



UNIVERSIDAD INDOAMÉRICA
FACULTAD DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y PRODUCCIÓN
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

TEMA:

**PROPUESTA DE UN MODELO LOGÍSTICO PARA OPTIMIZACIÓN
DEL TIEMPO DE ENTREGA DE CABLES DE LA EMPRESA
CABLEAUTO UBICADO EN LA CIUDAD DE IBARRA**

Trabajo de Integración Curricular previo a la obtención del título de Ingeniero Industrial

Autor

Tapia Vargas Galo Ricardo

Tutor

MSc. Suárez Del Villar Labastida Alexis

QUITO– ECUADOR
2023

**AUTORIZACIÓN POR PARTE DEL AUTOR PARA LA CONSULTA,
REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL, Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA
DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**

Yo Tapia Vargas Galo Ricardo, declaro ser autor del Trabajo de Integración Curricular con el nombre “**PROPUESTA DE UN MODELO LOGÍSTICO PARA OPTIMIZACIÓN DEL TIEMPO DE ENTREGA DE CABLES DE LA EMPRESA CABLEAUTO UBICADO EN LA CIUDAD DE IBARRA**”, como requisito para optar al grado de Ingeniero Industrial y autorizo al Sistema de Bibliotecas de la Universidad Tecnológica Indoamérica, para que con fines netamente académicos divulgue esta obra a través del Repositorio Digital Institucional (RDI-UTI).

Los usuarios del RDI-UTI podrán consultar el contenido de este trabajo en las redes de información del país y del exterior, con las cuales la Universidad tenga convenios. La Universidad Tecnológica Indoamérica no se hace responsable por el plagio o copia del contenido parcial o total de este trabajo.

Del mismo modo, acepto que los Derechos de Autor, Morales y Patrimoniales, sobre esta obra, serán compartidos entre mi persona y la Universidad Tecnológica Indoamérica, y que no tramitaré la publicación de esta obra en ningún otro medio, sin autorización expresa de la misma. En caso de que exista el potencial de generación de beneficios económicos o patentes, producto de este trabajo, acepto que se deberán firmar convenios específicos adicionales, donde se acuerden los términos de adjudicación de dichos beneficios.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Quito, a los 10 días del mes de octubre de 2023, firmo conforme:

Autor: Tapia Vargas Galo Ricardo
Firma:
Número de Cédula: 100382603-7
Dirección: Imbabura, Ibarra, San Blas.
Correo Electrónico: gtapia3@indoamerica.edu.ec
Teléfono: 0989381186

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Trabajo de Integración Curricular “**PROPUESTA DE UN MODELO LOGÍSTICO PARA OPTIMIZACIÓN DEL TIEMPO DE ENTREGA DE CABLES DE LA EMPRESA CABLEAUTO UBICADO EN LA CIUDAD DE IBARRA**” presentado por Tapia Vargas Galo Ricardo para optar por el Título Ingeniero Industrial,

CERTIFICO

Que dicho Trabajo de Integración Curricular ha sido revisado en todas sus partes y considero que reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte los Lectores que se designe.

Quito, 10 de octubre del 2023

.....

MSc. Suárez Del Villar Labastida Alexis

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Quien suscribe, declaro que los contenidos y los resultados obtenidos en el presente Trabajo de Integración Curricular, como requerimiento previo para la obtención del Título de Ingeniería Industrial, son absolutamente originales, auténticos y personales y de exclusiva responsabilidad legal y académica del autor

Quito, 10 de octubre del 2023



.....

Tapia Vargas Galo Ricardo
100382603-7

APROBACIÓN DE LECTORES

El Trabajo de Integración Curricular ha sido revisado, aprobado y autorizada su impresión y empastado, sobre el Tema: PROPUESTA DE UN MODELO LOGÍSTICO PARA OPTIMIZACIÓN DEL TIEMPO DE ENTREGA DE CABLES DE LA EMPRESA CABLEAUTO UBICADO EN LA CIUDAD DE IBARRA, previo a la obtención del Título de Ingeniería Industrial, reúne los requisitos de fondo y forma para que el estudiante pueda presentarse a la sustentación del Trabajo de Integración Curricular.

Quito, 10 de octubre del 2023

.....

MSc. Espejo Viñan Hernan Fabricio
LECTOR

.....

MSc. Alvarez Sanchez Ana
LECTOR

DEDICATORIA

A través de este estudio de integración curricular, quiero dedicar un sincero reconocimiento a todas las personas e inspiraciones que han iluminado mi camino para este desafío académico.

A mis padres y seres queridos, por su inquebrantable, apoyo y aliento incondicional hacia este arduo recorrido. Sus palabras de aliento y paciencia infinita fueron la fuerza motriz que me impulsó a seguir adelante en los momentos de duda y dificultad.

A mis profesores y mentores, cuya sabiduría y orientación han sido fundamentales para mi crecimiento intelectual. Gracias por su compromiso en transmitir conocimiento y por desafiarme constantemente a expandir mis horizontes académicos.

AGRADECIMIENTO

En este momento de culminación académica, quiero expresar mi profundo agradecimiento a todas las personas e instituciones como CABLEAUTO me ayudaron a la realización de este proyecto.

Quiero agradecer a mi tutor, MSc. Suárez Del Villar Labastida Alexis, por su apoyo constante y sabios consejos a lo largo de este proceso de investigación.

Agradezco a todos los profesores y académicos que, a lo largo de mi trayectoria estudiantil, compartieron sus conocimientos y experiencia, y me brindaron una educación integral que sentó las bases para este logro.

Por último, dedico este agradecimiento a todas las personas anónimas que, de una u otra manera, forman parte de la vasta comunidad académica y científica.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

| | |
|---|------|
| PORTADA | i |
| AUTORIZACIÓN POR PARTE DEL AUTOR PARA LA CONSULTA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL, Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR..... | ii |
| APROBACIÓN DEL TUTOR..... | iii |
| DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD | iv |
| APROBACIÓN DE LECTORES..... | v |
| DEDICATORIA | vi |
| AGRADECIMIENTO | vii |
| ÍNDICE DE CONTENIDOS..... | viii |
| ÍNDICE DE TABLAS..... | ix |
| ÍNDICE DE FIGURAS | x |
| ÍNDICE DE ANEXOS | xi |
| CAPÍTULO I..... | 14 |
| INTRODUCCIÓN | 14 |
| ANTECEDENTES..... | 17 |
| JUSTIFICACIÓN | 19 |
| OBJETIVO GENERAL..... | 21 |
| OBJETIVOS ESPECÍFICOS | 22 |
| CAPÍTULO II INGENIERÍA DEL PROYECTO | 23 |
| DIAGNOSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA..... | 23 |
| ÁREA DE ESTUDIO..... | 8 |
| MODELO OPERATIVO | 9 |
| DESARROLLO DEL MODELO OPERATIVO | 10 |
| CAPÍTULO III PROPUESTA Y RESULTADOS ESPERADOS | 13 |
| DESARROLLO DE LA PROPUESTA | 13 |
| RESULTADOS ESPERADOS | 47 |
| CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES..... | 49 |
| ANÁLISIS DE COSTOS | 51 |
| CAPÍTULO IV..... | 55 |
| CONCLUSIONES | 55 |
| RECOMENDACIONES..... | 56 |
| BIBLIOGRAFÍAS..... | 57 |
| ANEXOS..... | 60 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | | |
|-----------------|--|----|
| Tabla 1 | Tabla comparativa de pedidos | 24 |
| Tabla 2 | Fallos frecuentes en el proceso de distribución | 1 |
| Tabla 3 | Resultados de la pregunta número 1..... | 3 |
| Tabla 4 | Resultados de la pregunta número 2 | 4 |
| Tabla 5 | Resultados de la pregunta número 3 | 4 |
| Tabla 6 | Resultados de la pregunta número 4 | 5 |
| Tabla 7 | Resultados de la pregunta número 5..... | 6 |
| Tabla 8 | Resultados de la pregunta número 6 | 6 |
| Tabla 9 | Datos para calcular el costo por kilómetro | 18 |
| Tabla 10 | Datos iniciales de distancias, tiempo, costos | 32 |
| Tabla 11 | Matriz de distancias triangular | 33 |
| Tabla 12 | Matriz completa de distancias del método Clarkle and Wright | 34 |
| Tabla 13 | Matriz de ahorros del método Clarke and Wright | 36 |
| Tabla 14 | Demanda de cada cliente y la capacidad del vehículo | 37 |
| Tabla 15 | Capacidad de carga del vehículo y peso del producto | 38 |
| Tabla 16 | Demostración de la ruta optima 1 | 39 |
| Tabla 17 | Demostración de la ruta optima 2 | 40 |
| Tabla 18 | Análisis de la ruta 1..... | 44 |
| Tabla 19 | Análisis de la ruta 2 | 44 |
| Tabla 20 | Hoja de rutas optimizada | 46 |
| Tabla 21 | Comparación de datos obtenidos antes y después..... | 47 |
| Tabla 22 | Implementación de la propuesta | 49 |
| Tabla 23 | Análisis de inversión en cada trabajador de la empresa CABLEAUTO | 51 |
| Tabla 24 | Calculo de costos por hora de la empresa CABLEAUTO | 52 |
| Tabla 25 | Costo de la capacitación..... | 53 |
| Tabla 26 | Costos de la fase de desarrollo e implementación..... | 54 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | | |
|------------------|---|----|
| Figura 1 | Estadística mundial en desempeño logístico | 14 |
| Figura 2 | Situación del Ecuador en los servicios logísticos y de transporte | 16 |
| Figura 3 | Diagrama de Pareto de rutas con más fallos | 25 |
| Figura 4 | Modelo operativo..... | 10 |
| Figura 5 | Movimiento de los costos de mantenimiento del 2022..... | 14 |
| Figura 6 | Movimiento de los gastos en gasolina del 2022 | 15 |
| Figura 7 | Movimientos de peajes y multas del 2022..... | 16 |
| Figura 8 | Movimientos del seguro y kilometraje del 2022..... | 16 |
| Figura 9 | Distancia que recorrió el vehículo del origen al cliente A..... | 20 |
| Figura 10 | Distancia que recorrió el vehículo del origen al cliente B..... | 21 |
| Figura 11 | Distancia que recorrió el vehículo del origen al cliente C..... | 22 |
| Figura 12 | Distancia que recorrió el vehículo del origen al cliente D..... | 23 |
| Figura 13 | Distancia que recorrió el vehículo del origen al cliente E | 24 |
| Figura 14 | Distancia que recorrió el vehículo del origen al cliente F | 25 |
| Figura 15 | Distancia que recorrió el vehículo del origen al cliente G..... | 26 |
| Figura 16 | Distancia que recorrió el vehículo del origen al cliente H | 27 |
| Figura 17 | Distancia que recorrió el vehículo del origen al cliente I | 28 |
| Figura 18 | Distancia que recorrió el vehículo del origen al cliente J | 29 |
| Figura 19 | Distancia que recorrió el vehículo del origen al cliente K..... | 30 |
| Figura 20 | Ubicación de los clientes donde se entregan los pedidos..... | 41 |
| Figura 21 | Propuesta de la ruta 1 que se obtuvo del método Clarke and Wright | 42 |
| Figura 22 | Propuesta de la ruta 2 que se obtuvo del método Clarke and Wright | 43 |
| Figura 23 | Diagrama de Gantt de la implementación de la propuesta | 50 |

ÍNDICE DE ANEXOS

| | | |
|-----------------|---|----|
| Anexo 1 | Empresa motivo de estudio | 60 |
| Anexo 2 | Registro que lleva el jefe de área con datos de la empresa..... | 61 |
| Anexo 3 | Observaciones realizadas por el departamento..... | 62 |
| Anexo 4 | Encuesta numero 1 realizada al personal de la empresa. | 63 |
| Anexo 5 | Realizada al segundo operario. | 64 |
| Anexo 6 | Realizada al tercer operario. | 65 |
| Anexo 7 | Realizada al cuarto trabajador | 66 |
| Anexo 8 | Quinto trabajador que lleno la encuesta. | 67 |
| Anexo 9 | Encuesta realizado al último trabajador. | 68 |
| Anexo 10 | Aprobación de abstract del departamento de idiomas | 69 |

UNIVERSIDAD INDOAMÉRICA
FACULTAD DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y PRODUCCIÓN
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

TEMA: PROPUESTA DE UN MODELO LOGÍSTICO PARA OPTIMIZACIÓN DEL TIEMPO DE ENTREGA DE CABLES DE LA EMPRESA CABLEAUTO UBICADO EN LA CIUDAD DE IBARRA

AUTOR: Tapia Vargas Galo Ricardo

TUTOR: MSc. Suárez Del villar
Labastida Alexis

RESUMEN EJECUTIVO

La eficiente distribución de productos es esencial para optimizar recurso como tiempos de entrega, costos, mejorar la satisfacción del cliente y aumentar la competitividad en el mercado. Para solventar esta problemática, se propone un modelo logístico para mejorar continuamente el servicio, tomando en cuenta la importancia de este tema se trabaja con los objetivos planteados en la empresa CABLEAUTO que mediante la heurística de Clarke and Wright se diseñó rutas más óptimas, dando como resultado una situación inicial de 409,2 kilómetros recorridos en un tiempo de 1096 minutos o 18,26 horas sin rutas establecidas ni una carga establecida, con la aplicación del método se obtuvo dos rutas con capacidad de carga en el vehículo de 44 unidades en cada ruta con un recorrido total de 172 kilómetros con una disminución del 58% con respecto al recorrido inicial y un tiempo de 382 minutos o 6,36 horas con una gran diferencia al estado inicial que disminuyó un 65% y de igual manera el costo del recorrido tuvo una disminución del 58% en comparación al costo inicial, y para realizar las entregas en un orden establecido se realizó una hoja de rutas que cumplan con el recorrido de las rutas y que puedan anotar las observaciones necesarias.

DESCRIPTORES: Gestión, logística, optimización, planeación.

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIA Y PRODUCCIÓN
CARRERA INGENIERÍA INDUSTRIAL

TEMA: PROPOSAL OF A LOGISTIC MODEL FOR OPTIMIZATION OF DELIVERY TIME FOR CABLES AT CABLEAUTO COMPANY LOCATED IN THE CITY OF IBARRA

AUTOR: Tapia Vargas Galo Ricardo

TUTOR: MSc. Suárez Del Villar Labastida
Alexis

ABSTRACT

The efficient distribution of products is essential to optimize resources such as delivery times, costs, improve customer satisfaction, and increase competitiveness in the market. To address this issue, a logistics model is proposed to continuously improve the service, taking into account the importance of this topic. The model is applied to the goals set by the company CABLEAUTO. Using the Clarke and Wright heuristic, more optimal routes were designed, resulting in an initial situation of 409.2 kilometers traveled in 1096 minutes or 18.26 hours without established routes or a fixed load. With the application of the method, two routes were obtained, each with a vehicle load capacity of 44 units, covering a total distance of 172 kilometers. This represented a 58% reduction compared to the initial route, with a time of 382 minutes or 6.36 hours. This is a significant improvement compared to the initial state, which decreased by 65%. Similarly, the cost of the route decreased by 58% compared to the initial cost. To facilitate deliveries in a specified order, a route sheet was created to ensure compliance with the route sequence and allow for necessary annotations.

DESCRIPTORS: Management, logistics, optimization, planning.

Anexo 10
Aprobación de abstract del departamento de idiomas

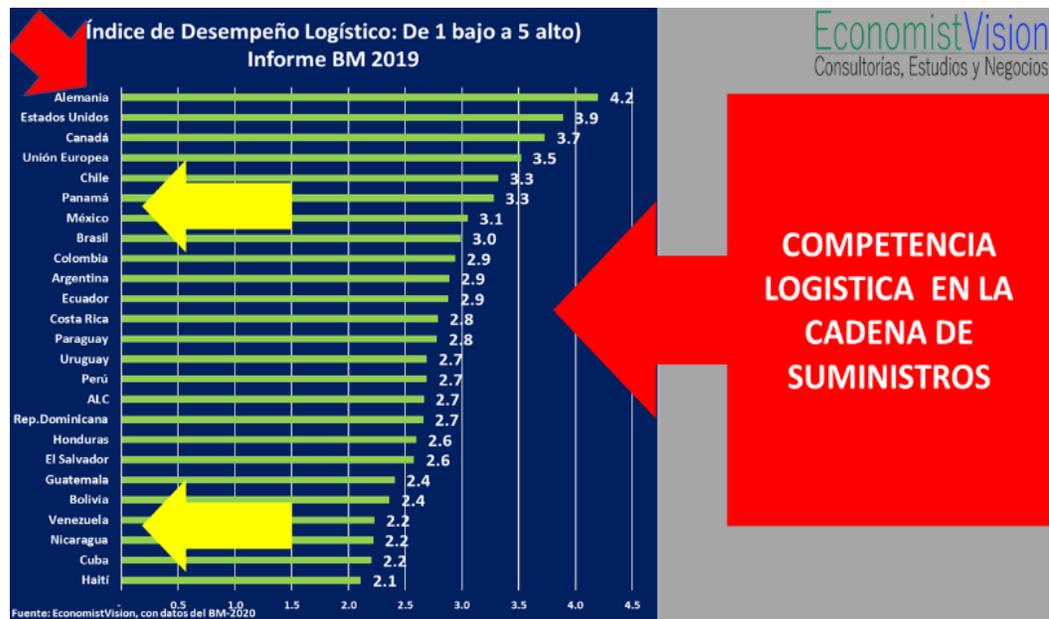
CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

En el contexto macro se enmarca el estudio mundial sobre los modelos logísticos eficientes para la entrega del producto en las organizaciones y como su incidencia puede llegar a optimizar los tiempos. A continuación, se muestra una figura que detalla los países con mejor gestión logística eficientes en 2019 tomando esta información de (Vision, 2022).

Figura 1

Estadística mundial en desempeño logístico



Nota: Datos estadísticos del año 2020 y el país con puntuación más alta el Alemania con 4,2 y si nos fijamos en Ecuador posee una puntuación de 2,9 que de igual manera hay que tener cuenta todos factores que influyeron con la pandemia, guerras entre otras.

Los modelos logísticos son un conjunto de procesos de gran importancia que han ido mejorando constantemente a lo largo de este siglo XXI según (Jama - Bermello, 2019), siendo el objetivo general el amplio nivel de cumplimiento hacia los consumidores, mediante los modelos de entregas sin defectos y cumpliendo los tiempos establecidos.

