157,398
Vehículo 12T #3	6	11607	6:30:00	1d 01:38:36.094	19:08:36.094	204,741	897,985
Vehículo 12T #4	4	11893	6:30:00	11:43:17.021	05:13:17.021	15,572	68,298
MIÉRCOLES 15 DE FEBRERO DE 2023							
vehide-name	stops-count	delivered-quantity	star-time	end-time	time	travel-cost	travel-km
Vehículo 7T	2	5950	7:00:00	09:43:50.622	02:43:50.622	6,639	40,605
Vehículo 10T #1	6	9587	6:00:00	14:07:16.657	08:07:16.657	20,667	104,748
Vehículo 10T #2	8	9681	6:00:00	1d 03:54:52.472	21:54:52.472	184,821	936,750
Vehículo 10T #3	7	9520	6:00:00	1d 01:55:17.596	19:55:17.596	174,796	885,942
Vehículo 10T #5	3	9432	6:00:00	10:35:45.855	04:35:45.855	20,028	101,510
Vehículo 12T #1	13	11514	6:30:00	1d 11:23:47.001	1d 04:53:47.001	237,985	1.043,793
Vehículo 12T #2	10	11621	6:30:00	1d 16:43:03.400	1d 10:13:03.400	346,384	1.519,229
Vehículo 12T #3	4	11393	6:30:00	12:31:51.092	06:01:51.092	26,023	114,135
MARTES 21 DE FEBRERO DE 2023							
vehide-name	stops-count	delivered-quantity	star-time	end-time	time	travel-cost	travel-km
Vehículo 10T #1	9	9956	6:00:00	1d 12:25:45.021	1d 06:25:45.021	268,680	1.361,784
Vehículo 10T #2	10	9787	6:00:00	1d 06:31:34.938	1d 00:31:34.938	192,683	976,599
Vehículo 10T #3	7	9708	6:00:00	20:23:04.485	14:23:04.485	98,362	498,541
Vehículo 10T #4	6	9918	6:00:00	1d 03:48:57.840	21:48:57.840	214,006	1.084,676
Vehículo 12T #1	7	11965	6:30:00	1d 02:47:43.149	20:17:43.149	206,524	905,809
Vehículo 12T #2	5	11583	6:30:00	1d 01:09:52.172	18:39:52.172	215,251	944,083
Vehículo 12T #3	10	11989	6:30:00	1d 05:41:04.436	23:11:04.436	205,271	900,310
LUNES 27 DE FEBRERO DE 2023							
vehide-name	stops-count	delivered-quantity	star-time	end-time	time	travel-cost	travel-km
Vehículo 5T	2	4318	7:00:00	15:34:45.082	08:34:45.082	68,332	430,573
Vehículo 7T	4	6753	7:00:00	12:41:22.284	05:41:22.284	15,905	97,277
Vehículo 10T #2	9	9858	6:00:00	1d 08:15:41.541	1d 02:15:41.541	225,959	1.145,255
Vehículo 10T #3	5	9012	6:00:00	12:36:51.356	06:36:51.356	17,441	88,397
Vehículo 10T #4	7	9320	6:00:00	19:41:48.332	13:41:48.332	89,670	454,484
Vehículo 10T #5	7	9724	6:00:00	1d 03:23:34.365	21:23:34.365	190,983	967,982
Vehículo 12T #2	10	11797	6:30:00	1d 05:45:54.884	23:15:54.884	203,907	894,330
Vehículo 12T #3	8	11925	6:30:00	1d 07:12:08.154	1d 00:42:08.154	258,629	1.134,339
Vehículo 12T #4	6	11886	6:30:00	1d 04:31:54.292	22:01:54.292	247,125	1.083,880

MIÉRCOLES 08 DE MARZO DE 2023							
vehicle-name	stops-count	delivered-quantity	star-time	end-time	time	travel-cost	travel-km
Vehículo 10T #1	9	9119	6:00:00	1d 13:02:27.353	1d 07:02:27.353	271,893	1,378,068
Vehículo 10T #2	9	9959	6:00:00	1d 06:23:36.741	1d 00:23:36.741	211,625	1,072,603
Vehículo 10T #3	11	9121	6:00:00	1d 06:22:55.448	1d 00:22:55.448	178,943	906,957
Vehículo 10T #5	4	8893	6:00:00	18:00:22.356	12:00:22.356	102,600	520,021
Vehículo 12T #1	8	11771	6:30:00	16:41:07.437	10:11:07.437	24,234	106,291
SÁBADO 18 DE MARZO DE 2023							
vehicle-name	stops-count	delivered-quantity	star-time	end-time	time	travel-cost	travel-km
Vehículo 10T #1	4	8220	6:00:00	11:46:24.540	05:46:24.540	19,513	98,900
Vehículo 10T #2	6	9718	6:00:00	1d 01:06:41.981	19:06:41.981	178,052	902,445
Vehículo 10T #3	10	9586	6:00:00	1d 13:26:33.564	1d 07:26:33.564	268,825	1,362,521
Vehículo 10T #5	4	9749	6:00:00	14:33:12.717	08:33:12.717	64,111	324,941
Vehículo 12T #1	9	11059	6:30:00	1d 05:36:29.237	23:06:29.237	218,423	957,995
Vehículo 12T #2	7	11164	6:30:00	1d 03:27:55.409	20:57:55.409	215,016	943,053
Vehículo 12T #3	5	10324	6:30:00	13:58:25.964	07:28:25.964	31,434	137,870
MARTES 28 DE MARZO DE 2023							
vehicle-name	stops-count	delivered-quantity	star-time	end-time	time	travel-cost	travel-km
Vehículo 5T	2	4227	7:00:00	10:18:21.116	03:18:21.116	13,796	86,929
Vehículo 7T	6	6896	7:00:00	15:05:52.620	08:05:52.620	19,223	117,573
Vehículo 10T #1	7	8888	6:00:00	16:06:34.737	10:06:34.737	30,210	153,118
Vehículo 10T #2	11	9279	6:00:00	1d 17:24:58.597	1d 11:24:58.597	305,792	1,549,886
Vehículo 10T #3	6	9963	6:00:00	17:15:20.238	11:15:20.238	68,104	345,181
Vehículo 10T #4	6	9889	6:00:00	1d 03:10:02.988	21:10:02.988	211,484	1,071,889
Vehículo 12T #1	8	11833	6:30:00	1d 04:28:26.924	21:58:26.924	211,753	928,743
Vehículo 12T #2	12	11950	6:30:00	1d 08:03:37.371	1d 01:33:37.371	207,611	910,577
MIÉRCOLES 29 DE MARZO DE 2023							