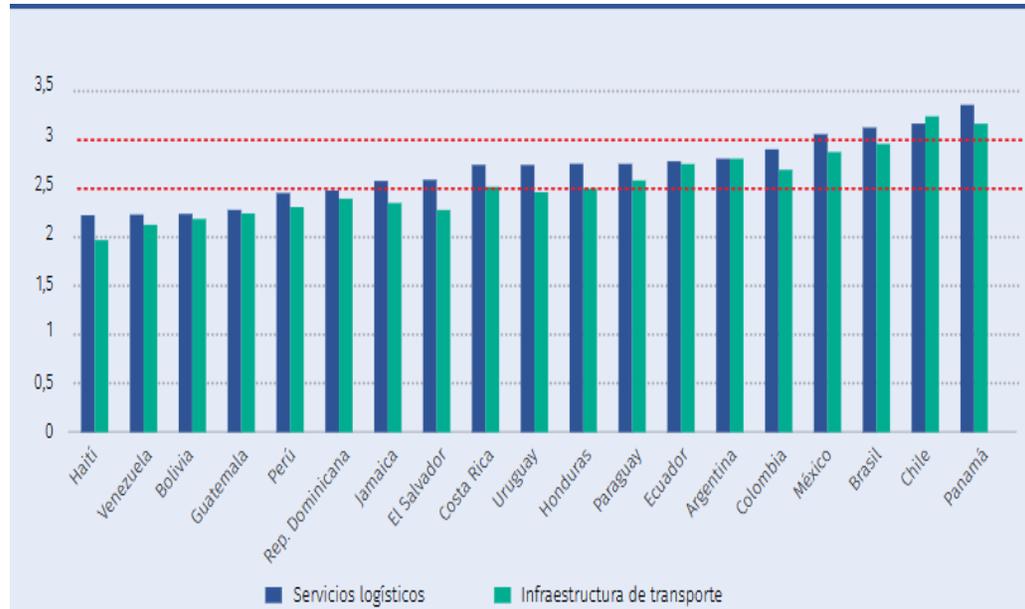
Como se menciona en (Boero, 2020) que un modelo logístico tiene como objetivo conseguir el mejor rendimiento integral mediante el uso de las inversiones como son los equipos, la eficiencia del trabajador y los abastecimientos al cliente de la materia prima, las metodologías aplicadas que están inmiscuidos en el proceso y productos ya terminados asegurando una continuidad eficiente del producto sin tiempos ineficientes.

También (Vasquez -Quinchimbla, 2021) menciona que es relevante la importancia de la optimización de los tiempos de entrega que se puede aplicar a cualquier sector industrial ya que cumple un rol importante cuando se trata de que el producto primario ingrese a las distintas etapas para llegar a tiempo a las manos del cliente.

Es importante destacar la situación en el Ecuador, sobre modelos logísticos que han ido mejorando por el mismo hecho que influyen en la satisfacción del cliente garantizando que el producto y los recursos sean utilizados al máximo ya que al hablar sobre el servicio y la infraestructura de transporte tenemos un puntaje de calidad como se ve en la siguiente imagen tomada de (Calatayud & Montes, 2021).

Figura 2

Situación del Ecuador en los servicios logísticos y de transporte



Nota: Dato estadístico que se tomó para demostrar la calidad del servicio logístico en el Ecuador en comparación a los países de América Latina y el Caribe por sus siglas ALC del año 2021.

Si no disponen de una gestión logística eficiente no se reflejará al momento del ahorro de costos que influyen en la logística ya que en Latinoamérica se toma más en cuenta la aplicación de métodos y herramientas para mantenerse al día en las modalidades de la entrega del producto siendo un modelo eficiente.

La situación de la empresa CABLEAUTO con respecto a modelos logísticos no se encuentran totalmente en un alto nivel competitivo por lo que debe mantenerse en un buen nivel para obtener buenos resultados y la satisfacción del cliente por lo cual la empresa debe adaptarse a nuevas metodologías y aplicación de métodos para

mejorar la eficiencia en el tiempo de entrega como también lo hace mención (Jama - Bermello, 2019) con respecto a la mejora de procesos logísticos.

Una vez identificados los problemas es posible aplicar modelos logísticos para mejorar la eficiencia de los tiempos de entrega y aumentar las ganancias. Además, es importante tener en cuenta que la implementación de modelos logísticos requiere de una gestión adecuada del cambio en una empresa que este orientada a la mejora continua y la innovación de los procesos.

Según (Jama -Bermello, 2019) hay que destacar lo importante de la comunicación en un departamento de distribución y logística ya que son vitales para asegurar la eficiencia y rentabilidad de una empresa. Se logra estableciendo canales de comunicación efectivos entre los diferentes miembros del equipo y áreas de la empresa en donde las estrategias para mejorar la coordinación y comunicación incluyen utilizar herramientas de gestión de proyectos, establecer diagramas, y capacitar al personal en temas relevantes. Estas acciones contribuyen a garantizar una comunicación fluida, un conocimiento compartido y una mejora continua en el departamento de distribución y logística.

ANTECEDENTES

La organización CABLEAUTO ubicada en la ciudad de Ibarra desde hace 20 años atrás comenzó sus actividades de trabajo y ha ido creciendo estructuralmente y productivamente en donde hay departamentos como el de distribución y logística

con bajos índices de cumplimiento en las entregas del producto para el abastecimiento del cliente.

En este caso la empresa debe estar sujeta a mejorar su estructura y procesos que se ajusten a las exigencias del cliente y que den como resultado un alto estándar de calidad para estar en un alto rendimiento que sea competitivo con otras organizaciones.

La empresa distribuidora cuenta con un vehículo marca Chevrolet Luv Dmax y en área de distribución y transporte laboran 1 jefe de área y 5 operarios cuyos roles no solo se relacionan con el área motivo de estudio, sino que también dan soporte al área de producción, pero al momento de realizar el proceso de entrega obligatoriamente deben estar los 4 operarios.

Al momento de realizar las entregas lo hacen sin ninguna guía de a que cliente o clientes deben realizar la entrega primero por lo que optan por hacerlo de manera desordenada llegando momentos de no cumplir con las fechas establecidas, a veces si cumplirían con las entregas, pero lo harían gastando muchos recursos.

Cada cliente debe recibir la demanda de pedido que solicito así que al no tener una organización en las rutas los operarios deben estar llenando el vehículo a cada momento que regresen de entregar a 2,3 o 4 clientes a la vez dependiendo del criterio del transportista llegando a entender que desconocen cual es la capacidad del vehículo y el peso del producto que transportan.

Hoy en día CABLEAUTO se encuentra trabajando para mejorar sus modelos logísticos y poder mantener una cadena de suministros sólida mediante la herramienta de las tecnologías de la información y comunicación (TIC) que según

(Bermejo, 2020) hoy en día es un recurso importante a la hora de crear, almacenar, compartir información dentro de la misma organización y de ser necesario fuera de ella incluyendo a los clientes.

El compartir información dentro de la empresa es importante al igual que saber los roles de cada trabajador mediante un organigrama, pero actualmente la empresa maneja uno general por lo que puede generar inconvenientes al momento de saber los roles dentro del área de distribución y transporte.

La empresa no toma en cuenta como las nuevas metodologías que se pueden aplicar de la manera más sencilla pueden ayudar a optimizar el proceso y de igual manera se puede manipular las variables para un modelo logístico eficiente como son la demanda de producto, costos de transporte, los tiempos de entrega, rutas de entregas muy organizadas evitándonos así los problemas dentro del departamento y de igual manera se puede prever algunas complicaciones en el transcurso de la entrega.

JUSTIFICACIÓN

La **importancia** de realizar este trabajo de investigación es que se basa en un modelo de gestionar mejor la entrega del producto hacia el cliente y que tendrá una manera de solventar los problemas de hoy y a futuro en los cuales comenzaran a formar distintos tipos de proceso para mejorar en si la cadena de suministro, dando tiempo de realizar las tomas de decisión para nuevos proyectos y estar en constante comunicación con los proveedores para el buen aprovisionamiento de materia prima

y poder brindar un buen servicio de inventario al cliente de cualquier requisito ayudando a una buena comunicación para la satisfacción del cliente.

El **impacto** que llega a tener en este trabajo sobre la empresa es la capacidad de conocer cuán importante es un modelo de logística dentro de una organización en el cual se adaptará a las nuevas tecnologías mediante las TIC que según (Bermejo, 2020) han revolucionado la forma en la que las empresa y las personas se comunican y realizan negocios mejorando la eficiencia y la calidad del producto o proceso que hoy en día no son aplicadas totalmente, dichas tecnologías ayudan al incremento económico que podría llegar a obtener una empresa que aplique de mejor manera las tecnología y metodologías.

La **utilidad** de optimizar procesos como la distribución y la planificación. Al evaluar los desafíos específicos de la industria de distribución de cables automotrices, la investigación tiene como objetivo demostrar cómo un modelo logístico bien diseñado puede llevar a una mejor asignación de recursos, reducción de costos, mejores plazos de entrega y, en última instancia, contribuir a la competitividad y crecimiento de la empresa en el mercado.

Los **beneficiarios** de este proceso son los clientes que tendrán su producto en un tiempo eficiente generando una satisfacción para realizar otros pedidos y la recomendación a nuevos clientes, la empresa en la cual se está realizando la propuesta junto con todos los colaboradores que la integran. Como estudiante existe la satisfacción de generar un gran aporte a la empresa mediante el estudio y aplicación de cálculos matemáticos en la cual se podrá capacitar al personal de planta con ideas de mejora mediante modelos logísticos que benefician económicamente a todos los que conforma CABLEAUTO más aun el área logística.

La **factibilidad** en el proceso de distribución de productos según (Montega, 2022) es crucial para garantizar que los productos lleguen a su destino final en tiempo y forma, lo que a su vez puede tener un impacto positivo en la rentabilidad de la empresa. La optimización de la cadena de suministro y la mejora de la eficiencia operativa pueden conducir a una mejora significativa en la rentabilidad y en la satisfacción del cliente según (Nuñez, 2023).

Para mejorar la eficiencia en el proceso de distribución de productos, las empresas pueden utilizar varias estrategias, como la consolidación de envíos, la optimización de rutas con software especializado, la mejora de la precisión de las previsiones de demanda y la mejora de la eficiencia del almacén como lo menciona (Simpliroute, 2023) Además, las empresas pueden buscar mejorar sus relaciones con los proveedores y negociar mejores tarifas de transporte.

La ubicación geográfica y el tamaño y peso de los productos también pueden afectar los costos logísticos, por lo que es importante tener en cuenta estos factores al planificar la distribución de productos que hace mención (Nuñez, 2023) En resumen, mejorar la eficiencia en el proceso de distribución de productos puede tener un impacto significativo en la rentabilidad y en la satisfacción del cliente, y existen varias estrategias que las empresas pueden utilizar para lograrlo.

OBJETIVO GENERAL

Desarrollar un modelo logístico para optimizar los tiempos de entrega de cables mediante el uso de la heurística de Clarke and Wright en la optimización de rutas de distribución.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Diagnosticar la situación presente del desempeño logístico en base a la recopilación de información de las entregas, registros y encuestas para enfocarse en el problema principal que afecta al proceso.
- Realizar un mapeo de los clientes por medio de aplicaciones tecnológicas para la preparación de datos iniciales.
- Desarrollar un modelo logístico mediante el método de Clarke-Wright para realizar un mejor ruteo en las entregas y trabajar con una hoja de rutas.

CAPÍTULO II

INGENIERÍA DEL PROYECTO

DIAGNOSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA

La empresa CABLEAUTO es una distribuidora de cables automotrices como se muestra en el **Anexo 1** que enfrenta dificultades en el cumplimiento de sus productos en los distintos puntos de entrega, en este capítulo se va a representar mediante datos recopilados de como la ineficiencia está presente en los tiempos de entrega a nuestros clientes mediante diagramas de Pareto que muestra en el incumplimiento en algunas rutas y analizar cuáles serían las posibles causas.

Un diagrama de Pareto es una herramienta gráfica utilizada para identificar y priorizar los problemas o causas principales que están contribuyendo a un determinado efecto o resultado. Dicho diagrama se construye mediante la representación de datos en forma de barras ordenadas de mayor a menor, donde cada barra representa una categoría o causa específica, y la altura de la barra indica la frecuencia o el impacto de esa categoría en el problema. Además, se agrega una línea de porcentaje acumulativo para visualizar el total acumulado de las causas.

El objetivo principal del diagrama de Pareto es identificar las pocas causas significativas que están contribuyendo en gran medida a la mayoría de los problemas o resultados no deseados. Al analizar y priorizar las causas principales, las organizaciones CABLEAUTO puede tomar acciones correctivas focalizadas para abordar los problemas.

A continuación, se muestra un cuadro del cual se obtuvo mediante la recopilación de datos de entrega de pedidos que cumplieron con la fecha establecida entre el cliente y CABLEAUTO y también las cantidades de pedidos que no se cumplieron dando a conocer que se quiere eliminar las cifras altas de incumplimiento.

Tabla 1

Tabla comparativa de pedidos

| Cuenta de LEAD TIME (DÍAS) | | | |
|-----------------------------------|---------------|------------------|-----------------------|
| Etiquetas de fila | CUMPLE | NO CUMPLE | Total, general |
| AUTO CENTRO | 11 | | 11 |
| AUTOMOTRIZ PAVON | 3 | 10 | 13 |
| CADENAUTO | 4 | 11 | 15 |
| ELECTRICA MARTIEZ | 7 | 5 | 12 |
| ELECTROTECNIA | 9 | 4 | 13 |
| FRENOS EXPRES | 15 | | 15 |
| GAMAELECTRICO | 7 | 3 | 10 |
| MANGENOR | 7 | 7 | 14 |
| MULTIAUDIO | 1 | 11 | 12 |
| SAVE | 5 | 4 | 9 |
| YEPEZ DISTRIBUIDORA | 4 | 3 | 7 |
| Total, general | 73 | 58 | 131 |

Nota: Datos proporcionados por la empresa CABLEAUTO.

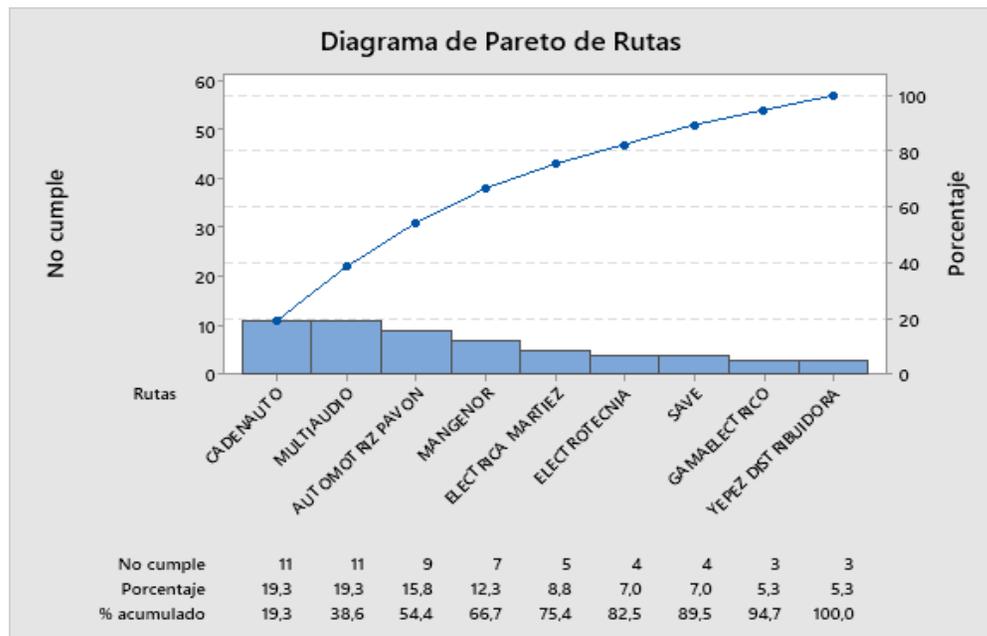
Análisis de la **Tabla 1** cuyos datos son de los lugares que se entrega a los clientes la empresa CABLEAUTO con un total de 131 pedidos en un periodo de tres meses en los cuales los 73 pedidos que se cumplieron representan el 56% de la

entregas y los 58 que no se cumplieron representan un 44% , dando una oportunidad para mejorar los pedidos que no se cumplieron.

Podemos clasificar las rutas y trabajar en las que tienen mayor incumpliendo de entregas mediante un diagrama de Pareto en donde se podrá visualizar el porcentaje y la frecuencia que incide en cada una de las rutas.

Figura 3

Diagrama de Pareto de rutas con más fallos



Nota: Demostración de clientes que más incumplimiento en las entregas tienen, de autoría propia

De igual manera se realiza un análisis para mostrar las causas del incumplimiento en las entregas y mediante una encuesta realizada al personal se puede evidenciar la falta de planificación de rutas. A continuación, se detalla las

causas de la ineficiencia en los tiempos de entrega tomado de (QuadMinds, 2022) que se relacionaran a las observaciones que lleva registrando el jefe de área.

Falta de planificación de rutas adecuadas: La empresa no realiza una planificación eficiente de las rutas de distribución, lo que resulta en recorridos largos, trayectos poco optimizados y tiempos de entrega prolongados. Esto puede deberse a la falta de uso de gestión de rutas.

Retrasos en el procesamiento interno: Los retrasos pueden ocurrir debido a demoras en la preparación de los pedidos en el almacén, problemas en el empaquetado de los productos, falta de coordinación entre los diferentes departamentos involucrados en el proceso de distribución o errores en la generación de la documentación requerida para el envío.

Problemas de logística y transporte: Pueden surgir problemas relacionados con la logística y el transporte, como la falta de disponibilidad de vehículos o conductores, averías en los medios de transporte, congestión del tráfico o restricciones legales que limitan la capacidad de entrega en determinadas áreas.

Falta de coordinación en el departamento: La falta de comunicación y coordinación en el departamento puede generar demoras en la entrega de los productos. Por ejemplo, si el departamento no comunica adecuadamente como es el proceso de transporte y distribución, puede no estar preparado para satisfacer los pedidos a tiempo.

Errores en la gestión de inventario: Si no se lleva a cabo una gestión adecuada del inventario, pueden surgir problemas como la falta de stock de los productos

solicitados, errores en la cantidad o el tipo de productos enviados, o incluso la entrega de productos que no se encuentran disponibles en el inventario.

Errores en el procesamiento de pedidos: Los errores en el procesamiento de pedidos, como ingresar incorrectamente la dirección de entrega, la cantidad de productos solicitados o los detalles del cliente, pueden generar retrasos en la preparación y entrega de los productos, así como la necesidad de corregir los errores antes de que se realice la entrega de manera adecuada.