vehicle-name	stops-count	delivered-quantity	star-time	end-time	time	travel-cost	travel-km
Vehículo 7T	3	6548	7:00:00	12:15:20.417	05:15:20.417	19,633	196,331
Vehículo 10T #1	9	9559	6:00:00	1d 04:29:06.111	22:29:06.111	181,563	181,563
Vehículo 10T #2	4	8576	6:00:00	11:06:25.306	05:06:25.306	11,696	11,696
Vehículo 10T #3	7	9970	6:00:00	1d 02:24:18.528	20:24:18.528	179,668	179,668
Vehículo 10T #4	9	8929	6:00:00	1d 09:55:02.545	1d 03:55:02.545	256,549	2,565,493
Vehículo 12T #1	9	11524	6:30:00	1d 13:00:52.449	1d 06:30:52.449	310,021	3,100,205
JUEVES 30 DE MARZO DE 2023							
vehicle-name	stops-count	delivered-quantity	star-time	end-time	time	travel-cost	travel-km
Vehículo 5T	3	4869	7:00:00	11:36:20.005	04:36:20.005	14,991	94,459
Vehículo 7T	3	5769	7:00:00	10:34:46.600	03:34:46.600	4,177	25,549
Vehículo 10T #1	10	9905	6:00:00	1d 06:05:33.409	1d 00:05:33.409	186,925	947,418
Vehículo 10T #2	10	10000	6:00:00	1d 06:05:49.997	1d 00:05:49.997	184,176	933,481
Vehículo 10T #3	5	9876	6:00:00	1d 07:39:29.430	1d 01:39:29.430	264,162	1,338,886
Vehículo 10T #4	12	9971	6:00:00	1d 09:05:16.960	1d 03:05:16.960	194,575	986,189
Vehículo 10T #5	6	9608	6:00:00	1d 08:53:40.181	1d 02:53:40.181	266,353	1,349,991
LUNES 03 DE ABRIL DE 2023							
vehicle-name	stops-count	delivered-quantity	star-time	end-time	time	travel-cost	travel-km
Vehículo 5T	1	3036	7:00:00	08:08:53.995	01:08:53.995	0,997	6,283
Vehículo 10T #2	8	9973	6:00:00	1d 03:39:18.112	21:39:18.112	182,071	922,811
Vehículo 10T #3	8	9903	6:00:00	1d 11:40:05.777	1d 05:40:05.777	268,759	1,362,186
Vehículo 10T #4	7	9713	6:00:00	1d 01:56:09.906	19:56:09.906	173,920	881,498
Vehículo 10T #5	5	8905	6:00:00	23:31:38.716	17:31:38.716	163,882	830,624
Vehículo 12T #2	8	11848	6:30:00	1d 03:45:37.654	21:15:37.654	205,321	900,531
Vehículo 12T #3	11	11516	6:30:00	1d 07:18:16.645	1d 00:48:16.645	214,306	939,938

LUNES 10 DE ABRIL DE 2023							
vehide-name	stops-count	delivered-quantity	star-time	end-time	time	travel-cost	travel-km
Vehículo 7T	4	6774	7:00:00	12:56:43.974	05:56:43.974	17,316	105,908
Vehículo 10T #2	6	9872	6:00:00	19:55:58.364	13:55:58.364	101,317	513,519
Vehículo 10T #3	10	9252	6:00:00	1d 07:34:07.441	1d 01:34:07.441	205,013	1.039,091
Vehículo 10T #4	7	8784	6:00:00	1d 10:01:33.329	1d 04:01:33.329	264,551	1.340,855
Vehículo 10T #5	6	9918	6:00:00	18:22:19.680	12:22:19.680	88,699	449,564
Vehículo 12T #2	9	11800	6:30:00	1d 05:03:53.476	22:33:53.476	208,520	914,563
DOMIN GO 16 DE ABRIL DE 20 23							
vehide-name	stops-count	delivered-quantity	star-time	end-time	time	travel-cost	travel-km
Vehículo 5T	4	4159	7:00:00	15:27:00.455	08:27:00.455	50,675	319,310
Vehículo 10T #1	10	9277	6:00:00	1d 13:34:28.351	1d 07:34:28.351	269,476	1.365,819
Vehículo 10T #2	7	9391	6:00:00	15:37:51.757	09:37:51.757	27,388	138,813
Vehículo 10T #4	8	9560	6:00:00	1d 05:46:58.621	23:46:58.621	207,737	1.052,898
Vehículo 10T #5	8	9923	6:00:00	1d 03:10:40.921	21:10:40.921	178,624	905,344
Vehículo 12T #1	3	10064	6:30:00	10:22:11.994	03:52:11.994	10,918	47,885
Vehículo 12T #2	9	11755	6:30:00	1d 04:59:16.662	22:29:16.662	206,587	906,083
JUEVES 20 DE ABRIL DE 2023							
vehide-name	stops-count	delivered-quantity	star-time	end-time	time	travel-cost	travel-km
Vehículo 7T	6	6232	7:00:00	15:34:23.060	08:34:23.060	23,310	142,571
Vehículo 10T #1	8	9624	6:00:00	1d 04:19:04.842	22:19:04.842	191,674	971,483
Vehículo 10T #2	8	9881	6:00:00	1d 05:39:25.381	23:39:25.381	209,778	1.063,242
Vehículo 10T #3	3	8578	6:00:00	09:43:50.621	03:43:50.621	8,011	40,605
Vehículo 10T #4	4	9811	6:00:00	23:00:54.175	17:00:54.175	175,251	888,245
Vehículo 10T #5	5	9478	6:00:00	1d 08:08:00.197	1d 02:08:00.197	267,940	1.358,036
Vehículo 12T #1	13	11361	6:30:00	1d 09:29:00.874	1d 02:59:00.874	213,445	936,164
SÁBADO 22 DE ABRIL DE 2023							
vehide-name	stops-count	delivered-quantity	star-time	end-time	time	travel-cost	travel-km
Vehículo 10T #1	7	9872	6:00:00	1d 10:03:56.955	1d 04:03:56.955	267,989	1.358,284
Vehículo 10T #2	4	7877	6:00:00	11:45:27.385	05:45:27.385	19,319	97,916
Vehículo 10T #3	9	9747	6:00:00	1d 09:04:17.630	1d 03:04:17.630	232,979	1.180,836
Vehículo 10T #4	4	7956	6:00:00	16:23:18.970	10:23:18.970	87,775	444,879
Vehículo 10T #5	10	9137	6:00:00	1d 05:55:41.627	23:55:41.627	179,765	911,125
DOMIN GO 04 DE MAYO DE 2023							
vehide-name	stops-count	delivered-quantity	star-time	end-time	time	travel-cost	travel-km