Todas las anteriores causas pueden afectar el proceso de entrega, pero para saber cuáles son las que mayor afectan, es necesario mirar los registros que debe llevar el departamento mostrado en el **Anexo 2** en los cuales se asocia las observaciones con las causas mencionadas anteriormente y enfocarnos en la más relevante y solamente en las cuales no se cumplen que están de color rojo.

A continuación, se muestra cómo queda la frecuencia de las causas de pedidos que no se cumplieron en las fechas establecidas tomando como referencia los tres primeros meses del año 2023 para posteriormente saber cuál tiene mayor incidencia dentro del proceso, según el registro del jefe mostrado en el

Anexo 2 y Anexo 3 que es una pequeña parte de registro que lleva el jefe del departamento.

Tabla 2

Fallos frecuentes en el proceso de distribución

| NOVEDADES DEL PRIMER TRIMESTRE DEL 2023 | | |
|---|------------|------------|
| Características de pedidos no entregados | Frecuencia | Porcentaje |
| Falta de planificación de rutas adecuadas | 32 | 55% |
| Retrasos en el procesamiento interno | 6 | 10% |
| Problemas de logística y transporte | 12 | 21% |
| Falta de coordinación en el departamento | 5 | 9% |
| Errores en la gestión de inventario | 0 | 0% |
| Errores en el procesamiento de pedidos | 3 | 5% |
| TOTAL | 58 | 100% |

Nota: Fallos más frecuentes en el primer trimestre del 2023, datos proporcionados por el jefe de operaciones de CABLEAUTO.

Como se puede observar en la tabla anterior se tuvo que obtener estas evidencias solidas de que la empresa CABLEAUTO tiene la problemática de una falta de planificación de rutas adecuadas que se obtuvo mediante un levantamiento de datos con los registros que lleva el jefe de operaciones y relacionarlas con los problemas que existieron en los 58 pedidos que no se entregaron.

Es necesario realizar una encuesta para saber cuál es la situación de la empresa sobre el tema de planificación de las rutas y saber si existe algún nivel de organización en las entregas y para ello se realizar la siguiente encuesta a las 6

personas que conforman en área de distribución y transporte. Para el diseño de la encuesta nos basamos en (Sanchez-Diaz, 2020).

El objetivo de la encuesta es evaluar la comprensión y la experiencia del personal de distribución y transporte de la empresa con respecto a la planificación de rutas en sus actividades de entregas. Las preguntas que se diseñaron deberán incluir los siguientes objetivos.

Evaluar el nivel de conocimiento: Determinar si el personal de distribución y transporte está familiarizado con el concepto de planificación de rutas y si comprende su importancia en el proceso de entregas.

Evaluar el nivel de comunicación: Comprender si se ha proporcionado una planificación de rutas a los empleados y si la han aplicado.

Evaluar la frecuencia de uso: Conocer con qué frecuencia se emplea la planificación de rutas en las operaciones de entrega, lo que puede proporcionar información sobre su integración en los procesos.

Medir la adopción de herramientas de planificación de rutas: Determinar si el personal utiliza software u otras herramientas de planificación de rutas en su trabajo diario.

Evaluar los beneficios percibidos: Determinar si los empleados han notado mejoras en la eficiencia de las entregas y si creen que la planificación de rutas ha contribuido a la reducción de costos operativos.

Recopilar comentarios y sugerencias: Obtener información cualitativa a través de preguntas abiertas para conocer las opiniones y sugerencias del personal sobre la planificación de rutas en la empresa.

Una vez realizada las preguntas en base al objetivo de la encuesta planteado se realiza la encuesta dirigida a las seis personas que conforman el área de distribución y transporte en la cual se realizan preguntas cerradas y que tendrá una duración de 5 min para culminar con la recopilación de datos. Las encuestas llenas las pueden ver desde el **Anexo 4** al **Anexo 9**. A continuación, el resultado de las encuestas.

1) ¿Trabaja o ha trabajado en el sector logístico o de transporte?

Tabla 3

Resultados de la pregunta número 1

| Descripción | Frecuencia | Porcentaje |
|--------------------|-------------------|-------------------|
| SI | 2 | 33% |
| NO | 1 | 17% |
| UN POCO | 3 | 50% |
| Total | 6 | 100% |

Nota: Encuesta realizada al personal que conforma el área de distribución y transporte, de autoría propia.

La pregunta 1 se relaciona al nivel de conocimientos sobre el manejo logístico en el transporte y con los resultados se demuestra que la mayor parte de encuestados

si comprenderá las siguientes preguntas relacionadas a la planificación de rutas para disminuir los tiempos de entregas y mejorar la eficiencia.

2) ¿Se comunica o coordina la planificación de rutas en su organización?

Tabla 4

Resultados de la pregunta número 2

| Descripción | Frecuencia | Porcentaje |
|--------------------|-------------------|-------------------|
| Si | 1 | 17% |
| No | 5 | 83% |
| A veces | 0 | 0% |
| Total | 6 | 100% |

Nota: Encuesta dirigida al personal de distribución y transporte, de autoría propia.

La mayor parte del personal no coordina las entregas que deben realizar y la única persona que si lo hace es el jefe de operaciones, pero el hecho que sea el jefe no significa que debe realizar el trabajo el mismo sino en casos muy particulares ya que como encargado del área debe realizar otras actividades.

3) ¿En caso afirmativo ¿Con que frecuencia planifica las rutas?

Tabla 5

Resultados de la pregunta número 3

| Descripción | Frecuencia | Porcentaje |
|--------------------|-------------------|-------------------|
| Regularmente | 0 | 0% |
| Ocasionalmente | 1 | 100% |
| Raramente | 0 | 0% |
| Total | 1 | 100% |

Nota: Esta pregunta solo va dirigida al jefe de área porque solo él respondió afirmativamente la pregunta anterior, de autoría propia.

La pregunta 3 que solo la respondió el jefe del área realiza la coordinación de la ruta ocasionalmente ya que utiliza la mayor parte del tiempo para realizar otras actividades que pueden ser de mayor importancia y rara vez planifica las rutas, pero de manera no metodológica.

- 4) ¿En el área de distribución y transporte han utilizado algún método de enrutamiento en los últimos años?

Tabla 6

Resultados de la pregunta número 4

| Descripción | Frecuencia | Porcentaje |
|--------------------|-------------------|-------------------|
| Si | 0 | 0% |
| No | 6 | 100% |
| A veces | 0 | 0% |
| Total | 6 | 100% |

Nota: Esta pregunta se basa al manejo de alguna metodología de VRP (problema de enrutamiento de vehículos), de autoría propia.

Según todas las personas del departamento de distribución y transporte no han utilizado alguna metodología de VRP. Únicamente las entregas la realizan a su criterio en la cual a veces si logra el cumplimiento, pero en reiteradas ocasionales no llegan a cumplir estos objetivos.

- 5) ¿Llevan algún formato de registro en el cual muestren el orden que debe de ser entregado a los clientes?

Tabla 7

Resultados de la pregunta número 5

| Descripción | Frecuencia | Porcentaje |
|--------------------|-------------------|-------------------|
| Si | 0 | 0% |
| No | 6 | 100% |
| Otros | 0 | 0% |
| Total | 6 | 100% |

Nota: Pregunta que hace referencia en específico en las entregas para no realizar dobles recorridos, de autoría propia.

La pregunta 5 hace mención si llevan un registro de ruteo en los cuales puedan identificar a que clientes primero deben llegar para tener un mejor orden en las entregas y poden cumplir con todos a la vez y tener una satisfacción del cliente.

- 6) ¿Se ha implementado medidas o soluciones para abordar la falta de planificación de rutas en la organización?

Tabla 8

Resultados de la pregunta número 6

| Descripción | Frecuencia | Porcentaje |
|--------------------|-------------------|-------------------|
| Si | 0 | 0% |
| No | 6 | 100% |
| Total | 6 | 100% |

Nota: En los últimos años no habido una mejora en el proceso de distribución y transporte, de autoría propia.

Con la pregunta 6 finalizamos la encuesta en la cual nos demuestra que en el área no ha existido una mejora en la planificación de las rutas y durante todos los años anteriores esta problemática no ha sido tomada en cuenta para mejorar el modelo logístico demostrando que aquí hay una oportunidad de mejora en el proceso.

Una vez identificada la causa que más impacto tienen en los incumplimientos de las entregas se procede a recopilar datos sobre los puntos de entrega, los volúmenes de pedidos y otros factores que influyen en la planificación de las rutas, para implementar un enrutamiento de vehículos que pueda ayudar a planificar de manera eficiente las rutas de distribución. Para optimizar y determinar la secuencia más eficiente de entrega y minimizar los tiempos de viaje se utilizará la heurística de Clarke and Wright.

El método Clarke and Wright es una heurística utilizada en la optimización de rutas de vehículos, específicamente para resolver el Problema de Ruteo de Vehículos (VRP). (Lozano-Gutiérrez, 2018) Hace mención que su objetivo es asignar vehículos a ubicaciones de manera eficiente para satisfacer demandas y minimizar la distancia total recorrida, lo que reduce los costos. Este método se basa en el ahorro de distancia, donde se combinan rutas existentes para obtener ahorros significativos hasta alcanzar una solución óptima. En resumen, el método Clarke and Wright es una técnica eficaz para resolver problemas de logística y distribución de vehículos.

Y en el estudio (Lozano-Gutiérrez, 2018) el método Clarke and Wright ha sido ampliamente utilizado y estudiado a lo largo de los años debido a su simplicidad y

efectividad para resolver ciertas variantes del VRP. Su enfoque de ahorro de distancia y combinación de rutas ha demostrado ser útil en diversos escenarios. Sin desprestigiar a los otros métodos heurísticos ya que cada uno de los métodos tiene sus ventajas y desventajas a la hora de aplicarlos.

Para llevar un correcto seguimiento del cumplimiento de las entregas se realizará un formato en el cual se pueda evidenciar y monitorear las entregas a los clientes y así realizar las entregas de una manera muy ordenada sin que se realicen trayectos dobles minimizando los recursos a utilizar.

ÁREA DE ESTUDIO

Dominio: Tecnología y Sociedad y Habitación Sostenible para las carreras de Ingeniería Industrial e Ingeniería en Seguridad Industrial.

Línea de investigación: Ingeniería de la producción.

Sub línea de investigación: Gestión de la cadena de suministro, gestión de la calidad y mejora de procesos, Investigación de operaciones, ingeniería de procesos, gestión de la innovación y tecnología, simulación y modelado de sistemas y gestión del cambio organizacional.

Campo: Ingeniería Industrial.

Área: Distribución y transporte

Aspecto: Optimización en los tiempos de entrega de cables de la empresa CABLEAUTO.

Objeto de estudio: Empresa de producción y distribución.

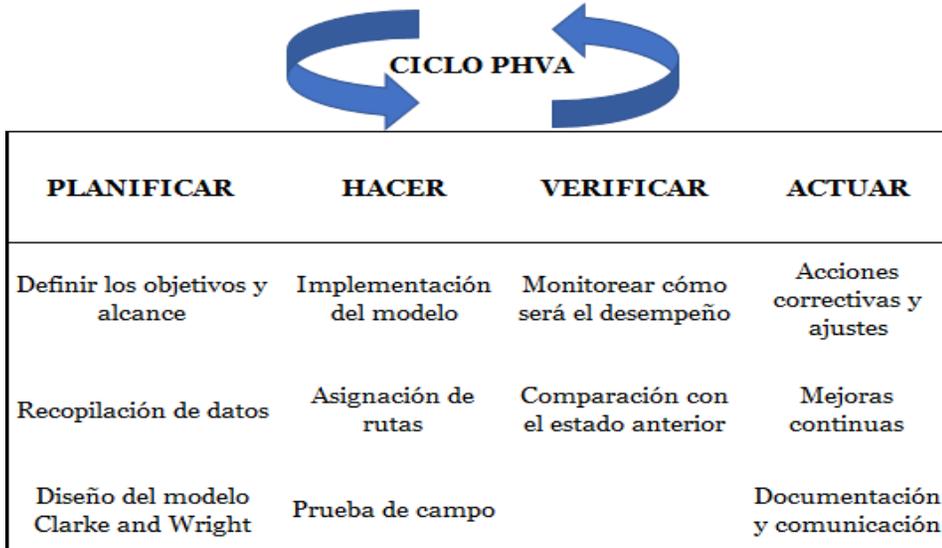
Periodo de análisis: De Enero a Julio del 2023

MODELO OPERATIVO

Para poder cumplir con una propuesta para mejorar los tiempos de entrega se presenta a continuación un modelo operativo en el cual se detalla como se cumplirá el objetivo planteado mediante el ciclo PHVA que es una herramienta poderosa para la mejora continua en una amplia gama de campos, incluyendo la gestión de la logística y la investigación. Ayuda a las organizaciones a identificar oportunidades de mejora, implementar cambios efectivos y mantener un enfoque constante en la optimización de procesos y sistemas.

Figura 4

Modelo operativo



Nota: Demostración del modelo que se realizara para la propuesta de mejoramiento en los tiempos de entrega de la empresa CABLEAUTO, de autoría propia

DESARROLLO DEL MODELO OPERATIVO

Planificar

Definir los objetivo y alcance

Identificar los objetivos de la planificación de rutas utilizando la heurística de Clarke and Wright. Por ejemplo, la reducción de distancias, tiempo y costos de transporte para luego saber el estado actual de la planificación de rutas en la organización.

Recopilación de datos

Reunir todos los datos necesarios, como información sobre la red de rutas, la demanda de todos los clientes, la capacidad del vehículo que disponen en la empresa, los costos de transporte o el costo por kilómetro recorrido y otros factores que pueden ser relevantes en la aplicación de la metodología.

Diseño del modelo de Clarke and Wright

Definir los parámetros específicos de la heurística de Clarke and Wright que se utilizara es este modelo de gestión logística considerando las restricciones que sería la demanda de los clientes y la capacidad del vehículo y así poder obtener los objetivos planteados y luego proceder al plan de implementación.

Hacer

Implementación de modelo

Utilizando la heurística de Clarke and Wright para planificar las rutas de entregas se debe utilizar los datos recopilados y generar rutas optimizadas.

Asignación de rutas

Una vez que se obtienen las rutas estas deben ser asignadas a los vehículos y los conductores para asegurarse de que el proceso de asignación se realice de manera eficiente y para ello se tendrá una hoja de ruteo en la cual debe estar detallado el orden de los clientes que deben visitar.

Prueba de campo

Pasa a la implementación práctica y la ruta planificada se aplica al mundo real y se lleva a cabo un seguimiento de las operaciones logísticas con la hoja de ruteo anotando las observaciones que pueden pasar en el transcurso del recorrido.

Verificar

Monitorear como sería el desempeño

Mediante los datos recopilados sobre el desempeño de las rutas que no son planificadas como lo son los tiempos de entrega y algunos costos se podrá monitorear si hay una disminución de los mismos.

Comparación con el estado anterior

Se debe comparar la reducción de los recursos de las rutas generadas por la heurística con las rutas utilizadas anteriormente y así poder demostrar que existe una mejora de tiempos y otro tipo de recursos.

Actuar

Acciones correctivas y ajustes

Si los resultados son satisfactorios hay que considerar la implementación permanente de las rutas generadas por las heurísticas y si existe algunas observaciones será motivo de una mejora de la cual se tomará acciones correctivas.

Mejoras continuas

Se debe continuar iterando en el proceso si es necesario enfocado a reducir otro tipo de factores que encaminen a una mejora más eficiente ya que todo lo que se puede medir se puede mejorar.

Documentación y comunicación

La documentación de las hojas de ruteo representa los resultados de la generación de rutas y se pueden realizar observaciones para trabajar posteriormente en una mejora de ser el caso y estos resultados también deben ser retroalimentados a todas las partes interesadas como un apoyo en las entregas.

CAPÍTULO III

PROPUESTA Y RESULTADOS ESPERADOS

DESARROLLO DE LA PROPUESTA

En el ámbito de la gestión logística y operativa, la optimización de los procesos de distribución es fundamental para mejorar la eficiencia y reducir los tiempos y por ende los costos en la empresa CABLEAUTO como también lo hace mención en su trabajo (Jama -Bermello, 2019). De acuerdo a la encuesta realizada y

a los datos cuantitativos que se obtuvo a partir de los registros del primer trimestre que maneja el jefe de área se encontró que el problema es la falta de planificación de rutas adecuadas que es la que más destaca y más afluye entre las otras problemáticas.

Es por eso que se comenzara a trabajar en un plan para utilizar las herramientas a nuestra disposición como métodos de ruteo, aplicaciones como las de Google maps y otras herramientas tecnológicas y poder generar una propuesta metodológica que optimice los tiempos de entrega.

Para el modelo logístico con problemas de enrutamiento y logística se aplica la heurística de Clarke and Wright. También es necesario saber los costos por kilómetro para demostrar reducción de recursos y según (Novatrans, 2021) el cálculo de costos por kilómetro es una herramienta esencial para determinar los gastos asociados al transporte que permite evaluar de manera precisa los costos variables, como el consumo de combustible, el mantenimiento, etc.

Figura 5

Movimiento de los costos de mantenimiento del 2022

|  | | | | | | |
|---|-------------------|------------|----------------|-----------|---------|-----------------|
| MANTENIMIENTO HECHOS EN EL AÑO 2022 | | | | | | |
| CUENTA | DESCRIPCION | FECHA | RESPONSABLE | COMPR | DEBITOS | |
| 3010 | MANTENIMIENTO CAM | 09/08/2022 | CARLOS TITUAÑA | FAC-01244 | \$ | 10,00 |
| 3010 | MANTENIMIENTO CAM | 13/10/2022 | CARLOS TITUAÑA | FAC-24344 | \$ | 20,00 |
| 3010 | MANTENIMIENTO CAM | 09/11/2022 | CARLOS TITUAÑA | FAC-34366 | \$ | 120,00 |
| 3010 | MANTENIMIENTO CAM | 23/11/2022 | CARLOS TITUAÑA | FAC-34842 | \$ | 50,00 |
| TOTAL | | | | | \$ | 2.000,00 |

Nota: Datos compartidos por el personal contable de la empresa CABLEAUTO.

Se puede analizar que en la figura 5 están los movimiento o gastos que se realizó para el mantenimiento del vehículo de la empresa CABLEAUTO dando un total de 2000 dólares que se invirtió en el año 2022, la figura muestra el final del Excel que maneja el departamento de costos y de igual manera los responsables que estuvieron presentes en la entrega del vehículo después del mantenimiento.

Figura 6

Movimiento de los gastos en gasolina del 2022



| MOVIMIENTOS DE GASTOS EN COMBUSTIBLE DEL AÑO 2022 | | | | | | | |
|---|-------------|------------|----------------|-----------|---------|-------|-----------------|
| CUENTA | DESCRIPCIO | FECHA | RESPONSABLE | COMPR | DEBITOS | | |
| 3025 | COMBUSTIBLE | 24/10/2022 | VICTOR ESCANTA | FAC-04559 | \$ | 25,00 | |
| 3025 | COMBUSTIBLE | 31/10/2022 | VICTOR ESCANTA | FAC-54099 | \$ | 30,00 | |
| 3025 | COMBUSTIBLE | 07/11/2022 | VICTOR ESCANTA | FAC-85504 | \$ | 30,00 | |
| 3025 | COMBUSTIBLE | 18/11/2022 | VICTOR ESCANTA | FAC-12838 | \$ | 30,00 | |
| 3025 | COMBUSTIBLE | 24/11/2022 | CARLOS TITUAÑA | FAC-34848 | \$ | 10,00 | |
| 3025 | COMBUSTIBLE | 01/12/2022 | VICTOR ESCANTA | FAC-78695 | \$ | 15,00 | |
| 3025 | COMBUSTIBLE | 15/12/2022 | VICTOR ESCANTA | FAC-23848 | \$ | 30,00 | |
| 3025 | COMBUSTIBLE | 28/12/2022 | VICTOR ESCANTA | FAC-43993 | \$ | 30,00 | |
| Total | | | | | | \$ | 2.829,00 |

Nota: Datos que se obtuvieron por el personal a cargo de la contabilidad en CABLEAUTO.

De igual manera para los gastos de la gasolina se ubica al final de la tabla que maneja el personal de costos para mostrar que hubo un gasto total de 2829 dólares correspondientes al año 2022 con los responsables correspondientes que llenaron el tanque de gasolina del vehículo.

Para el kilometraje del año anterior se realizó un estimado ya que no llevan registro de kilometraje anual, por lo tanto, se utilizó la formula **(1)** tomado de (Nexumx, 2021) para estimar el kilometraje del vehículo dando como resultado un kilometraje de 18911 de recorrido.

$$\begin{aligned} & \text{K anterior estimado} \\ & = \text{kilometraje actual} \\ & - (\text{kilometraje anual promedio} \times \text{Numero de años desde el año actual}) \end{aligned} \quad (1)$$

Para realizar la depreciación del vehículo se la realiza con la siguiente formula.

$$D = \frac{VA}{VU} \quad (2)$$

Donde:

D= Depreciación

VA= Valor de adquisición

VU= Vida útil del activo

Al conocer estos costos, las empresas pueden identificar oportunidades de mejora, establecer tarifas de entrega más precisas y tomar decisiones informadas sobre la distribución de sus productos. Además, el cálculo de costos por kilómetro proporciona una base sólida para comparar diferentes rutas y seleccionar las más eficientes en términos de costo y tiempo. La siguiente formula representa el costo por kilómetro:

$$C_{km} = \frac{\text{Costo1} + \text{Costo2} + \text{Costo3} + \text{Costo4} + \text{Costo5}}{\text{Recorrido anual(kilometraje)}} \quad (3)$$

Una vez obtenido todos los costos variables se procede a realizar el respectivo calculo.

Tabla 9

Datos para calcular el costo por kilómetro

| Fórmula para el costo por kilómetro del año 2022 | |
|--|------------------|
| Costo de mantenimientos | \$ 2.000 |
| Costo de combustible | \$ 2.829 |
| Costo de vehículo asegurado | \$ 550 |
| Costo de la revisión | \$ 500 |
| Salario | \$ 460 |
| Depreciación anual | \$ 4.000 |
| Costo de peajes y multas | \$ 192 |
| Total | \$ 10.531 |
| Kilometraje del año anterior | 18991 |
| Costo por kilometro | \$ 0,55 |

Nota: Todos los gastos que se realiza en el vehículo y el kilometraje del año anterior dando. Datos proporcionados por la empresa.

Se realizo la suma de todos los costos variables obteniendo un total de 10.521 dólares que se gastó en el vehículo y lo dividimos por el kilometraje que se obtuvo de ese mismo año dando como resultado el costo por kilómetro recorrido anual de 0,55 centavos.

Para obtener los datos de los recorridos hacemos una descripción de como son las vías de por las que transita el vehículo y saber si existen restricciones para circular. la mayor parte del recorrido de Ibarra- Cajas dispone una autopista de alta capacidad diseñada para el tráfico rápido y eficiente para todo tipo de vehículos. La autopista cuenta con características distintivas, como:

Separación de carriles: Poseen carriles separados para cada dirección de tráfico, con una barrera o espacio entre ellos para evitar colisiones frontales.

Acceso controlado: Las entradas y salidas están diseñadas en puntos específicos llamados rampas de acceso y salida. Esto permite un flujo continuo y evita la interferencia de tráfico que podría causar el ingreso o salida de vehículos en cualquier punto.

Intersecciones limitadas: A diferencia de las carreteras convencionales, las autopistas tienen intersecciones limitadas o nulas. En lugar de cruces a nivel, se utilizan puentes y pasos elevados para cruzar otras carreteras o vías.

Velocidades más altas: Las autopistas generalmente permiten velocidades más altas que las carreteras convencionales debido a la falta de intersecciones y la separación de carriles. Y al momento de entregar algunos pedidos hay que ingresar a zonas urbanas que obligatoriamente se debe manejar con velocidades bajas.

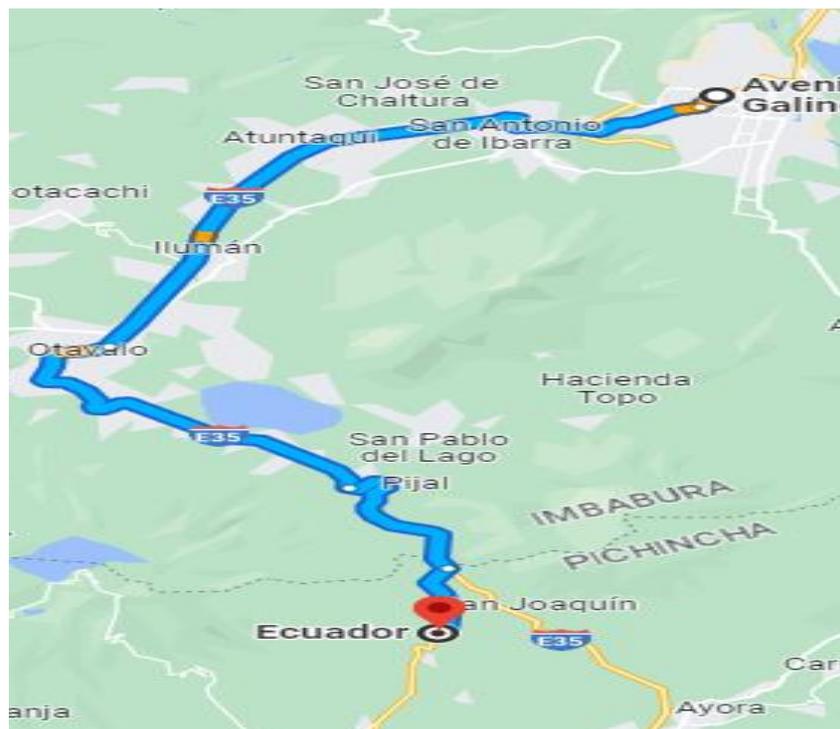
La autopista es una parte importante de la red de transporte de muchas empresas, ya que permiten un movimiento rápido y eficiente de personas y mercancías entre diferentes lugares, reduciendo el tiempo de viaje y mejorando la conectividad. Y en este caso la empresa CABLEAUTO utiliza muy frecuentemente esta autopista ya que conecta a la mayoría de clientes.

Para las entregas al lugar exacto de los clientes se ingresa a zonas más urbanas cuyos trayectos no varían ya que existen calles de doble sentido y que no existen restricciones por número de placa en ningún recinto, como es el caso de la ciudad de Quito.

A continuación, se muestra los distintos lugares en los cuales se realizan las entregas con sus tiempos respectivos y los kilómetros recorridos mediante el uso de Google Maps para al final obtener una tabla con la cual se trabajará en la heurística de Clarke and Wright y así optimizar las rutas para mejorar los tiempos de entrega.

Figura 9

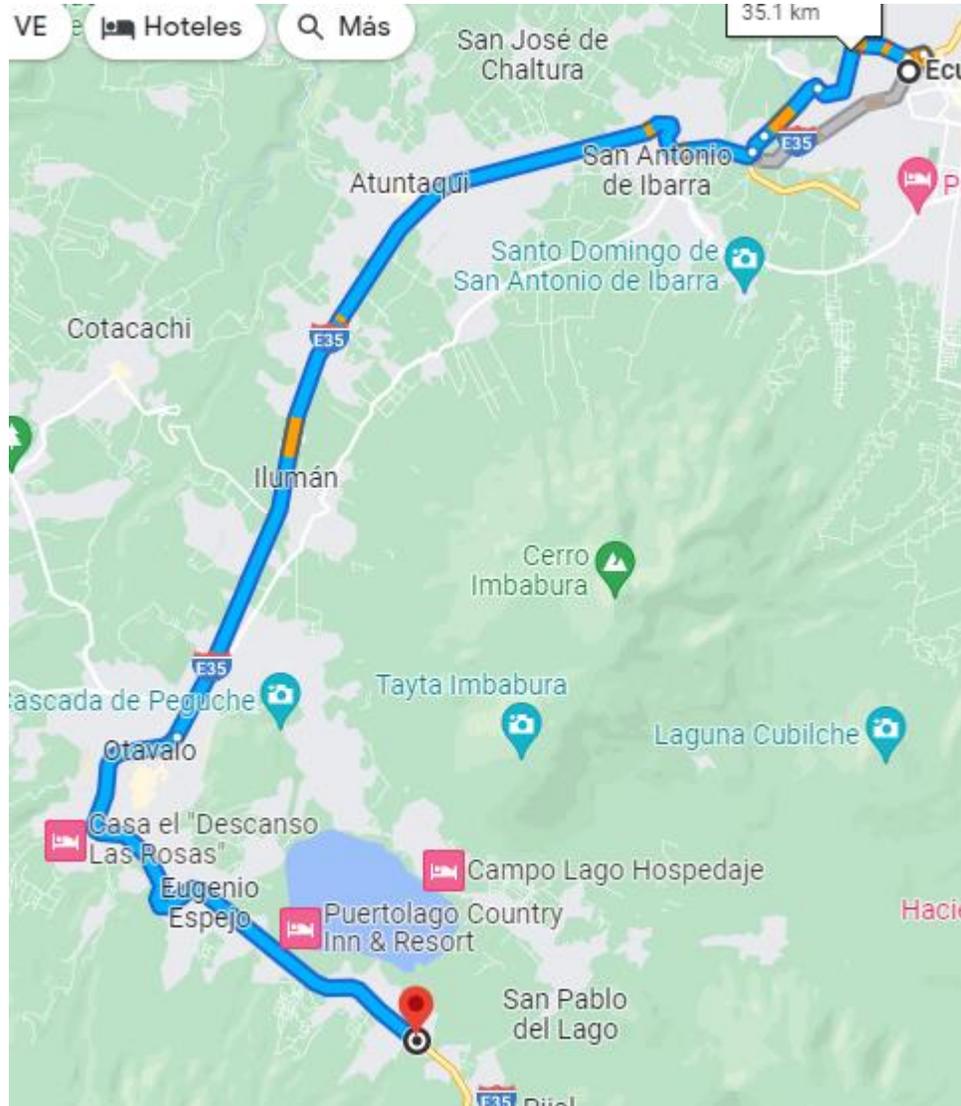
Distancia que recorrió el vehículo del origen al cliente A



Nota: Partiendo del origen que sería la empresa CABLEAUTO hacia el cliente A en donde hay una distancia recorrida de 46 kilómetros de recorrido, de autoría propia.

Figura 10

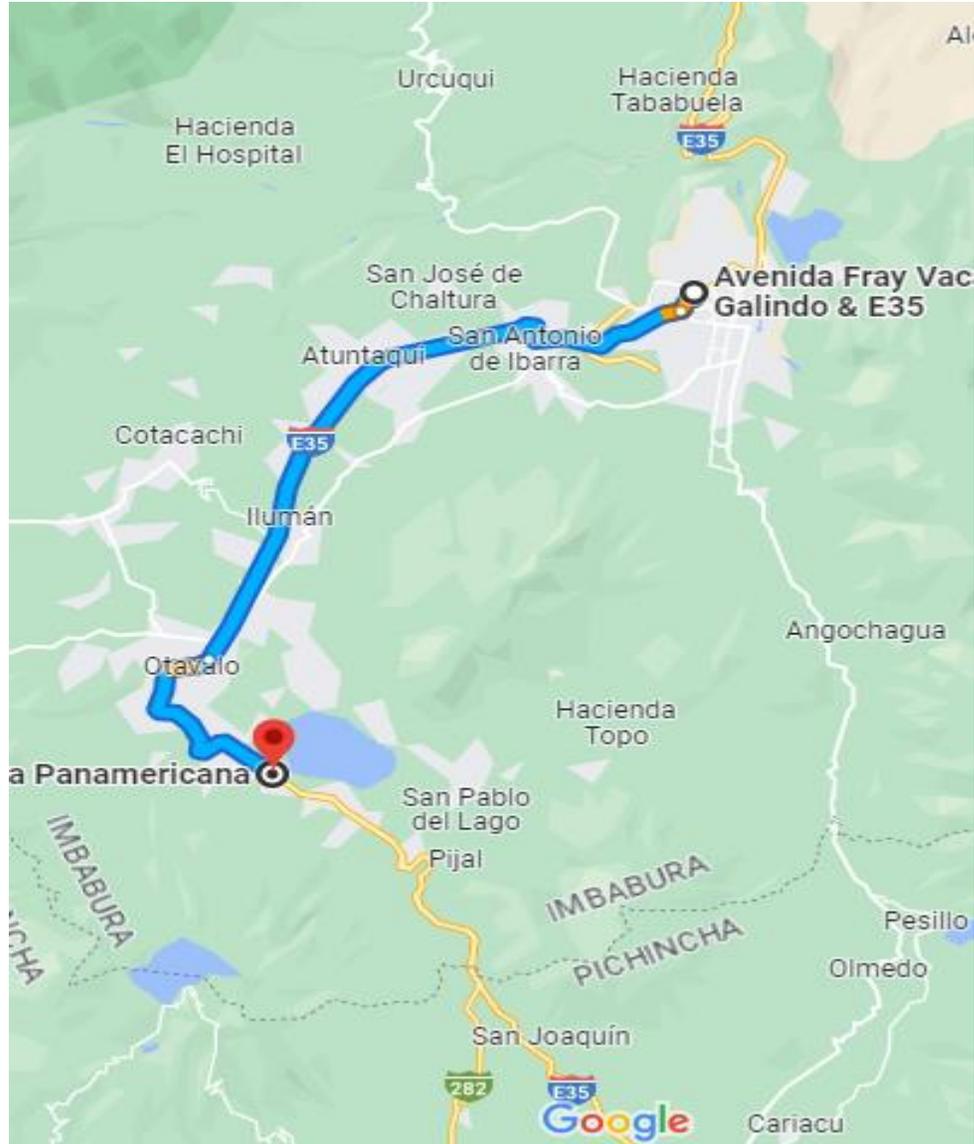
Distancia que recorrió el vehículo del origen al cliente B



Nota: Partiendo del origen que sería la empresa CABLEAUTO hacia el cliente B en donde hay una distancia recorrida de 35 kilómetros de recorrido, de autoría propia.

Figura 11

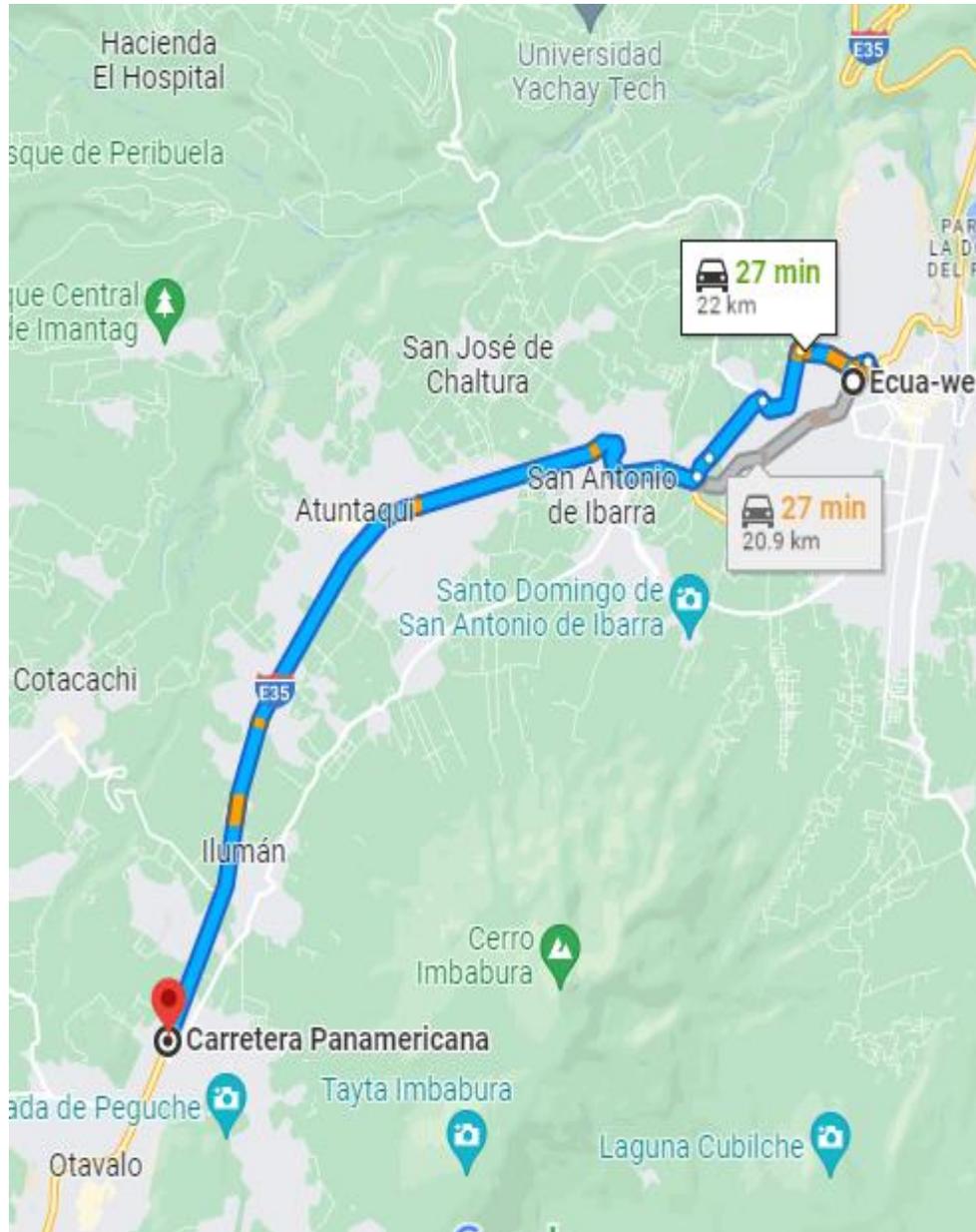
Distancia que recorrió el vehículo del origen al cliente C



Nota: Partiendo del origen que sería la empresa CABLEAUTO hacia el cliente C en donde hay una distancia recorrida de 30,5 kilómetros de recorrido, de autoría propia.