Vehículo 10T #1	7	9137	6:00:00	1d 04:14:01.742	22:14:01.742	212,179	1.075,412
Vehículo 10T #2	7	8269	6:00:00	15:14:06.967	09:14:06.967	24,972	126,570
Vehículo 10T #4	5	9994	6:00:00	1d 00:13:45.059	18:13:45.059	178,653	905,489
Vehículo 10T #5	4	8990	6:00:00	14:38:13.199	08:38:13.199	66,027	334,651
Vehículo 12T #1	9	11978	6:30:00	1d 13:20:19.598	1d 06:50:19.598	311,765	1.367,391
Vehículo 12T #2	7	11653	6:30:00	1d 04:40:37.808	22:10:37.808	240,164	1.053,350
MIÉRCOLES 10 DE MAYO DE 2023							
vehide-name	stops-count	delivered-quantity	star-time	end-time	time	travel-cost	travel-km
Vehículo 7T	3	5704	7:00:00	16:52:48.857	09:52:48.857	73,409	448,984
Vehículo 10T #1	4	6963	6:00:00	11:43:23.227	05:43:23.227	17,715	89,785
Vehículo 10T #2	6	9400	6:00:00	1d 08:52:53.255	1d 02:52:53.255	264,553	1.340,866
Vehículo 10T #3	7	9908	6:00:00	1d 02:25:41.828	20:25:41.828	181,286	918,836
Vehículo 10T #5	8	9837	6:00:00	1d 05:49:05.244	23:49:05.244	209,479	1.061,728
Vehículo 12T #1	8	11274	6:30:00	1d 04:42:41.255	22:12:41.255	214,855	942,345
Vehículo 12T #2	10	11720	6:30:00	1d 05:56:14.774	23:26:14.774	205,946	903,272
SÁBADO 13 DE MAYO DE 2023							
vehide-name	stops-count	delivered-quantity	star-time	end-time	time	travel-cost	travel-km
Vehículo 10T #1	9	9918	6:00:00	1d 12:43:43.475	1d 06:43:43.475	273,926	1.388,374
Vehículo 10T #2	11	9766	6:00:00	1d 08:25:32.984	1d 02:25:32.984	210,854	1.068,696
Vehículo 10T #3	2	4159	6:00:00	08:45:52.956	02:45:52.956	8,578	43,476
Vehículo 10T #4	3	9407	6:00:00	10:41:35.894	04:41:35.894	18,919	95,891
Vehículo 10T #5	6	9935	6:00:00	1d 01:46:45.062	19:46:45.062	184,362	934,423
Vehículo 12T #1	8	11760	6:30:00	1d 04:10:11.044	21:40:11.044	209,291	917,941
Vehículo 12T #2	5	11598	6:30:00	1d 01:12:05.771	18:42:05.771	212,980	934,122

VIERNES 19 DE MAYO DE 2023							
vehide-name	stops-count	delivered-quantity	star-time	end-time	time	travel-cost	travel-km
Vehículo 5T	1	3033	7:00:00	09:11:01.792	02:11:01.792	12,561	79,147
Vehículo 10T #1	4	9553	6:00:00	1d 06:50:33.002	1d 00:50:33.002	265,896	1.347,675
Vehículo 10T #3	4	9554	6:00:00	16:20:05.358	10:20:05.358	89,621	454,237
Vehículo 10T #4	6	9506	6:00:00	1d 02:04:11.618	20:04:11.618	188,970	957,782
Vehículo 10T #5	6	9163	6:00:00	1d 01:01:16.544	19:01:16.544	178,075	902,558
Vehículo 12T #1	7	11888	6:30:00	18:40:16.787	12:10:16.787	81,163	355,978
Vehículo 12T #2	11	11598	6:30:00	1d 07:35:34.827	1d 01:05:34.827	211,479	927,539
Vehículo 12T #3	9	11739	6:30:00	1d 05:25:44.827	22:55:44.827	213,444	936,160
Vehículo 12T #4	12	11756	6:30:00	1d 13:54:29.139	1d 07:24:29.139	291,019	1.276,401
JUEVES 25 DE MAYO DE 2023							
vehide-name	stops-count	delivered-quantity	star-time	end-time	time	travel-cost	travel-km
Vehículo 10T #1	3	6969	6:00:00	09:45:37.843	03:45:37.843	8,341	42,277
Vehículo 10T #2	4	9773	6:00:00	22:09:37.213	16:09:37.213	165,333	837,979
Vehículo 10T #3	8	9839	6:00:00	1d 05:25:36.264	23:25:36.264	204,757	1.037,796
Vehículo 10T #4	6	8516	6:00:00	1d 01:39:45.184	19:39:45.184	182,653	925,763
Vehículo 10T #5	7	9854	6:00:00	1d 02:31:38.570	20:31:38.570	183,205	928,560
Vehículo 12T #1	7	11420	6:30:00	1d 03:42:16.188	21:12:16.188	217,630	954,517
Vehículo 12T #3	8	11986	6:30:00	1d 04:04:02.378	21:34:02.378	209,206	917,571
LUNES 05 DE JUNIO DE 2023							
vehide-name	stops-count	delivered-quantity	star-time	end-time	time	travel-cost	travel-km
Vehículo 5T	4	4838	7:00:00	15:40:59.798	08:40:59.798	54,365	342,501
Vehículo 7T	3	6820	7:00:00	14:16:47.469	07:16:47.469	50,323	307,789
Vehículo 10T #2	8	9824	6:00:00	1d 06:11:09.595	1d 00:11:09.595	222,725	1.128,864
Vehículo 10T #3	5	9999	6:00:00	1d 07:48:45.439	1d 01:48:45.439	266,029	1.348,348
Vehículo 10T #4	6	9968	6:00:00	1d 04:47:44.673	22:47:44.673	220,624	1.118,216
Vehículo 10T #5	6	9609	6:00:00	1d 01:14:35.633	19:14:35.633	177,203	898,141
Vehículo 12T #2	13	11653	6:30:00	1d 10:10:48.613	1d 03:40:48.613	221,019	969,381
Vehículo 12T #3	9	10274	6:30:00	17:52:19.247	11:22:19.247	28,670	125,747
MARTES 20 JUNIO DE 2023							
vehide-name	stops-count	delivered-quantity	star-time	end-time	time	travel-cost	travel-km
Vehículo 5T	2	2783	7:00:00	10:20:10.021	03:20:10.021	13,305	83,840
Vehículo 10T #1	7	9600	6:00:00	1d 10:21:55.096	1d 04:21:55.096	264,063	1.338,382
Vehículo 10T #2	8	9720	6:00:00	1d 06:50:00.554	1d 00:50:00.554	223,154	1.131,039