Figura 12

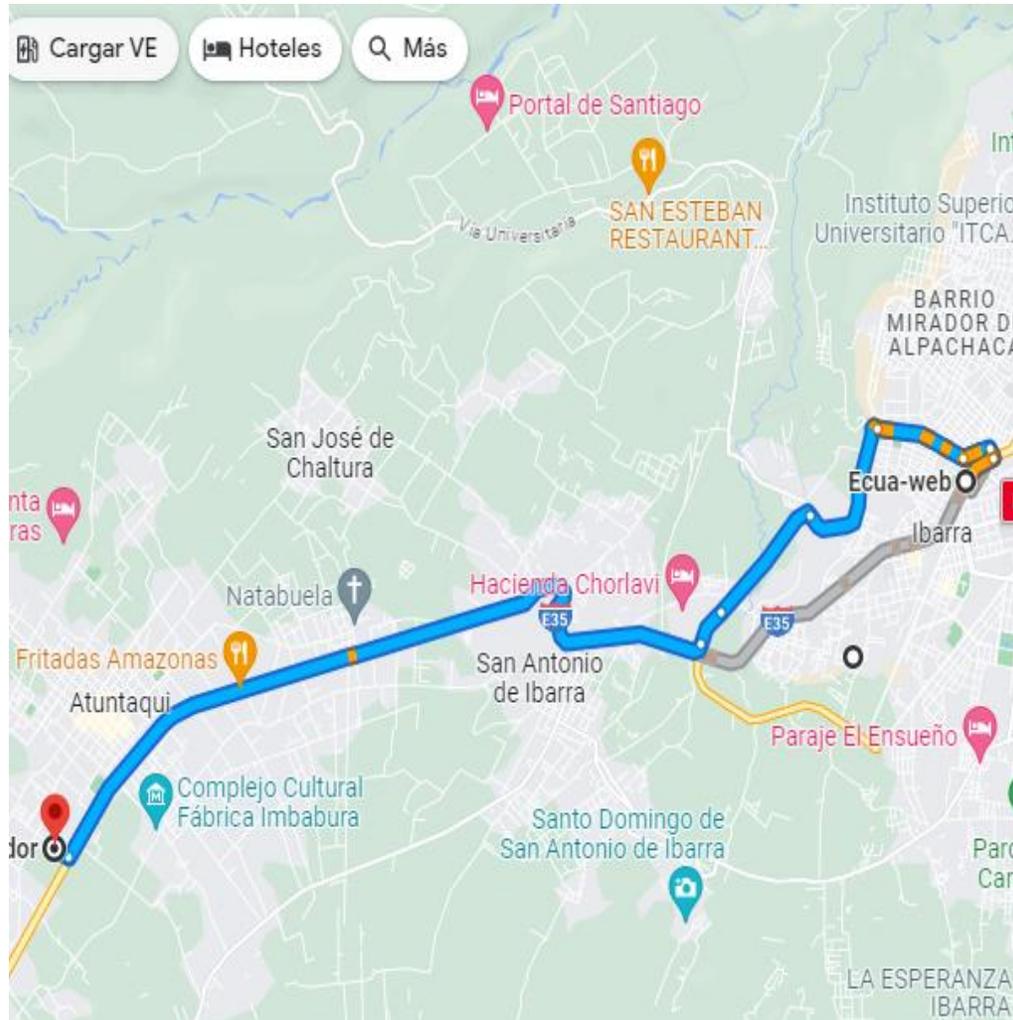
Distancia que recorrió el vehículo del origen al cliente D



Nota: Partiendo del origen que sería la empresa CABLEAUTO hacia el cliente D en donde hay una distancia recorrida de 22 kilómetros de recorrido, de autoría propia.

Figura 13

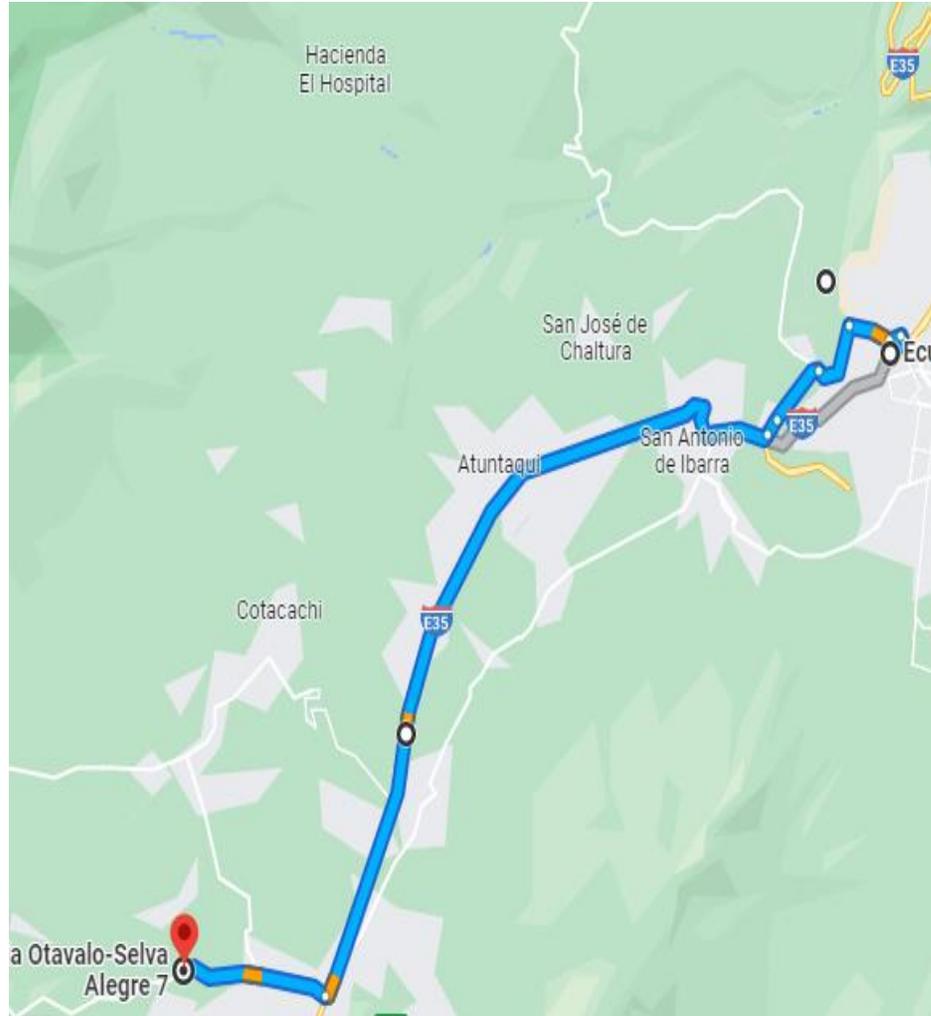
Distancia que recorrió el vehículo del origen al cliente E



Nota: Partiendo del origen que sería la empresa CABLEAUTO hacia el cliente E en donde hay una distancia recorrida de 14,1 kilómetros de recorrido, de autoría propia.

Figura 14

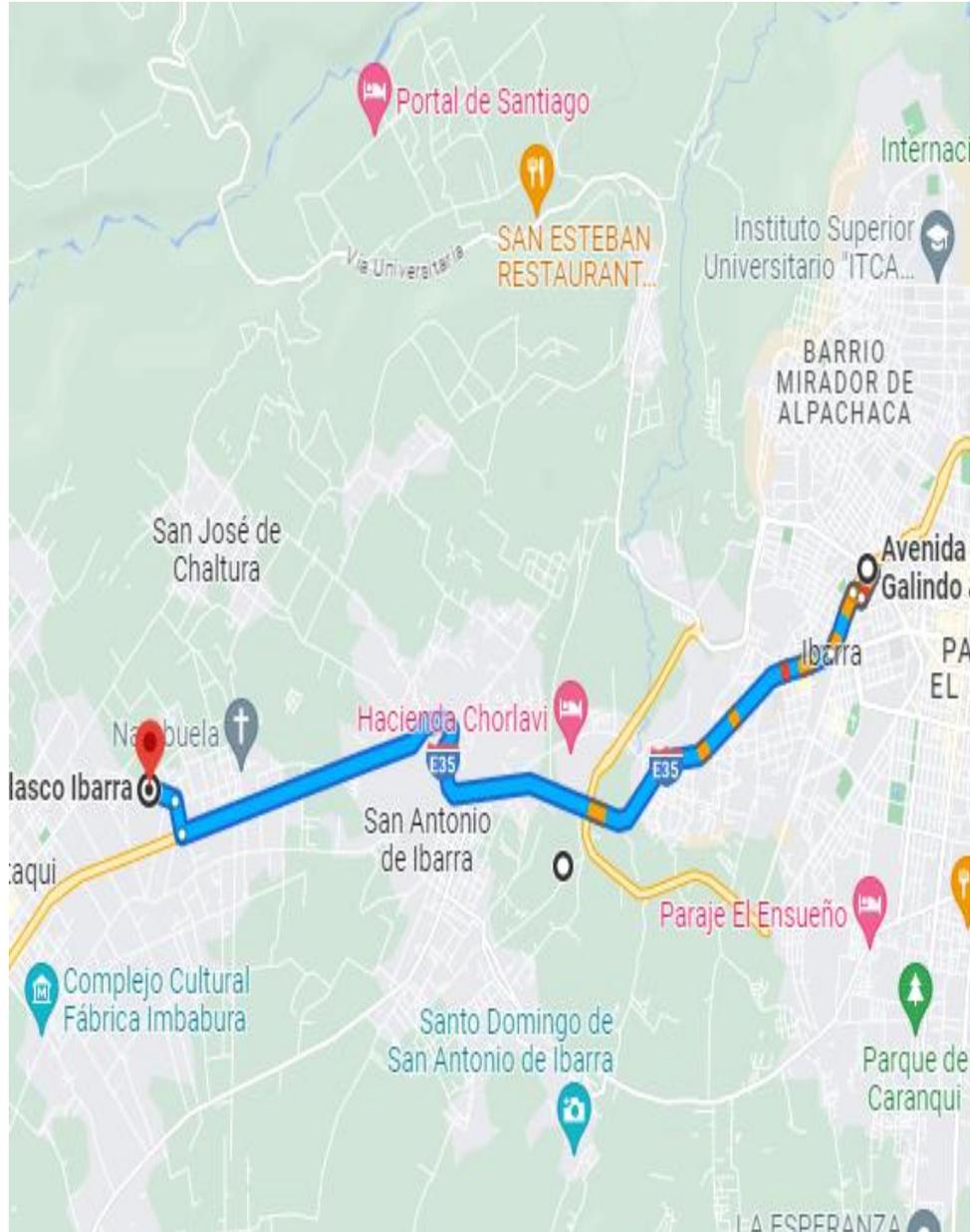
Distancia que recorrió el vehículo del origen al cliente F



Nota: Partiendo del origen que sería la empresa CABLEAUTO hacia el cliente F en donde hay una distancia recorrida de 27 kilómetros de recorrido, de autoría propia.

Figura 15

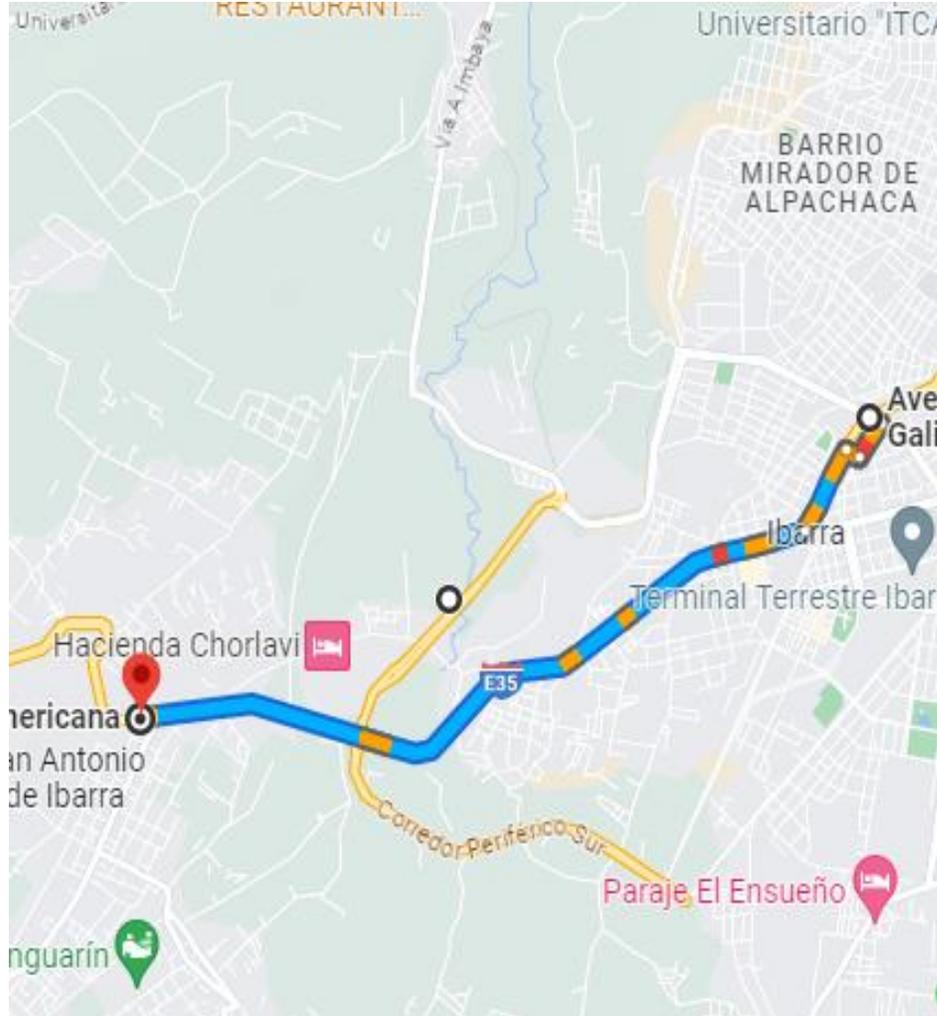
Distancia que recorrió el vehículo del origen al cliente G



Nota: Partiendo del origen que sería la empresa CABLEAUTO hacia el cliente G en donde hay una distancia recorrida de 10 kilómetros de recorrido, de autoría propia.

Figura 16

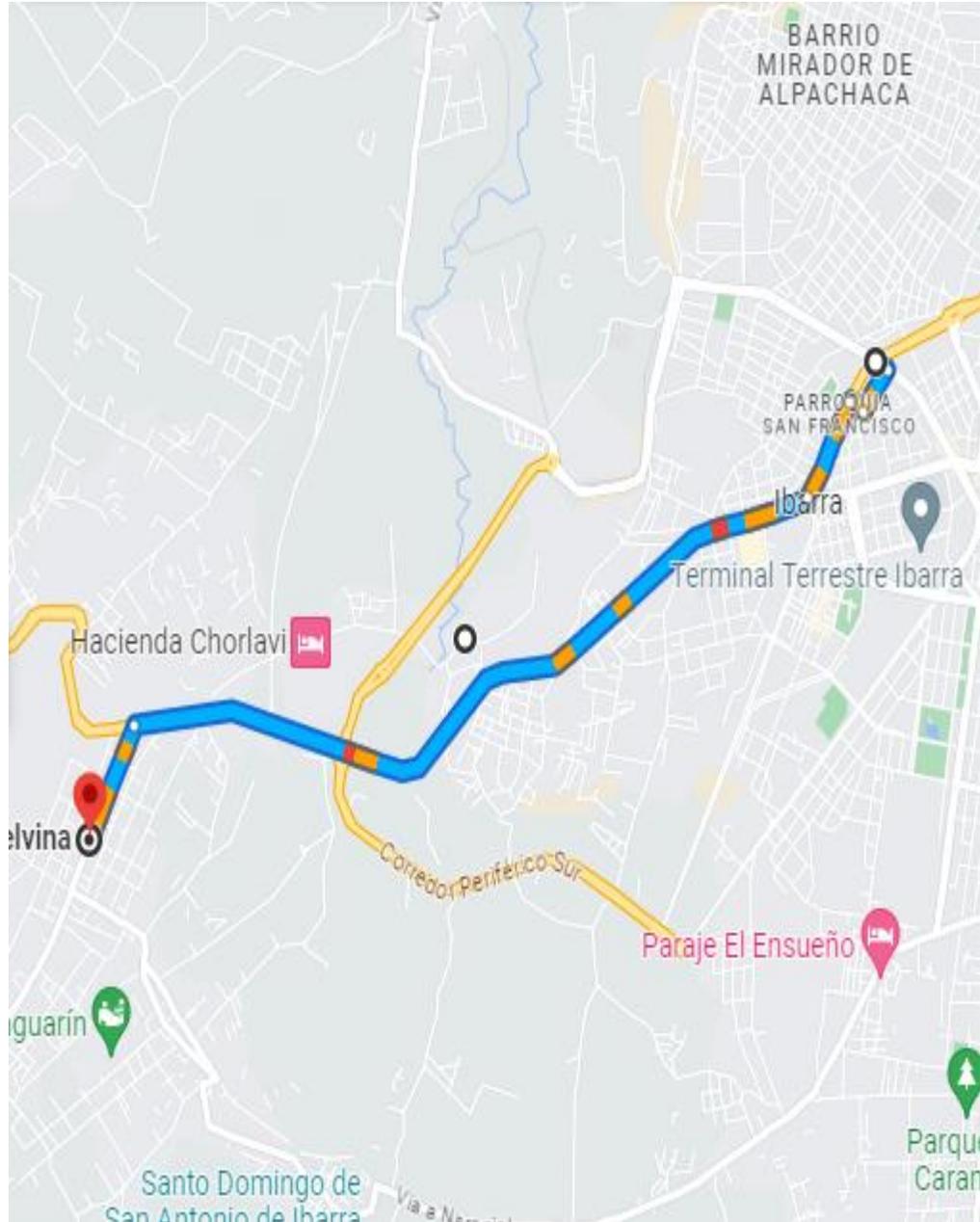
Distancia que recorrió el vehículo del origen al cliente H



Nota: Partiendo del origen que sería la empresa CABLEAUTO hacia el cliente H en donde hay una distancia recorrida de 5,5 kilómetros de recorrido, de autoría propia.