Vehículo 10T #3	7	9590	6:00:00	1d 04:39:15.224	22:39:15.224	206,449	1.046,369
Vehículo 10T #4	9	9795	6:00:00	1d 06:49:43.531	1d 00:49:43.531	217,731	1.103,554
Vehículo 12T #1	7	11833	6:30:00	1d 02:55:27.902	20:25:27.902	207,964	912,123
Vehículo 12T #2	5	11831	6:30:00	1d 00:21:58.321	17:51:58.321	199,592	875,404
Vehículo 12T #3	10	11676	6:30:00	1d 17:32:52.229	1d 11:02:52.229	354,206	1.553,535
MIÉRCOLES 21 DE JUNIO DE 2023							
vehide-name	stops-count	delivered-quantity	star-time	end-time	time	travel-cost	travel-km
Vehículo 7T	4	6885	7:00:00	15:58:48.144	08:58:48.144	59,579	364,399
Vehículo 10T #1	6	9820	6:00:00	14:38:23.134	08:38:23.134	30,121	152,667
Vehículo 10T #2	7	9667	6:00:00	1d 02:14:21.900	20:14:21.900	178,124	902,808
Vehículo 10T #3	8	9654	6:00:00	1d 06:05:28.983	1d 00:05:28.983	219,121	1.110,599
Vehículo 10T #5	4	9477	6:00:00	11:26:47.373	05:26:47.373	16,185	82,031
Vehículo 12T #1	6	11989	6:30:00	1d 02:04:14.377	19:34:14.377	211,035	925,592
Vehículo 12T #2	9	11924	6:30:00	1d 15:40:32.960	1d 09:10:32.960	351,599	1.542,100
Vehículo 12T #3	3	5429	6:30:00	10:36:36.027	04:06:36.027	13,927	61,085
SÁBADO 24 DE JUNIO DE 2023							
vehide-name	stops-count	delivered-quantity	star-time	end-time	time	travel-cost	travel-km
Vehículo 10T #1	6	9860	6:00:00	1d 01:27:35.201	19:27:35.201	173,204	877,874
Vehículo 10T #2	4	9255	6:00:00	11:47:23.463	05:47:23.463	18,511	93,821
Vehículo 10T #3	10	9456	6:00:00	1d 05:49:20.658	23:49:20.658	184,209	933,652
Vehículo 10T #4	10	9984	6:00:00	1d 05:54:19.243	23:54:19.243	185,284	939,096
Vehículo 10T #5	5	9926	6:00:00	23:37:41.208	17:37:41.208	171,192	867,675
Vehículo 12T #1	10	11803	6:30:00	1d 14:06:25.948	1d 07:36:25.948	308,683	1.353,874
Vehículo 12T #2	6	11943	6:30:00	1d 01:39:47.575	19:09:47.575	204,898	898,673

LUNES 26 DE JUNIO DE 2023							
vehide-name	stops-count	delivered-quantity	star-time	end-time	time	travel-cost	travel-km
Vehículo 5T	2	3146	7:00:00	15:33:29.248	08:33:29.248	68,144	429,390
Vehículo 7T	3	6430	7:00:00	11:56:43.463	04:56:43.463	17,531	107,221
Vehículo 10T #2	5	8991	6:00:00	22:37:24.617	16:37:24.617	166,975	846,302
Vehículo 10T #3	6	9267	6:00:00	1d 08:54:47.908	1d 02:54:47.908	265,851	1.347,448
Vehículo 10T #4	6	9945	6:00:00	1d 04:38:12.830	22:38:12.830	219,646	1.113,259
Vehículo 10T #5	4	7183	6:00:00	11:19:39.505	05:19:39.505	14,886	75,446
Vehículo 12T #2	7	11987	6:30:00	1d 02:43:12.919	20:13:12.919	206,470	905,569
Vehículo 12T #3	7	11063	6:30:00	1d 02:48:32.391	20:18:32.391	207,308	909,245
SÁBADO 01 DE JULIO DE 2023							
vehide-name	stops-count	delivered-quantity	star-time	end-time	time	travel-cost	travel-km
Vehículo 10T #1	5	9811	6:00:00	17:28:20.900	11:28:20.900	89,253	452,374
Vehículo 10T #2	9	9795	6:00:00	1d 07:43:59.028	1d 01:43:59.028	221,830	1.124,327
Vehículo 10T #3	7	9924	6:00:00	1d 02:15:37.408	20:15:37.408	178,306	903,728
Vehículo 10T #4	8	9434	6:00:00	1d 11:28:40.505	1d 05:28:40.505	268,241	1.359,558
Vehículo 10T #5	11	9514	6:00:00	1d 09:00:19.651	1d 03:00:19.651	216,489	1.097,259
Vehículo 12T #1	7	11921	6:30:00	1d 03:06:05.038	20:36:05.038	213,172	934,966
DOMINGO 02 DE JULIO DE 2023							
vehide-name	stops-count	delivered-quantity	star-time	end-time	time	travel-cost	travel-km
Vehículo 5T	4	4733	7:00:00	15:22:49.455	08:22:49.455	49,505	311,943
Vehículo 7T	3	6941	7:00:00	10:51:35.399	03:51:35.399	8,264	50,543
Vehículo 10T #1	9	9716	6:00:00	1d 12:28:21.252	1d 06:28:21.252	265,513	1.345,730
Vehículo 10T #2	7	9185	6:00:00	15:52:04.823	09:52:04.823	30,363	153,890
Vehículo 10T #4	6	9322	6:00:00	1d 00:44:29.689	18:44:29.689	172,526	874,433
Vehículo 10T #5	11	9751	6:00:00	1d 06:42:00.254	1d 00:42:00.254	182,796	926,487
Vehículo 12T #1	9	11147	6:30:00	1d 07:00:27.600	1d 00:30:27.600	231,156	1.013,842
Vehículo 12T #2	8	11684	6:30:00	1d 04:12:32.025	21:42:32.025	209,601	919,304
MARTES 04 DE JULIO DE 2023							
vehide-name	stops-count	delivered-quantity	star-time	end-time	time	travel-cost	travel-km
Vehículo 10T #1	5	9725	6:00:00	23:53:07.075	17:53:07.075	176,644	895,307
Vehículo 10T #2	6	9769	6:00:00	1d 09:15:49.446	1d 03:15:49.446	266,296	1.349,701
Vehículo 10T #3	6	9711	6:00:00	17:12:28.843	11:12:28.843	70,575	357,702
Vehículo 10T #4	10	9764	6:00:00	1d 05:24:46.422	23:24:46.422	180,898	916,866
Vehículo 12T #1	6	11605	6:30:00	1d 04:13:42.844	21:43:42.844	234,164	1.027,036
Vehículo 12T #2	10	11889	6:30:00	1d 05:58:30.414	23:28:30.414	209,065	916,951
Vehículo 12T #3	8	11641	6:30:00	1d 07:48:43.139	1d 01:18:43.139	261,708	1.147,841
MARTES 11 DE JULIO DE 2023							
vehide-name	stops-count	delivered-quantity	star-time	end-time	time	travel-cost	travel-km
Vehículo 10T #1	9	9988	6:00:00	1d 04:37:37.448	22:37:37.448	181,169	918,240
Vehículo 10T #2	6	9780	6:00:00	18:32:17.753	12:32:17.753	89,465	453,448
Vehículo 10T #3	7	9946	6:00:00	14:58:12.139	08:58:12.139	21,260	107,753
Vehículo 10T #4	5	9941	6:00:00	16:31:47.342	10:31:47.342	77,731	393,973
Vehículo 12T #1	8	11936	6:30:00	1d 04:18:12.391	21:48:12.391	212,410	931,622
Vehículo 12T #2	12	11951	6:30:00	1d 19:25:03.509	1d 12:55:03.509	354,798	1.556,133
JUEVES 20 DE JULIO DE 2023							
vehide-name	stops-count	delivered-quantity	star-time	end-time	time	travel-cost	travel-km
Vehículo 7T	3	5846	7:00:00	11:16:20.014	04:16:20.014	11,662	71,324
Vehículo 10T #1	3	7495	6:00:00	10:23:16.780	04:23:16.780	16,054	81,366
Vehículo 10T #2	12	9951	6:00:00	1d 08:32:18.398	1d 02:32:18.398	194,974	988,212
Vehículo 10T #3	9	9988	6:00:00	1d 12:21:38.260	1d 06:21:38.260	266,084	1.348,629
Vehículo 10T #4	8	9978	6:00:00	1d 05:13:37.778	23:13:37.778	210,639	1.067,607
Vehículo 10T #5	8	9950	6:00:00	1d 04:04:06.120	22:04:06.120	186,903	947,304

VIERNES 04 DE AGOSTO DE 2023							
vehicle-name	stops-count	delivered-quantity	star-time	end-time	time	travel-cost	travel-km
Vehículo 5T	3	4488	7:00:00	16:58:45.219	09:58:45.219	71,389	449,836
Vehículo 7T	4	6290	7:00:00	12:12:56.962	05:12:56.962	12,454	76,169
Vehículo 10T #1	5	9665	6:00:00	1d00:00:14.758	18:00:14.758	176,831	896,256
Vehículo 10T #3	9	9934	6:00:00	1d10:01:20.217	1d04:01:20.217	256,971	1,302,440
Vehículo 10T #4	9	9841	6:00:00	1d04:58:04.174	22:58:04.174	187,717	951,431
Vehículo 10T #5	7	9822	6:00:00	1d10:32:47.770	1d04:32:47.770	271,385	1,375,493
Vehículo 12T #1	9	11806	6:30:00	1d05:51:42.896	23:21:42.896	218,364	957,735
SÁBADO 05 DE AGOSTO DE 2023							
vehicle-name	stops-count	delivered-quantity	star-time	end-time	time	travel-cost	travel-km
Vehículo 10T #1	8	9538	6:00:00	1d03:14:33.233	21:14:33.233	176,015	892,118
Vehículo 10T #2	6	7481	6:00:00	13:59:39.933	07:59:39.933	21,106	106,976
Vehículo 10T #3	7	9705	6:00:00	1d02:05:47.942	20:05:47.942	177,650	900,406
Vehículo 10T #4	5	9994	6:00:00	13:12:24.611	07:12:24.611	25,426	128,871
Vehículo 10T #5	8	9194	6:00:00	1d04:35:39.400	22:35:39.400	189,280	959,353
JUEVES 10 DE AGOSTO DE 2023							
vehicle-name	stops-count	delivered-quantity	star-time	end-time	time	travel-cost	travel-km
Vehículo 10T #1	2	4790	6:00:00	08:29:12.693	02:29:12.693	4,594	23,282
Vehículo 10T #3	7	9749	6:00:00	1d03:37:48.343	21:37:48.343	192,171	974,002
Vehículo 10T #4	13	9946	6:00:00	1d19:33:24.450	1d13:33:24.450	304,539	1,543,532
Vehículo 10T #5	4	9635	6:00:00	1d02:18:51.434	20:18:51.434	218,441	1,107,152
Vehículo 12T #1	12	11880	6:30:00	1d08:57:42.576	1d02:27:42.576	222,396	975,422
Vehículo 12T #2	6	11692	6:30:00	15:05:07.001	08:35:07.001	34,262	150,274
Vehículo 12T #3	4	11786	6:30:00	11:51:42.491	05:21:42.491	18,697	82,003
SÁBADO 19 DE AGOSTO DE 2023							
vehicle-name	stops-count	delivered-quantity	star-time	end-time	time	travel-cost	travel-km
Vehículo 5T	2	4753	7:00:00	13:09:02.614	06:09:02.614	50,019	315,178
Vehículo 10T #1	6	9901	6:00:00	1d03:22:39.217	21:22:39.217	214,833	1,088,864
Vehículo 10T #2	6	9905	6:00:00	1d12:00:26.106	1d06:00:26.106	302,409	1,532,739
Vehículo 10T #3	6	9967	6:00:00	1d04:11:54.952	22:11:54.952	216,260	1,096,096
Vehículo 10T #4	4	9064	6:00:00	10:42:19.883	04:42:19.883	5,479	27,771
Vehículo 10T #5	16	9910	6:00:00	1d23:19:32.208	1d17:19:32.208	318,305	1,613,305
Vehículo 12T #1	11	11822	6:30:00	19:57:22.682	13:27:22.682	29,589	129,775
VIERNES 25 DE AGOSTO DE 2023							
vehicle-name	stops-count	delivered-quantity	star-time	end-time	time	travel-cost	travel-km
Vehículo 5T	3	4370	7:00:00	13:29:59.592	06:29:59.592	39,452	248,597
Vehículo 7T	5	6992	7:00:00	16:19:33.627	09:19:33.627	47,035	287,678
Vehículo 10T #1	9	9986	6:00:00	1d07:31:53.814	1d01:31:53.814	221,001	1,120,129
Vehículo 10T #3	5	9190	6:00:00	17:13:50.722	11:13:50.722	86,624	439,045
Vehículo 10T #4	12	9229	6:00:00	1d10:06:26.600	1d04:06:26.600	209,609	1,062,389