Figura 17

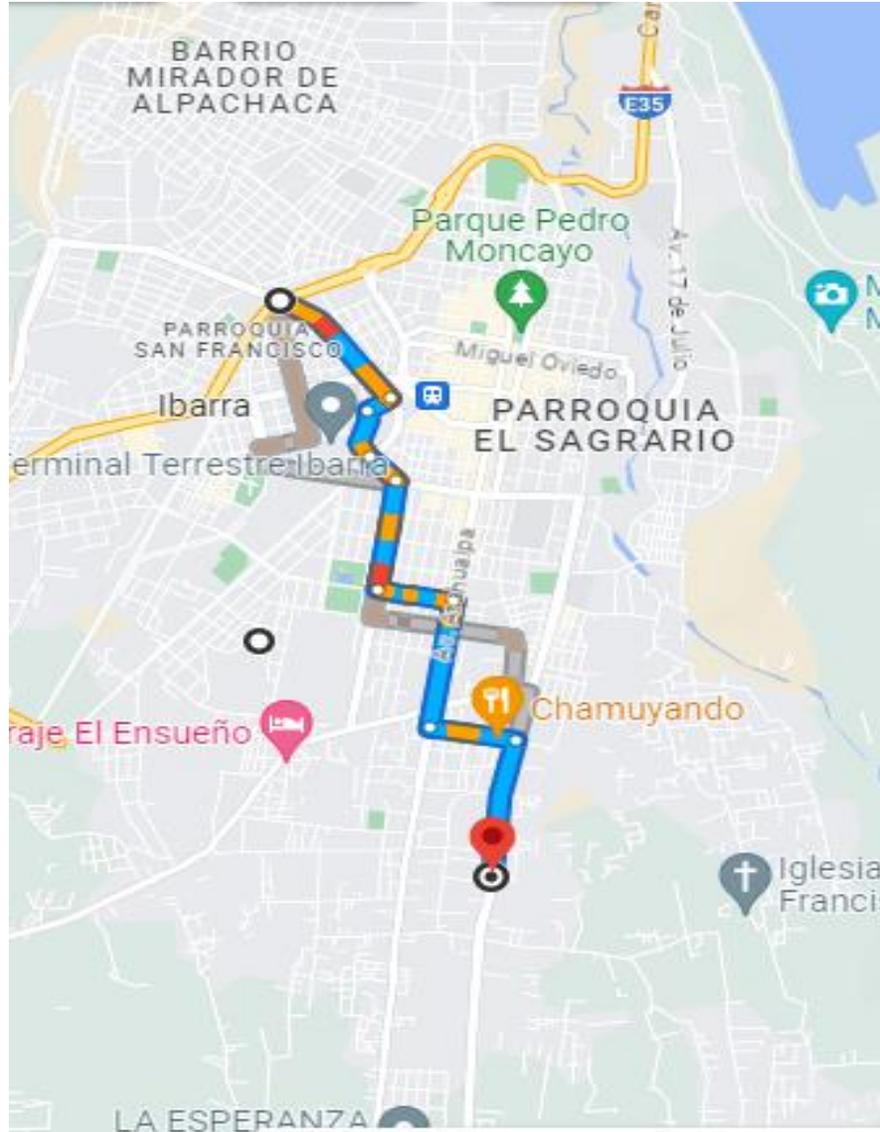
Distancia que recorrió el vehículo del origen al cliente I



Nota: Partiendo del origen que sería la empresa CABLEAUTO hacia el cliente I en donde hay una distancia recorrida de 6 kilómetros de recorrido, de autoría propia.

Figura 18

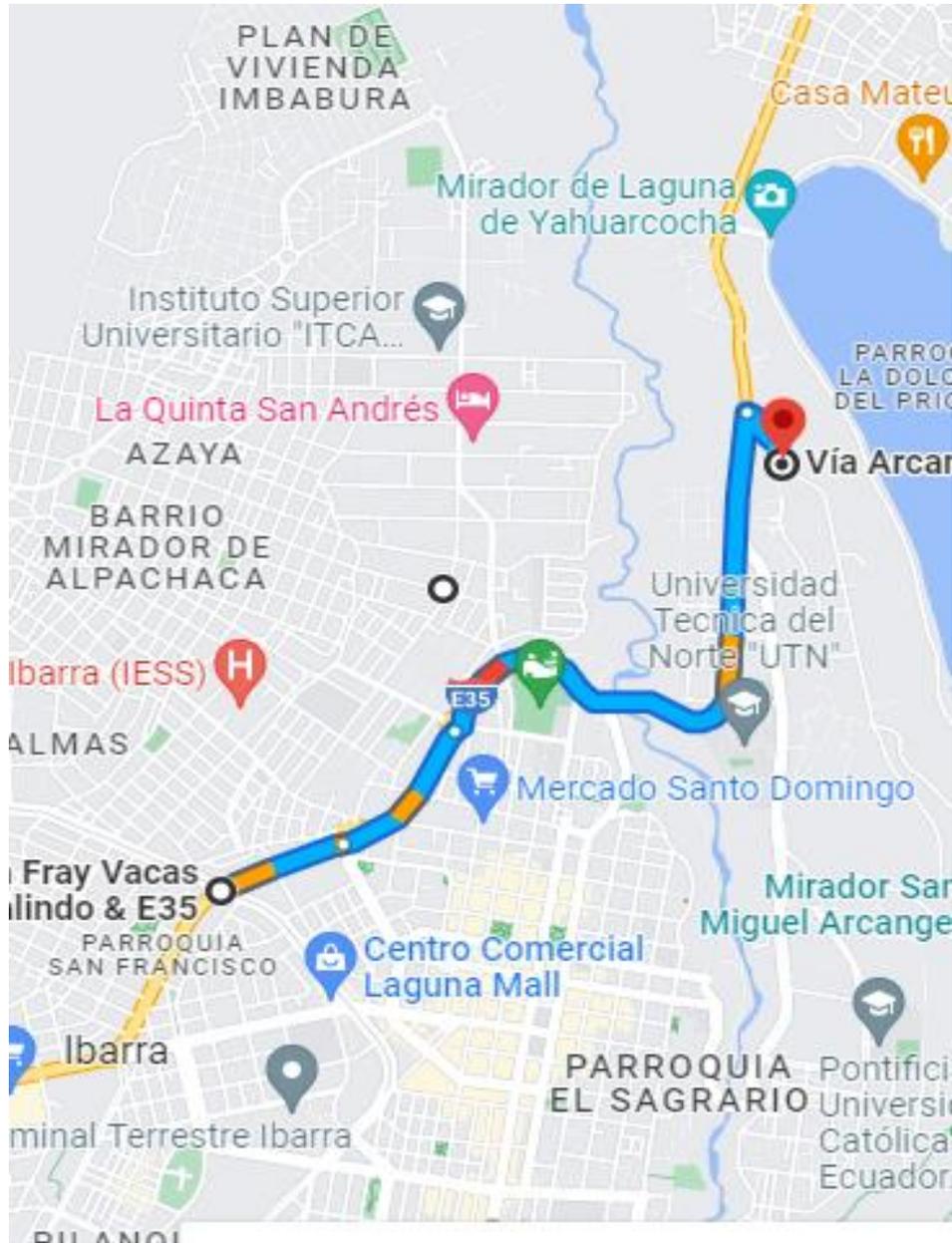
Distancia que recorrió el vehículo del origen al cliente J



Nota: Partiendo del origen que sería la empresa CABLEAUTO hacia el cliente J en donde hay una distancia recorrida de 4,7 kilómetros de recorrido, de autoría propia.

Figura 19

Distancia que recorrió el vehículo del origen al cliente K



Nota: Partiendo del origen que sería la empresa CABLEAUTO hacia el cliente K en donde hay una distancia recorrida de 3,8 kilómetros de recorrido, de autoría propia.

Los datos recopilados antes de aplicar el método Clarke-Wright son fundamentales para entender el contexto del problema y para guiar el proceso de optimización de las rutas de vehículos. Estos datos proporcionan información esencial que el método utiliza para generar soluciones de enrutamiento más eficientes y efectivas.

La ubicación de la base que sería CABLEAUTO es primordial al momento de la planificación de las rutas y cómo se distribuirán los clientes en relación con la base y junto con las distancias o costos entre las ubicaciones son esenciales para calcular los ahorros al combinar rutas. Estos ahorros se utilizarán para determinar qué rutas deben combinarse y en qué orden. Además, las distancias o costos también son utilizados para evaluar la calidad de las soluciones generadas por el método.

A continuación, se muestra una tabla con los datos obtenidos con respecto a los kilómetros recorridos y el tiempo que se demora en minutos junto con el costo que representa cada kilómetro recorrido.

Tabla 10

Datos iniciales de distancias, tiempo, costos

| Recorridos | Cliente A | Cliente B | Cliente C | Cliente D | Cliente E | Cliente F | Cliente G | Cliente H | Cliente I | Cliente J | Cliente K | Total |
|------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|
| Km Ida y regreso | 92 | 70 | 61 | 44 | 28,2 | 54 | 20 | 11 | 12 | 9,4 | 7,6 | 409,2 |
| Min | 95 | 78 | 70 | 60 | 55 | 72 | 26 | 28 | 30 | 25 | 9 | 1096 |
| Costos | \$ 50,94 | \$ 38,76 | \$ 33,78 | \$ 24,36 | \$ 15,62 | \$ 29,90 | \$ 11,07 | \$ 6,09 | \$ 6,64 | \$ 5,21 | \$ 4,21 | \$226,59 |

Nota: Datos iniciales obtenido del recorrido individual del centro de distribución (CABLEAUTO) hacia sus respectivos clientes, con el tiempo que se tardan en movilizar y los costos que generan cada uno, de autoría propia.

Teniendo todos los datos se procede a la aplicación de la metodología Clarkle and Wright con CABLEAUTO como ruta inicial y las demás rutas para realizar la sectorización y obtener una mejor zonificación en las entregas optimizando el tiempo de recorrido y aminorando las distancias.

Tabla 11

Matriz de distancias triangular

| | CABLEAUTO | Cliente A | Cliente B | Cliente C | Cliente D | Cliente E | Cliente F | Cliente G | Cliente H | Cliente I | Cliente J | Cliente K |
|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| CABLEAUTO | | 46 | 35 | 30,5 | 22 | 14,1 | 27 | 10 | 5,5 | 6 | 4,7 | 3,8 |
| Cliente A | | | 43 | 31,5 | 26 | 31,9 | 19 | 36 | 40,5 | 40 | 41,2 | 43,1 |
| Cliente B | | | | 12,5 | 16 | 18,9 | 8 | 25 | 30,5 | 30 | 31,2 | 33,1 |
| Cliente C | | | | | 14,5 | 18,4 | 4,5 | 17,5 | 23 | 22,5 | 23,7 | 25,6 |
| Cliente D | | | | | | 6,9 | 8,5 | 10 | 15,5 | 15 | 16,2 | 18,1 |
| Cliente E | | | | | | | 13,1 | 8 | 8,6 | 8,1 | 9,3 | 11,2 |
| Cliente F | | | | | | | | 17 | 18,5 | 22 | 23,2 | 25,1 |
| Cliente G | | | | | | | | | 5,5 | 5 | 6,2 | 9,1 |
| Cliente H | | | | | | | | | | 0,5 | 1,7 | 3,6 |
| Cliente I | | | | | | | | | | | 1,2 | 3,1 |
| Cliente J | | | | | | | | | | | | 1,9 |
| Cliente K | | | | | | | | | | | | |

Nota Datos iniciales de las distancias de recorrido a los distintos clientes tanto en filas como en las columnas, de autoría propia.

En la tabla presentada se tiene todos los datos de las rutas y para cada par de clientes en el problema se calcula el ahorro que se obtendría al unir estos dos clientes en una ruta en lugar de que cada uno tenga su propia ruta individual. Y para continuar con el método se presenta a continuación una matriz cuadrada que sería los datos de la matriz triangular anterior, pero de forma vertical obteniendo los datos como un reflejo.

Tabla 12

Matriz completa de distancias del método Clarkle and Wright

| | CABLE | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K |
|-------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| CABLE | | 46 | 35 | 30,5 | 22 | 14,1 | 27 | 10 | 5,5 | 6 | 4,7 | 3,8 |
| A | 46 | | 43 | 31,5 | 26 | 31,9 | 19 | 36 | 40,5 | 40 | 41,2 | 43,1 |
| B | 35 | 43 | | 12,5 | 16 | 18,9 | 8 | 25 | 30,5 | 30 | 31,2 | 33,1 |
| C | 30,5 | 31,5 | 12,5 | | 14,5 | 18,4 | 4,5 | 17,5 | 23 | 22,5 | 23,7 | 25,6 |
| D | 22 | 26 | 16 | 14,5 | | 6,9 | 8,5 | 10 | 15,5 | 15 | 16,2 | 18,1 |
| E | 14,1 | 31,9 | 18,9 | 18,4 | 6,9 | | 13,1 | 8 | 8,6 | 8,1 | 9,3 | 11,2 |
| F | 27 | 19 | 8 | 4,5 | 8,5 | 13,1 | | 17 | 18,5 | 22 | 23,2 | 25,1 |
| G | 10 | 36 | 25 | 17,5 | 10 | 8 | 17 | | 5,5 | 5 | 6,2 | 9,1 |
| H | 5,5 | 40,5 | 30,5 | 23 | 15,5 | 8,6 | 18,5 | 5,5 | | 0,5 | 1,7 | 3,6 |
| I | 6 | 40 | 30 | 22,5 | 15 | 8,1 | 22 | 5 | 0,5 | | 1,2 | 3,1 |
| J | 4,7 | 41,2 | 31,2 | 23,7 | 16,2 | 9,3 | 23,2 | 6,2 | 1,7 | 1,2 | | 1,9 |
| K | 3,8 | 43,1 | 33,1 | 25,6 | 18,1 | 11,2 | 25,1 | 9,1 | 3,6 | 3,1 | 1,9 | |

Nota: Representación de la matriz llena para proceder a la aplicación de la metodología Clarke and Wright con todas las distancias a la empresa CABLEAUTO, de autoría propia.

Una vez obtenida la tabla de distancias llena dando un total de 409 kilómetros recorridos se procede a realizar la matriz de ahorros cuya formula mostrada en (Maguiña-Agurto, 2016), se basa en calcular cual es el ahorro para todos los pares de clientes con la siguiente formula;

$$(A + B - X) \quad (4)$$

donde:

De **(4)**, A es la distancia desde el origen hasta el punto A, B es la distancia desde el origen hasta el punto B, X es la distancia entre los puntos A y B

Un ejemplo en la aplicación de esta matriz de los clientes de CABLEAUTO seria para el cliente A y B, aplicando la formula quedaría de la siguiente manera:

De **(4)**, reemplazamos A=46

De **(4)**, reemplazamos B=35

De **(4)**, reemplazamos X= 43

De la ecuación **(4)** reemplazamos $46 + 35 - 43$ y obtenemos un resultado de 38 kilómetros de recorrido.

El ahorro obtenido es de 38 kilómetros y así sucesivamente se realiza de par en par las siguientes ubicaciones de los clientes de CABLEAUTO y así se puede evidenciar en la siguiente matriz el resultado obtenido y así sucesivamente seguir trabajando con los demás clientes.

Tabla 13

Matriz de ahorros del método Clarke and Wright

| | CABLE | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K |
|-------|-------|------|------|------|------|------|------|------|-----|-----|------|-----|
| CABLE | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| A | 0 | 0 | 38 | 45 | 42 | 28,2 | 54 | 20 | 11 | 12 | 9,5 | 6,7 |
| B | 0 | 38 | 0 | 53 | 41 | 30,2 | 54 | 20 | 10 | 11 | 8,5 | 5,7 |
| C | 0 | 45 | 53 | 0 | 38 | 26,2 | 53 | 23 | 13 | 14 | 11,5 | 8,7 |
| D | 0 | 42 | 41 | 38 | 0 | 29,2 | 40,5 | 22 | 12 | 13 | 10,5 | 7,7 |
| E | 0 | 28,2 | 30,2 | 26,2 | 29,2 | 0 | 28 | 16,1 | 11 | 12 | 9,5 | 6,7 |
| F | 0 | 54 | 54 | 53 | 40,5 | 28 | 0 | 20 | 14 | 11 | 8,5 | 5,7 |
| G | 0 | 20 | 20 | 23 | 22 | 16,1 | 20 | 0 | 10 | 11 | 8,5 | 4,7 |
| H | 0 | 11 | 10 | 13 | 12 | 11 | 14 | 10 | 0 | 11 | 8,5 | 5,7 |
| I | 0 | 12 | 11 | 14 | 13 | 12 | 11 | 11 | 11 | 0 | 9,5 | 6,7 |
| J | 0 | 9,5 | 8,5 | 11,5 | 10,5 | 9,5 | 8,5 | 8,5 | 8,5 | 9,5 | 0 | 6,6 |
| K | 0 | 6,7 | 5,7 | 8,7 | 7,7 | 6,7 | 5,7 | 4,7 | 5,7 | 6,7 | 6,6 | 0 |

Nota: Demostración del desarrollo de la matriz de ahorro para optimizar las rutas, de autoría propia.

Una vez obtenida nuestra matriz de ahorros se procede a crear las rutas, pero para ello también es necesario saber cuál es la demanda de pedido de cada cliente y la capacidad del vehículo que serían las restricciones al momento de generar las rutas estos datos se muestran a continuación:

Tabla 14

Demanda de cada cliente y la capacidad del vehículo

| | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K |
|-----------------------|----|----------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Demanda FUNDA | 5 | 5 | 4 | 2 | 3 | 6 | 2 | 3 | 3 | 6 | 4 |
| Demanda CABLE | 5 | 5 | 4 | 2 | 3 | 6 | 2 | 3 | 3 | 6 | 4 |
| Capacidad el vehículo | 44 | UNIDADES | | | | | | | | | |

Nota: En la tabla 9 se muestra las respectivas restricciones para la optimización de las rutas con una capacidad del vehículo de 44 unidades, de autoría propia.