Vehículo 10T #5	8	9830	6:00:00	1d11:01:52.542	1d05:01:52.542	264,689	1,341,558
Vehículo 12T #1	6	11703	6:30:00	1d02:02:09.809	19:32:09.809	213,267	935,382
DOMINGO 10 DE SEPTIEMBRE DE 2023							
vehicle-name	stops-count	delivered-quantity	star-time	end-time	time	travel-cost	travel-km
Vehículo 5T	3	4331	7:00:00	11:29:01.733	04:29:01.733	13,906	87,624
Vehículo 7T	4	6060	7:00:00	11:54:01.605	04:54:01.605	8,134	49,751
Vehículo 10T #1	8	9911	6:00:00	1d05:55:09.238	23:55:09.238	211,630	1,072,632
Vehículo 10T #2	10	9889	6:00:00	1d05:51:46.202	23:51:46.202	187,103	948,317
Vehículo 10T #4	15	9778	6:00:00	1d22:12:58.172	1d16:12:58.172	306,717	1,554,573
Vehículo 10T #5	4	8960	6:00:00	11:20:06.427	05:20:06.427	14,367	72,817
Vehículo 12T #1	8	11414	6:30:00	1d03:54:30.719	21:24:30.719	207,652	910,755
MIÉRCOLES 13 DE SEPTIEMBRE DE 2023							
vehicle-name	stops-count	delivered-quantity	star-time	end-time	time	travel-cost	travel-km
Vehículo 10T #1	4	9450	6:00:00	11:20:32.802	05:20:32.802	14,439	73,181
Vehículo 10T #2	6	8500	6:00:00	1d01:32:22.819	19:32:22.819	183,004	927,544
Vehículo 10T #3	10	9932	6:00:00	1d07:59:25.611	1d01:59:25.611	211,889	1,073,944
Vehículo 10T #5	6	8768	6:00:00	13:10:04.435	07:10:04.435	11,915	60,390
Vehículo 12T #1	9	11969	6:30:00	1d05:27:31.900	22:57:31.900	213,994	938,570
Vehículo 12T #2	16	11984	6:30:00	1d20:51:32.290	1d14:21:32.290	316,290	1,387,238

VIERNES 15 DE SEPTIEMBRE DE 2023							
vehide-name	stops-count	delivered-quantity	star-time	end-time	time	travel-cost	travel-km
Vehículo 5T	5	4826	7:00:00	16:56:50.800	09:56:50.800	56,913	358,617
Vehículo 7T	3	6913	7:00:00	11:17:20.502	04:17:20.502	13,067	79,918
Vehículo 10T #1	5	9905	6:00:00	1d 05:40:01.864	23:40:01.864	251,885	1.276,660
Vehículo 10T #3	4	9994	6:00:00	22:51:01.718	16:51:01.718	177,285	898,553
Vehículo 10T #4	8	9999	6:00:00	1d 13:15:38.689	1d 07:15:38.689	303,482	1.538,177
Vehículo 10T #5	6	9982	6:00:00	1d 01:28:35.247	19:28:35.247	184,193	933,566
Vehículo 12T #1	6	11914	6:30:00	1d 05:01:54.643	22:31:54.643	254,637	1.116,831
Vehículo 12T #2	10	11927	6:30:00	1d 08:36:57.472	1d 02:06:57.472	244,992	1.074,524
Vehículo 12T #3	11	11992	6:30:00	1d 13:50:07.418	1d 07:20:07.418	312,887	1.372,311
Vehículo 12T #4	9	11933	6:30:00	21:22:45.533	14:52:45.533	90,252	396,841
DOMINGO 17 DE SEPTIEMBRE DE 2023							
vehide-name	stops-count	delivered-quantity	star-time	end-time	time	travel-cost	travel-km
Vehículo 10T #1	10	9925	6:00:00	1d 05:36:41.242	23:36:41.242	182,175	923,338
Vehículo 10T #2	10	9833	6:00:00	1d 17:17:19.596	1d 11:17:19.596	313,742	1.590,178
Vehículo 10T #4	7	9524	6:00:00	1d 01:15:26.867	19:15:26.867	166,979	846,320
Vehículo 10T #5	4	9727	6:00:00	11:49:50.079	06:49:50.079	20,013	101,437
Vehículo 12T #1	5	10294	6:30:00	1d 00:33:48.912	18:03:48.912	206,527	905,819
Vehículo 12T #2	8	11845	6:30:00	1d 07:15:59.482	1d 00:45:59.482	254,209	1.114,950
VIERNES 29 DE SEPTIEMBRE DE 2023							
vehide-name	stops-count	delivered-quantity	star-time	end-time	time	travel-cost	travel-km
Vehículo 7T	2	6475	7:00:00	09:30:20.205	02:30:20.205	3,800	23,243
Vehículo 10T #1	5	9436	6:00:00	23:58:56.382	17:58:56.382	175,122	887,591
Vehículo 10T #3	3	6596	6:00:00	10:24:14.947	04:24:14.947	15,392	78,012
Vehículo 10T #4	11	9921	6:00:00	1d 08:11:30.471	1d 02:11:30.471	207,719	1.052,806
Vehículo 10T #5	7	9864	6:00:00	1d 10:19:13.446	1d 04:19:13.446	268,368	1.360,203
Vehículo 12T #1	7	11294	6:30:00	15:47:23.285	09:17:23.285	27,357	119,988
Vehículo 12T #2	7	11290	6:30:00	15:29:14.796	08:59:14.796	25,617	112,354
Vehículo 12T #3	8	11981	6:30:00	1d 04:23:35.572	21:53:35.572	217,501	953,951
MARTES 03 DE OCTUBRE DE 2023							
vehide-name	stops-count	delivered-quantity	star-time	end-time	time	travel-cost	travel-km
Vehículo 10T #1	7	9318	6:00:00	1d 10:01:50.275	1d 04:01:50.275	265,319	1.344,748
Vehículo 10T #2	3	9667	6:00:00	1d 00:34:27.674	18:34:27.674	209,612	1.062,404
Vehículo 10T #3	4	9752	6:00:00	23:14:18.439	17:14:18.439	178,421	904,314
Vehículo 10T #4	9	9674	6:00:00	1d 05:44:24.023	23:44:24.023	198,049	1.003,796
Vehículo 12T #1	4	11918	6:30:00	12:41:10.353	06:11:10.353	27,849	122,147
Vehículo 12T #2	9	11780	6:30:00	1d 05:25:19.897	22:55:19.897	213,117	934,722
Vehículo 12T #3	6	11968	6:30:00	1d 01:55:18.683	19:25:18.683	210,065	921,339
DOMINGO 15 DE OCTUBRE DE 2023							
vehide-name	stops-count	delivered-quantity	star-time	end-time	time	travel-cost	travel-km
Vehículo 5T	2	4694	7:00:00	15:46:24.943	08:46:24.943	70,955	447,104
Vehículo 10T #1	8	9776	6:00:00	1d 05:18:14.922	23:18:14.922	202,253	1.025,105
Vehículo 10T #2	6	9802	6:00:00	1d 01:12:17.581	19:12:17.581	178,245	903,420
Vehículo 10T #4	10	9900	6:00:00	1d 05:29:25.934	23:29:25.934	179,267	908,600
Vehículo 10T #5	11	9938	6:00:00	1d 17:51:43.448	1d 11:51:43.448	307,934	1.560,739
Vehículo 12T #1	9	11994	6:30:00	1d 05:12:29.813	22:42:29.813	208,371	913,908
MIÉRCOLES 18 DE OCTUBRE DE 2023							
vehide-name	stops-count	delivered-quantity	star-time	end-time	time	travel-cost	travel-km
Vehículo 7T	2	2803	7:00:00	09:30:48.584	02:30:48.584	4,299	26,296
Vehículo 10T #1	6	9831	6:00:00	1d 02:06:31.347	20:06:31.347	188,923	957,543
Vehículo 10T #2	10	9964	6:00:00	1d 18:33:37.435	1d 12:33:37.435	331,514	1.680,256
Vehículo 10T #3	7	9691	6:00:00	15:24:56.818	09:24:56.818	23,117	117,166
Vehículo 10T #5	6	9164	6:00:00	1d 00:14:38.021	18:14:38.021	166,720	845,010
Vehículo 12T #1	10	11983	6:30:00	1d 06:39:47.413	1d 00:09:47.413	216,903	951,329
Vehículo 12T #2	10	11887	6:30:00	1d 06:42:08.432	1d 00:12:08.432	217,241	952,814

JUEVES 19 DE OCTUBRE DE 2023							
vehide-name	stops-count	delivered-quantity	star-time	end-time	time	travel-cost	travel-km
Vehículo 10T #1	8	9039	6:00:00	1d 03:25:52.121	21:25:52.121	177,985	902,102
Vehículo 10T #2	5	9434	6:00:00	12:49:02.038	06:49:02.038	19,803	100,372
Vehículo 10T #3	10	9643	6:00:00	1d 08:14:41.382	1d 02:14:41.382	211,739	1.073,184
Vehículo 10T #4	3	8168	6:00:00	09:51:56.796	03:51:56.796	9,802	49,683
Vehículo 10T #5	7	9961	6:00:00	1d 02:38:35.375	20:38:35.375	181,595	920,400
Vehículo 12T #1	8	11478	6:30:00	1d 03:46:09.560	21:16:09.560	202,260	887,107
Vehículo 12T #3	10	11649	6:30:00	1d 13:45:32.453	1d 07:15:32.453	302,677	1.327,532
MARTES 31 DE OCTUBRE DE 2023							
vehide-name	stops-count	delivered-quantity	star-time	end-time	time	travel-cost	travel-km
Vehículo 10T #1	4	9774	6:00:00	22:40:08.264	16:40:08.264	174,112	882,474
Vehículo 10T #2	10	9805	6:00:00	1d 05:55:00.644	23:55:00.644	186,978	947,683
Vehículo 10T #3	3	7490	6:00:00	09:28:52.907	03:28:52.907	3,823	19,378
Vehículo 10T #4	6	9586	6:00:00	1d 02:22:38.536	20:22:38.536	188,352	954,645
Vehículo 12T #1	5	8245	6:30:00	13:39:27.011	07:09:27.011	27,445	120,372
Vehículo 12T #2	7	11833	6:30:00	1d 03:14:15.180	20:44:15.180	211,703	928,522
Vehículo 12T #3	5	11364	6:30:00	1d 00:16:19.254	17:46:19.254	201,363	883,172
Vehículo 12T #4	10	11743	6:30:00	1d 14:12:55.414	1d 07:42:55.414	310,785	1.363,091
SÁBADO 18 DE NOVIEMBRE DE 2023							
vehide-name	stops-count	delivered-quantity	star-time	end-time	time	travel-cost	travel-km
Vehículo 10T #1	9	9994	6:00:00	1d 14:10:52.660	1d 08:10:52.660	291,783	1.478,881
Vehículo 10T #2	6	9968	6:00:00	14:21:59.066	08:21:59.066	27,299	138,362
Vehículo 10T #3	8	9920	6:00:00	1d 04:21:44.293	22:21:44.293	188,124	953,491
Vehículo 10T #4	11	9519	6:00:00	1d 09:47:23.912	1d 03:47:23.912	219,353	1.111,775
Vehículo 10T #5	5	9543	6:00:00	1d 00:57:20.649	18:57:20.649	186,915	947,364
Vehículo 12T #1	6	11807	6:30:00	1d 01:49:54.348	19:19:54.348	211,524	927,738
Vehículo 12T #2	5	10659	6:30:00	13:26:43.661	06:56:43.661	23,883	104,749
Vehículo 12T #3	11	11682	6:30:00	1d 07:57:10.961	1d 01:27:10.961	219,010	960,571
LUNES 20 DE NOVIEMBRE DE 2023							
vehide-name	stops-count	delivered-quantity	star-time	end-time	time	travel-cost	travel-km
Vehículo 5T	3	2886	7:00:00	10:52:58.894	03:52:58.894	7,754	48,860
Vehículo 7T	6	6728	7:00:00	14:45:06.452	07:45:06.452	16,102	98,483
Vehículo 10T #2	9	9946	6:00:00	1d 04:41:40.045	22:41:40.045	183,682	930,979
Vehículo 10T #3	5	9911	6:00:00	22:56:25.173	16:56:25.173	160,448	813,218
Vehículo 10T #4	8	9879	6:00:00	1d 05:17:29.330	23:17:29.330	210,138	1.065,071
Vehículo 10T #5	7	9847	6:00:00	1d 10:29:28.371	1d 04:29:28.371	269,532	1.366,104
Vehículo 12T #2	7	10752	6:30:00	1d 02:25:55.870	19:55:55.870	200,913	881,197
VIERNES 24 DE NOVIEMBRE DE 2023							
vehide-name	stops-count	delivered-quantity	star-time	end-time	time	travel-cost	travel-km
Vehículo 7T	4	4985	7:00:00	12:47:56.625	06:47:56.625	16,449	100,606
Vehículo 10T #1	7	9799	6:00:00	1d 02:16:11.450	20:16:11.450	175,609	890,063
Vehículo 10T #3	6	9288	6:00:00	1d 11:44:41.885	1d 05:44:41.885	298,103	1.510,915