Comenzando desde el par de clientes con el mayor ahorro, se intenta fusionar sus rutas individuales en una sola ruta. Se verifican las restricciones, como la capacidad del vehículo y la demanda de cada cliente, para garantizar que la fusión sea posible, si la función es posible se procede a combinar las rutas y se actualiza la ruta en que se está ahorrando y así se continúa fusionando rutas mientras haya pares de clientes con ahorros positivos y se cumplan con las restricciones. Los colores que se observan en la matriz de ahorros son una referencia a las dos rutas que se obtuvo por ejemplo verde corresponde a la primera ruta y el azul a la segunda ruta.

Los colores rojos son de las cantidades que ya fueron utilizadas al igual que las de color amarillo y el color restante que es un rojo apagado son cantidades que compartían rutas iniciales ya que debían ser marcadas tanto en filas como en columnas. Adicional a esto existe una restricción en el vehículo que es la capacidad de carga como se detalla a continuación en la siguiente tabla.

Tabla 15

Capacidad de carga del vehículo y peso del producto

| |
|---|
| CAPACIDAD DE CARGA DE CAMIONETA D-MAX |
| 1,230 kilogramos |
| Cable de guaya en acero galvanizado de 3,19 mm (1/8) |
| 0,030 pesa por cada metro |
| 30 kilogramos 1000 metros |
| Funda para chicote o freno de 10 mm (25/64) |
| 0,020 kilogramos por cada metro |
| 20 kilogramos 1000 metros |

Nota: Se puede observar la capacidad del vehículo y además el peso por unidad de cada rollo de cable y funda para aproximar la demanda y no sobrepasar la capacidad de carga del vehículo, de autoría propia.

Tabla 16

Demostración de la ruta optima 1

| NODO INICIAL | | | |
|---------------|-------------------|-------------------|------------------|
| CABLEAUTO | F | CABLEAUTO | |
| CABLEAUTO | A | CABLEAUTO | |
| CABLEAUTO | F-A | CABLEAUTO | RUTA |
| NODO 1 | | | |
| CABLEAUTO | B | CABLEAUTO | |
| CABLEAUTO | F | CABLEAUTO | ARCO |
| CABLEAUTO | F-A-B | CABLEAUTO | RUTA |
| NODO 2 | | | |
| CABLEAUTO | C | CABLEAUTO | |
| CABLEAUTO | B | CABLEAUTO | ARCO |
| CABLEAUTO | F-A-B-C | CABLEAUTO | RUTA |
| NODO 3 | | | |
| CABLEAUTO | D | CABLEAUTO | |
| CABLEAUTO | A | CABLEAUTO | ARCO |
| CABLEAUTO | F-A-B-C-D | CABLEAUTO | RUTA |
| RUTA 1 | CABLEAUTO- | F-A-B-C-D- | CABLEAUTO |
| DEMANDA | 44 UNID | | |

Nota: Se puede visualizar la ruta 1 con sus respectivos nodos y los arcos que conectan a todas las rutas, dando como resultado que la ruta 1 parta de CABLEAUTO y se dirija a los clientes F-A-B-C-D y retorne a CABLEAUTO, con la respectiva capacidad de 44 unidades, de autoría propia.

Tabla 17

Demostración de la ruta optima 2

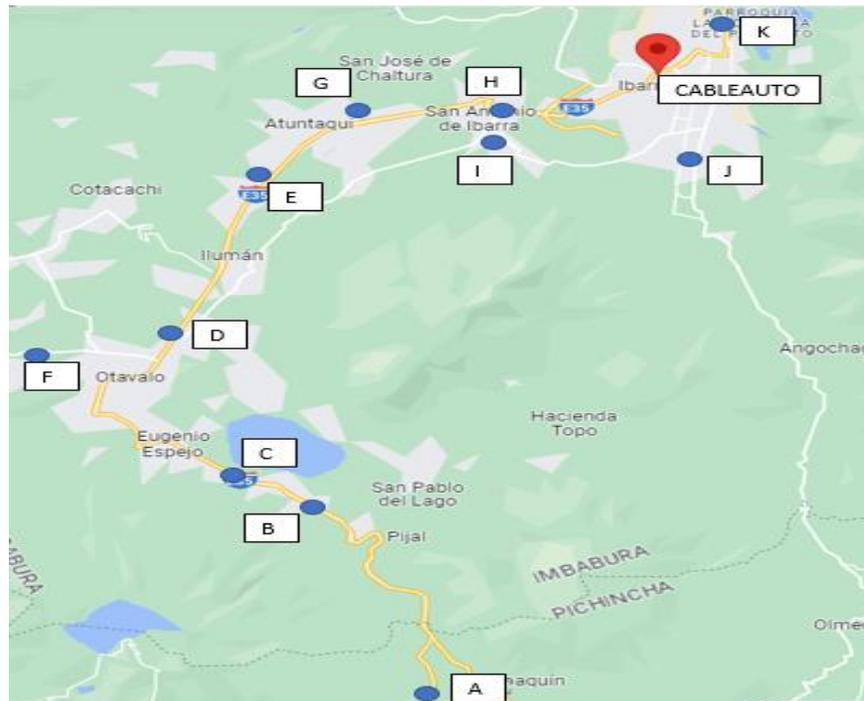
| NODO INICIAL | | | |
|---------------|-------------------|---------------------|------------------|
| CABLEAUTO | G | CABLEAUTO | |
| CABLEAUTO | E | CABLEAUTO | |
| CABLEAUTO | G-E | CABLEAUTO | |
| NODO 1 | | | |
| CABLEAUTO | I | CABLEAUTO | |
| CABLEAUTO | E | CABLEAUTO | ARCO |
| CABLEAUTO | G-E-I | CABLEAUTO | RUTA |
| NODO 2 | | | |
| CABLEAUTO | H | CABLEAUTO | |
| CABLEAUTO | I | CABLEAUTO | ARCO |
| CABLEAUTO | G-E-I-H | CABLEAUTO | RUTA |
| NODO 3 | | | |
| CABLEAUTO | J | CABLEAUTO | |
| CABLEAUTO | H | CABLEAUTO | ARCO |
| CABLEAUTO | G-E-I-H-J | CABLEAUTO | RUTA |
| NODO 4 | | | |
| CABLEAUTO | K | CABLEAUTO | |
| CABLEAUTO | J | CABLEAUTO | ARCO |
| CABLEAUTO | G-E-I-H-J-K | CABLEAUTO | RUTA |
| RUTA 2 | CABLEAUTO- | G-E-I-H-J-K- | CABLEAUTO |
| DEMANDA | 42 UNID | | |

Nota: Se puede visualizar la ruta 2 con sus respectivos nodos y los arcos que conectan a todas las rutas, dando como resultado que la ruta 2 parta de CABLEAUTO y se dirija a los clientes G-E-I-H-J-K y retorne a CABLEAUTO, con la respectiva capacidad de 42 unidades, de autoría propia.

Se obtuvo dos rutas como se puede ver en la **Figura 21** y **Figura 22** de las cuales se obtiene un ahorro en distancia, tiempo y costo como se puede ver en el análisis de la **Tabla 18** y **Tabla 19** y para llevar en orden de las entregas se detalla un formato en la **Tabla 20** y a continuación a esta tablas se muestra un análisis de los resultados esperados.

Figura 20

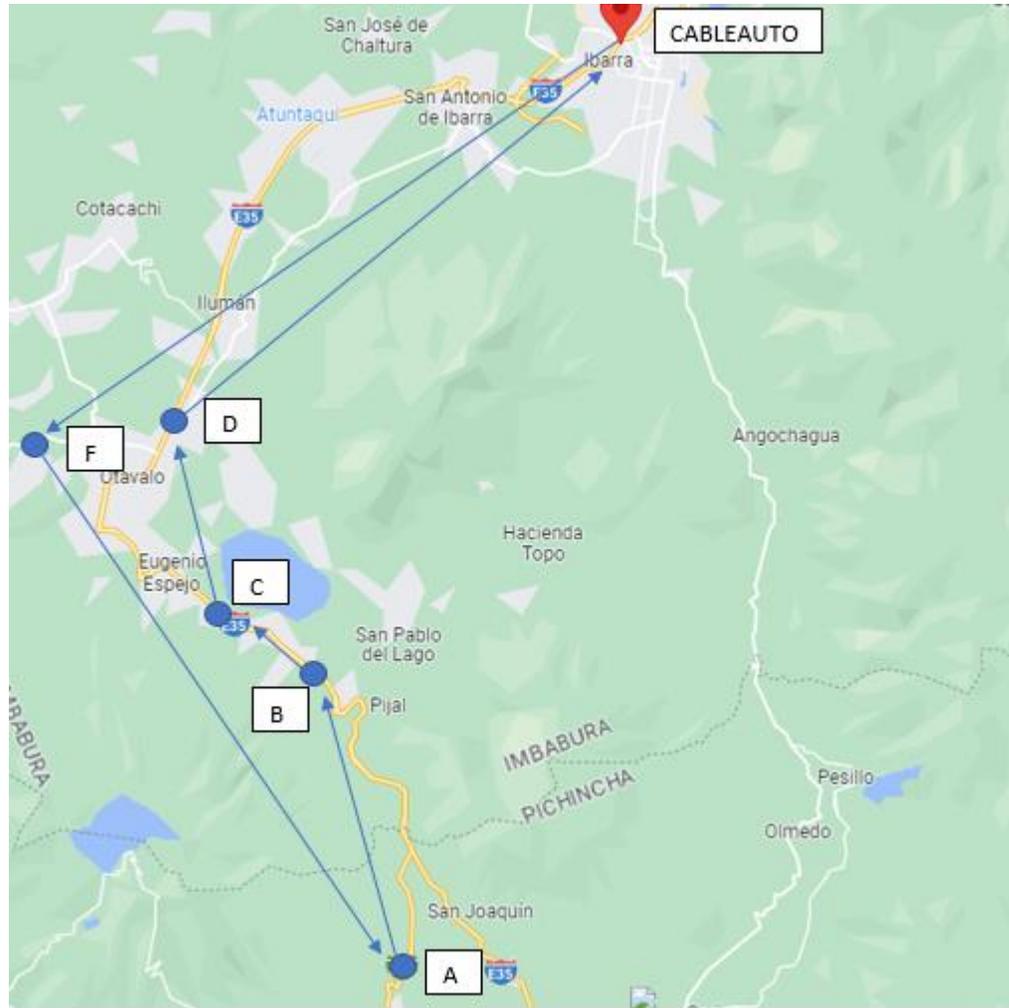
Ubicación de los clientes donde se entregan los pedidos



Nota: Mediante el uso de Google maps se puede observar en donde la empresa CABLEAUTO hace sus entregas a todos los clientes, de autoría propia.

Figura 21

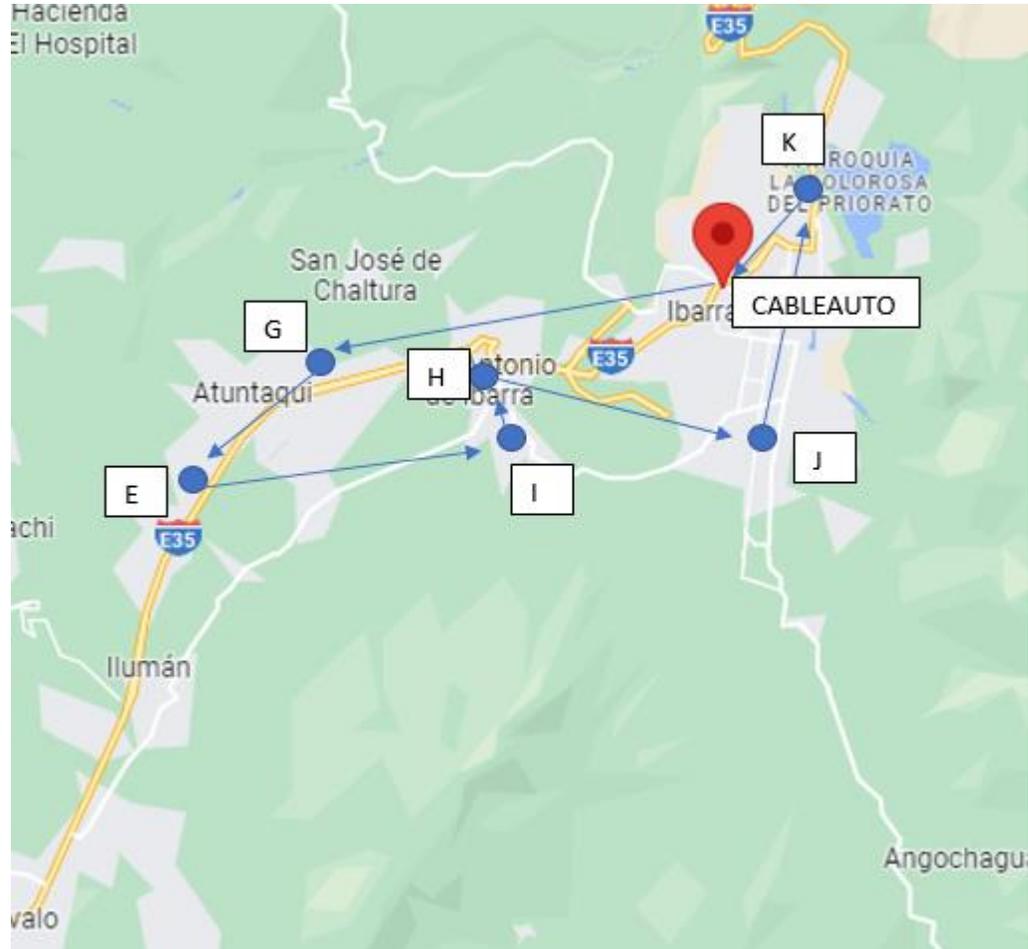
Propuesta de la ruta 1 que se obtuvo del método Clarke and Wright



Nota: Mediante la herramienta de Google maps se puede ver el orden de entregas correspondiente a la ruta 1 que tendrá una distancia de 138 kilómetros, de autoría propia.

Figura 22

Propuesta de la ruta 2 que se obtuvo del método Clarke and Wright



Nota: Mediante la herramienta de Google maps se puede ver el orden de entregas correspondiente a la ruta 2 que tendrá una distancia de 34 kilómetros, de autoría propia.

Se obtuvo dos rutas de las cuales se realiza el respectivo análisis de la distancia recorrida y el tiempo que se demora y el costo que representaría esa ruta.

Tabla 18

Análisis de la ruta 1

| | | | | | | | | | |
|-----------------|-----------|----|----|------|------|----|-----------|-------|-----|
| RUTA 1 | CABLEAUTO | F | A | B | C | D | CABLEAUTO | | |
| DISTA | 27 | 19 | 43 | 12,5 | 14,5 | 22 | | 138 | km |
| TIEMPO PROMEDIO | | | | | | | | 255 | min |
| COSTO | | | | | | | | 76,42 | \$ |

Nota: En la ruta 1 se obtiene un recorrido total de 138 kilómetros que parte de CABLEAUTO a los clientes F, A, B, C, D y regresan a CABLEAUTO con el tiempo de recorrido y el costo, de autoría propia.

El costo total de la ruta 1 se obtiene de multiplicar los 0,55 que se obtuvo en la **Tabla 9** que es el costo por kilómetro recorrido y se lo multiplicado por la distancia recorrida de 138 dando un resultado de 76, 42 dólares.

Tabla 19

Análisis de la ruta 2

| | | | | | | | | | |
|-----------------|-----------|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----------|-----|
| RUTA 2 | CABLEAUTO | G | E | I | H | J | K | CABLEAUTO | |
| DISTA | 10 | 8 | 8,1 | 0,5 | 1,7 | 1,9 | 3,8 | 34 | km |
| TIEMPO PROMEDIO | | | | | | | | 127 | min |
| COSTO | | | | | | | | 18,83 | \$ |

Nota: Resultados de distancia, tiempo y costo de la ruta 2 con los clientes G, E, I, H, J, K, de autoría propia.

De igual manera en la ruta 2 se obtiene la distancia que sería de 34 kilómetros con un costo de 18,83 que es la multiplicación de los 0,55 tomado de la **Tabla 9** por la distancia de la ruta 2. Una vez analizada las dos rutas el costo total de recorrido es de 95,25 dólares, el tiempo de recorrido total es de 382 minutos y los kilómetros de las dos rutas es de 172 kilómetros de recorrido.

En muchos países, incluido Ecuador, los conductores profesionales, como camioneros y transportistas de carga, están sujetos a regulaciones que limitan el tiempo máximo de conducción diaria y establecen períodos mínimos de descanso. Estas regulaciones tienen como objetivo garantizar la seguridad vial y evitar la fatiga de los conductores y según el acuerdo ministerial 210 en el artículo 5.1 no se autoriza a ningún conductor a conducir ininterrumpidamente más de cuatro horas.

Lo que en el caso de las dos rutas obtenidas si habrá interrupciones ya que existe las ventanas de 5 min a cada cliente que se obtuvo al tomar los tiempos de demora en entregar el pedido y así no influye las restricciones de la cantidad de kilómetros que debe recorrer el conductor.

Para llevar un orden en las entregas y que el ruteo sea el óptimo se realizó un formato en el cual esta detallado el orden en el cual deben realizar el recorrido para dar el seguimiento correspondiente y reducir los recursos. El formato se muestra a continuación en la tabla.

Tabla 20*Hoja de rutas optimizada*

| Hoja de ruteo 1 y 2 | | | | | |
|--|---------------------------|---------------|-------------------------|-----------------|---------------|
| Departamento | Distribución y transporte | | Nombre de Transportista | | Año |
| Fecha: | | | | | |
| Cliente | Hora | Dia entregado | Firma de aceptación | Ruta | Observaciones |
| SALIDA DE CABLEAUTO HACIA LA RUTA 1 | | | | | |
| ELECTROTECNIA | | | | 1 | |
| CADENAUTO | | | | 1 | |
| MULTIAUDIO | | | | 1 | |
| AUTOMOTRIZ PAVON | | | | 1 | |
| MANGUENOR | | | | 1 | |
| LLEGADA DE LA RUTA 1 Y SALIDA HACIA LA RUTA 2 | | | | | |
| SAVE | | | | 2 | |
| ELECTRICA MARTINEZ | | | | 2 | |
| YEPEZ DISTRIBUIDORA | | | | 2 | |
| GAMAELECTRICO | | | | 2 | |
| AUTOCENTRO | | | | 2 | |
| FRENOS EXPRES | | | | 2 | |
| LLEGADA A CABLEAUTO DE LA RUTA 2 | | | | | |
| Fecha de elaboración de ficha: | Elaborado por: | | | Autorizado por: | |

Nota: Este formato servirá como apoyo y será una garantía para saber que el proceso se está cumpliendo con las entregas, de autoría propia.