Vehículo 10T #4	7	9974	6:00:00	1d 03:11:01.486	21:11:01.486	188,682	956,322
Vehículo 10T #5	12	9633	6:00:00	1d 08:11:02.906	1d 02:11:02.906	186,676	946,154
Vehículo 12T #1	7	9331	6:30:00	15:20:21.737	08:50:21.737	21,004	92,124
Vehículo 12T #2	8	11928	6:30:00	1d 03:49:23.367	21:19:23.367	200,418	879,028
MIÉRCOLES 29 DE NOVIEMBRE DE 2023							
vehide-name	stops-count	delivered-quantity	star-time	end-time	time	travel-cost	travel-km
Vehículo 10T #1	7	9979	6:00:00	15:18:48.267	09:18:48.267	23,995	121,617
Vehículo 10T #2	6	9881	6:00:00	18:28:18.258	12:28:18.258	88,810	450,127
Vehículo 10T #3	5	9101	6:00:00	11:28:08.484	05:28:08.484	3,450	17,484
Vehículo 10T #5	13	9560	6:00:00	1d 11:44:20.985	1d 05:44:20.985	220,254	1.116,341
Vehículo 12T #1	6	11084	6:30:00	1d 02:14:05.084	19:44:05.084	212,322	931,237
Vehículo 12T #2	9	11751	6:30:00	1d 13:00:36.338	1d 06:30:36.338	309,377	1.356,917
Vehículo 12T #3	8	11723	6:30:00	1d 04:01:19.817	21:31:19.817	209,793	920,144

MIÉRCOLES 06 DE DICIEMBRE DE 2023							
vehicle-name	stops-count	delivered-quantity	star-time	end-time	time	travel-cost	travel-km
Vehículo 7T	2	6086	7:00:00	16:34:36.469	09:34:36.469	82,450	504,282
Vehículo 10T #1	9	9469	6:00:00	1d 04:23:42.089	22:23:42.089	181,174	918,266
Vehículo 10T #2	9	8915	6:00:00	1d 12:34:56.448	1d 06:34:56.448	266,687	1.351,683
Vehículo 10T #3	4	9110	6:00:00	11:24:25.755	05:24:25.755	14,415	73,061
Vehículo 10T #5	9	9097	6:00:00	1d 04:22:58.986	22:22:58.986	177,944	901,898
Vehículo 12T #1	6	11234	6:30:00	1d 04:04:46.496	21:34:46.496	234,853	1.030,056
Vehículo 12T #2	4	10718	6:30:00	16:42:09.839	10:12:09.839	100,372	440,229
DOMINGO 10 DE DICIEMBRE DE 2023							
vehicle-name	stops-count	delivered-quantity	star-time	end-time	time	travel-cost	travel-km
Vehículo 7T	3	6522	7:00:00	16:10:50.566	09:10:50.566	74,050	452,902
Vehículo 10T #1	6	9110	6:00:00	1d 00:50:36.506	18:50:36.506	175,184	887,906
Vehículo 10T #2	6	9973	6:00:00	1d 01:47:47.937	19:47:47.937	187,213	948,874
Vehículo 10T #4	12	8931	6:00:00	1d 15:39:49.822	1d 09:39:49.822	268,407	1.360,402
Vehículo 10T #5	6	9865	6:00:00	13:54:58.300	07:54:58.300	19,719	99,945
Vehículo 12T #1	3	10238	6:30:00	10:52:45.807	04:22:45.807	20,704	90,808
Vehículo 12T #2	7	11953	6:30:00	1d 05:26:32.510	22:56:32.510	243,431	1.067,681
Vehículo 12T #4	13	11326	6:30:00	1d 09:23:10.789	1d 02:53:10.789	210,996	925,419
MIÉRCOLES 13 DE DICIEMBRE DE 2023							
vehicle-name	stops-count	delivered-quantity	star-time	end-time	time	travel-cost	travel-km
Vehículo 10T #1	7	9997	6:00:00	15:20:16.416	09:20:16.416	21,465	108,792
Vehículo 10T #2	8	9897	6:00:00	1d 04:13:40.982	22:13:40.982	189,992	962,958
Vehículo 10T #3	7	9678	6:00:00	1d 04:43:51.342	22:43:51.342	218,537	1.107,638
Vehículo 10T #5	7	9834	6:00:00	1d 12:48:18.382	1d 06:48:18.382	297,522	1.507,969
Vehículo 12T #1	8	11958	6:30:00	1d 03:47:42.450	21:17:42.450	207,480	909,998
Vehículo 12T #2	6	11676	6:30:00	1d 01:46:10.645	19:16:10.645	206,767	906,873
MIÉRCOLES 20 DE DICIEMBRE DE 2023							
vehicle-name	stops-count	delivered-quantity	star-time	end-time	time	travel-cost	travel-km
Vehículo 7T	2	4209	7:00:00	0,291666667	08:47:46.418	72,475	443,273
Vehículo 10T #1	9	8957	6:00:00	0,25	23:23:19.187	188,071	953,224
Vehículo 10T #2	7	9766	6:00:00	0,25	20:54:17.377	188,981	957,835
Vehículo 10T #3	9	9468	6:00:00	0,25	1d 06:27:53.848	270,569	1.371,361
Vehículo 10T #5	6	9259	6:00:00	0,25	12:35:42.722	89,205	452,131
Vehículo 12T #1	6	11970	6:30:00	0,270833333	19:04:58.794	205,677	902,094
Vehículo 12T #2	8	11873	6:30:00	0,270833333	21:16:42.045	203,956	894,546
LUNES 25 DE DICIEMBRE DE 2023							
vehicle-name	stops-count	delivered-quantity	star-time	end-time	time	travel-cost	travel-km
Vehículo 5T	2	4709	7:00:00	09:29:04.443	02:29:04.443	3,900	24,577
Vehículo 7T	4	6850	7:00:00	12:52:08.856	05:52:08.856	15,044	92,014
Vehículo 10T #2	7	9959	6:00:00	1d 02:39:16.620	20:39:16.620	185,894	942,187
Vehículo 10T #3	6	9711	6:00:00	1d 01:11:49.150	19:11:49.150	175,939	891,734
Vehículo 10T #4	5	9095	6:00:00	17:24:40.271	11:24:40.271	88,238	447,228
Vehículo 10T #5	7	9894	6:00:00	1d 12:38:26.943	1d 06:38:26.943	300,042	1.520,739
Vehículo 12T #2	8	11982	6:30:00	1d 14:16:14.742	1d 07:46:14.742	343,621	1.507,110
Vehículo 12T #3	10	11678	6:30:00	1d 05:41:52.650	23:11:52.650	203,331	891,801