RESULTADOS ESPERADOS

Tabla 21

Comparación de datos obtenidos antes y después

| RESULTADOS ESPERADOS | | | |
|-----------------------------|---------------------|---------------------------|---------------------|
| | Tiempo (Minutos) | Distancia (Kilómetros) | Costos (Dólares) |
| Actual modelo logístico | 1096 | 409,2 | 226,59 |
| Propuesta de mejora | 382 | 172 | 95,25 |
| Diferencia | 65% | 58% | 58% |

Nota: Los datos del actual modelo logístico son comparados con los datos de la propuesta de mejora en tiempo, distancia y costos y demostrando la diferencia que existe en cada uno. De autoría propia.

Como resultado de la propuesta de mejora se obtuvo un tiempo de 382 minutos que transformando a horas no sobrepasa las 8 horas de trabajo diaria evidenciando una gran diferencia con el modelo de entregas actual que sobrepasa las 8 horas de trabajo diario incluso hay una diferencia del 65% de tiempo con respecto al modelo actual.

Para la distancia recorrida son 172 kilómetros entre las dos rutas obtenidas por la heurística de Clarke and Wright que de igual manera comparando con el actual modelo de entregas de la empresa CABLEAUTO existe una gran diferencia de 58% en comparación a los años anteriores de recorridos que han estado realizando.

La organización puede evidenciar claramente que el modelo logístico traerá también ahorros en el costo del transporte como se puede evidenciar en la RESULTADOS ESPERADOS

Tabla 21 y no podrá tener una mayor pérdida de recursos como lo está haciendo con el modelo actual que de igual manera hay diferencia de 58 %.

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Tabla 22

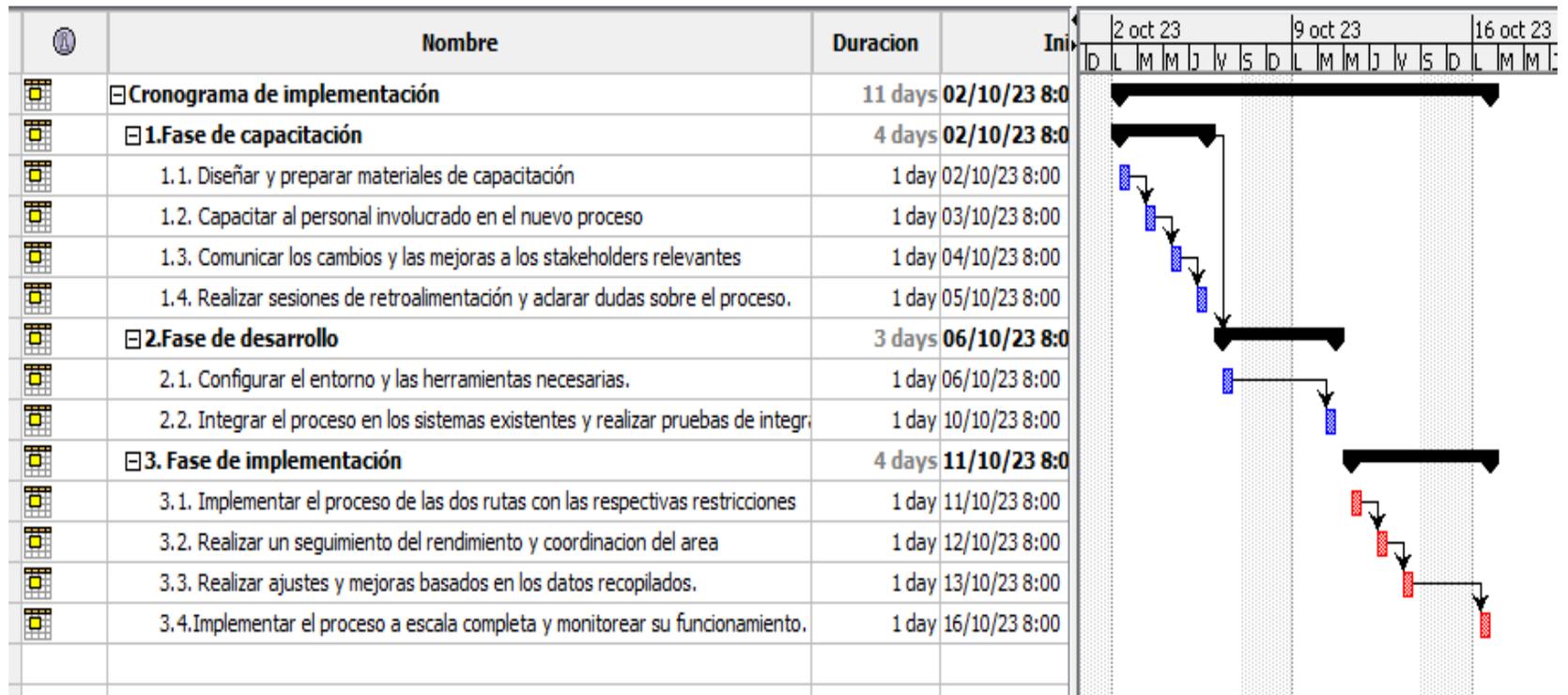
Implementación de la propuesta

| Cronograma de actividades | | |
|----------------------------------|------------------------|---|
| | Fase de capacitación | Semana 1 |
| | | Día 18 Diseñar y preparar materiales de capacitación |
| | | Día 19 Capacitar al personal involucrado en el nuevo proceso |
| | | Día 20 Comunicar los cambios y las mejoras a los stakeholders relevantes |
| | | Día 21 Realizar sesiones de retroalimentación y aclarar dudas sobre el proceso |
| 8:00 am - 4:00 pm | Fase de desarrollo | Semana 2 |
| | | Día 11 Configurar el entorno y las herramientas necesarias (Área de trabajo) |
| | | Día 12 Integrar el proceso en los sistemas existentes y realizar pruebas de integración |
| | Fase de implementación | Semana 3 |
| | | Día 22 Implementar el proceso de las dos rutas con las respectivas restricciones |
| | | Día 23 Realizar un seguimiento del rendimiento y coordinación del área |
| | | Día 24 Realizar ajustes y mejoras basados en los datos recopilados |
| | | Día 25 Implementar el proceso a escala completa y monitorear su funcionamiento |

Nota: Listado de un cronograma de actividades que se realizara en la empresa CABLEAUTO, de autoría propia.

Figura 23

Diagrama de Gantt de la implementación de la propuesta



Nota: Diagrama de Gantt en Project libre del cronograma de actividades, de autoría propia.

ANÁLISIS DE COSTOS

Tabla 23

Análisis de inversión en cada trabajador de la empresa CABLEAUTO

| RUBRO\EMPLEADO | Gerente | Contadora | Jefe del área | Operador | Presentador | TOTAL |
|--|-------------|-----------|---------------|-----------|-------------|-------------|
| Salario Mínimo Vital (2023) | \$ 460,00 | \$ 460,00 | \$460,00 | \$ 460,00 | \$ 460,00 | |
| Sueldo | \$ 3.000,00 | \$ 600,00 | \$600,00 | \$ 460,00 | \$ 550,00 | \$ 4.200,00 |
| IESS Patronal (11,35%) | \$ 340,50 | \$ 68,10 | \$ 68,10 | \$ 51,08 | \$ 62,43 | \$ 476,70 |
| 13 | \$ 250,00 | \$ 50,00 | \$ 50,00 | \$ 37,50 | \$ 45,83 | \$ 350,00 |
| 14 | \$ 37,50 | \$ 37,50 | \$ 37,50 | \$ 37,50 | \$ 37,50 | \$ 112,50 |
| FR | \$ 250,00 | \$ 50,00 | \$ 50,00 | \$ 37,50 | \$ 45,83 | \$ 350,00 |
| Vacaciones | \$ 125,00 | \$ 25,00 | \$ 25,00 | \$ 18,75 | \$ 22,92 | \$ 175,00 |
| Desahucio | \$ 62,50 | \$ 12,50 | \$ 12,50 | \$ 9,38 | \$ 11,46 | \$ 87,50 |
| OTROS | | | | | | \$ - |
| (Invierte la empresa) Total Mensual | \$ 4.065,50 | \$ 843,10 | \$ 843,10 | \$ 641,70 | \$ 775,97 | \$ 5.751,70 |

Nota: La tabla contiene los salarios básicos en el Ecuador de 450 dólares, con su sueldo correspondiente a cada trabajador y sus respectivas remuneraciones para obtener un total mensual de cada uno de ellos que sería lo que empresa CABLEAUTO invierte en los mismos, de autoría propi

Tabla 24

Calculo de costos por hora de la empresa CABLEAUTO

| Costos por hora | | | | | | |
|------------------------------|----------------|------------------|----------------------|-----------------|--------------------|--|
| | Gerente | Contadora | Jefe del área | Operador | Presentador | |
| Horas mes | \$ 160 | \$ 160 | \$ 160 | \$ 160 | \$ 160 | |
| Costo Minuto | \$ 0,42 | \$ 0,09 | \$ 0,09 | \$ 0,07 | \$ 0,08 | |
| Costo Hora | \$ 25,41 | \$ 5,27 | \$ 5,27 | \$ 4,01 | \$ 4,85 | |
| Costo hora extra 50% | \$ 25,41 | \$ 5,27 | \$ 5,27 | \$ 4,01 | \$ 4,85 | |
| Costo hora extra 100% | \$ 33,88 | \$ 7,03 | \$ 7,03 | \$ 5,35 | \$ 6,47 | |

Nota: En la tabla se muestra los costos por hora de cada trabajador y de ser el caso las horas extras al 50 y 100 por ciento, de autoría propia.

Una vez que se obtuvo el costo por hora de cada encargado se procede a calcular cuánto costaría la capacitación al personal sobre el procedimiento actualizado que tendrá una duración de 4 días y en la capacitación estará presentes 8 personas incluido el presentador, se puede visualizar en la Tabla 25.

Tabla 25

Costo de la fase de capacitación.

| Capacitaciones | | | | | | |
|--|-----------|---------------|-------------------|---------------|-----------------|------------------|
| 4 Horas de capacitación durante los 4 días | | | | | | |
| | Gerente | Contadora (1) | Jefe del área (1) | Operarios (4) | Presentador (1) | TOTAL |
| Costo Hora | \$ 101,64 | \$ 21,08 | \$ 21,08 | \$ 64,17 | \$ 19,40 | \$ 227,36 |
| Costo hora extra 50% | \$ 101,64 | \$ 21,08 | \$ 21,08 | \$ 64,17 | \$ 19,40 | \$ 227,36 |
| Costo hora extra 100% | \$ 135,52 | \$ 28,10 | \$ 28,10 | \$ 85,56 | \$ 25,87 | \$ 303,15 |

Nota: Las 4 horas de la capacitación será del criterio del propietario durante los 4 días de capacitación, de autoría propia.

De ser el caso de los 4 días de capacitaciones que durara un estimado de 4 horas daría un total de 909,44 \$ entre todos los presentes en la capacitación y si llegara a ser horas extras al 100% seguiría en aumento el costo y con un pequeño desayuno incluido en las cuatro capacitaciones con un costo de 160 \$ de las ocho personas sería un total de 387,36 \$ este valor dependerá que las persona que estén presente en la capacitación.

Tabla 26

Costos de la fase de desarrollo e implementación

| Costos de desarrollo e implementación | | | |
|--|---|---------------------------|-----------------------|
| Componentes | Descripción | Cantidad en unidad | Costo estimado |
| Readecuación del departamento | Adecuación del departamento | 1 | \$ 100,00 |
| Resmas de papel | Insumos de oficina | 10 | \$ 37,75 |
| Una computadora | Dispositivo tecnológico | 1 | \$ 500,00 |
| Una impresora | Dispositivo tecnológico | 1 | \$ 300,00 |
| Costos operativos | Reaccionados con la implementación de rutas | 1 | \$ 200,00 |
| Costo total anual | | | \$ 1.137,75 |

Nota: Según el cronograma de implementación se demuestra en la tabla cual sería el costo de desarrollar el proceso de ruteo y el costo estimado de cada recurso que se utilizaría, de autoría propia.

Todos los costos que se menciona en el desarrollo e implementación son costos estimados del recurso que se va a utilizar como son algunos recursos tecnológicos, de mantenimiento de área, insumos de oficina y algunos costos operativos que mencionan a la implementación de las rutas que sería una breve aclaración por parte del autor de este trabajo de investigación que sería recompensado con un recurso económico.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES

Con la ayuda de recopilación de datos se puede observar que una parte de los pedidos no cumplen con las fechas establecidas, de los 131 pedidos solamente el 56% representan el cumplimiento de las entregas y el 44% representa los pedidos que no se cumplieron como se muestra en la Tabla 1 obtenida con datos de la empresa y se puede identificar en que clientes debemos enfocarnos y posteriormente saber las fallas más frecuentes en el proceso y mediante encuestas evidenciar que no existe una planificación en las entregas.

Se obtiene datos para la planificación de rutas en la empresa CABLEAUTO, con un total de 409,2 kilómetros de recorrido, un tiempo de 1096 minutos y un costo por kilómetro de recorrido de 226,59 dólares. El último dato fue compartido por el departamento de costos de la empresa y otros datos como la demanda de cada cliente y la capacidad que tiene el vehículo que servirá como una restricción a la hora de aplicar el método.

Se desarrollo un modelo logístico en el cual se optimiza las rutas mediante la heurística de Clarke and Wright en el cual se obtuvo dos rutas, ambas con un total de 382 minutos de recorrido, una distancia de 172 kilómetros y un costo por recorrido de 95,25 dólares, comparado con el modelo actual estos resultados tienen una diferencia del 65% en el tiempo, 58% en los kilómetros y 58% en costo de recorrido habiendo una gran diferencia y para llevar en orden las entregas y cumplir con el ruteo del vehículo se muestra en la Tabla 20 el formato de la hoja de ruteo para que las entregas.

RECOMENDACIONES

Se recomienda el uso estricto de registros de los problemas u observaciones de entregas a los clientes y que estos documentos sean digitalizados de alguna manera o que directamente la información este en un ordenador muy bien guardada para que la recopilación de datos sea más rápida y poder generar diagramas estadísticos para prevenir los problemas en las entregas y que estos no se repitan constantemente.

Asegurarse de complementar Google Maps con otras fuentes de datos y herramientas de planificación logística ya que en si la aplicación si es confiable para generar rutas pero es importante considerar que no siempre proporciona una solución completa para todas las necesidades y es por eso que hay que combinar los datos de Google Maps con datos internos de la empresa, como información sobre la demanda de los clientes, la capacidad de los vehículos, los tiempos de entrega y otros factores específicos de tu operación.

La recomendación para futuras mejoras en el modelo logístico es familiarizarse con metodologías de enrutamiento ya que si ayudan a reducir los tiempos, distancias, costos y logística. Actualmente el método se lo aplico de manera manual, pero con el constante uso de este método pueden pasar al uso de algún software que basta solo con ingresar los datos de programa para obtener un resultado ejemplo de una plataforma de enrutamiento es Route4Me.

BIBLIOGRAFÍAS

- Bermejo, D. J. (1 de Marzo de 2020). *Economipedia*. Obtenido de <https://economipedia.com/definiciones/tecnologias-de-la-informacion-y-comunicacion-tic.html>
- Boero, C. (2020). *Introducción a la logística*. Jorge Sarmiento Editor - Universitas. doi:978-987-4491-16-9
- Calatayud, A., & Montes, L. (14 de Mayo de 2021). *Banco Interamericano de Desarrollo*. Obtenido de <https://publications.iadb.org/publications/spanish/viewer/Logistica-en-America-Latina-y-el-Caribe-Oportunidades-desafios-y-lineas-de-accion.pdf>
- Hernández-Barrueco, L. C. (2016). *Técnicas logísticas para innovar, planificar y gestionar: Aurum 1*. Barcelona: Marge Books. doi:978-84-16171-12-5
- Jama -Bermello, E. -N. (Marzo de 2019). *Universidad Tecnológica Indoamérica*. Obtenido de PROPUESTA DE MEJORA DE LOS PROCESOS LOGÍSTICOS DE ADMISIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE LA EMPRESA TRAMACOEEXPRESS CIA. LTDA. DE LA CIUDAD DE QUITO.: <https://repositorio.uti.edu.ec//handle/123456789/1206>
- Lozano-Gutiérrez, G.-G. (15 de Mayo de 2018). *Escuela de Ingeniería y Ciencias*. Obtenido de Optimización de ruta de venta utilizando métodos de Clarke - Wright y de : <https://repositorio.tec.mx/bitstream/handle/11285/629954/Optimizaci%C3%B3n%20de%20ruta%20de%20venta%20utilizando%20m%C3%A9todos%20de%20Clarke-Wright%20y%20de%20Barrido.pdf?sequence=1>
- Maguiña-Agurto, L.-L. (15 de Marzo de 2016). *Universidad Nacional Mayor de San Marcos*. Obtenido de https://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/5954/Magui%C3%B1a_al.pdf?isAllowed=y&sequence=3

Montega, B. (22 de 11 de 2022). *Montega* . Obtenido de Impacto de los procesos industriales en la rentabilidad de la empresa:

<https://montega.es/blog/impacto-de-los-procesos-industriales-en-la-rentabilidad-de-la-empresa/>

News, M. (26 de Julio de 2022). *Mecalux*. Obtenido de Mecalux:

<https://www.mecalux.com.co/blog/otif#:~:text=OTIF%20es%20un%20indicador%20de,y%20en%20el%20lugar%20correcto.>

Novatrans. (2021). *Novatrans*. Obtenido de

<https://www.novatrans.es/blog/formula-para-calcular-costo-por-kilometro/#:~:text=Resolver%20la%20f%C3%B3rmula%20para%20calcular%20costo%20por%20kil%C3%B3metro&text=Para%20ello%20deber%C3%A1s%20sumar%20todos,tu%20veh%C3%ADculo%20por%20kil%C3%B3metro%20reco>

Nuñez, P. (25 de Abril de 2023). *The Logistics World*. Obtenido de Logística y

distribución: <https://thelogisticsworld.com/logistica-y-distribucion/la-importancia-de-la-logistica-para-las-pymes-en-mexico/>

QuadMinds. (22 de Marzo de 2022). *QuadMinds*. Obtenido de

<https://www.quadminds.com/blog/problemas-logisticos-2/>

Sánchez-Almeida, E. L.-C. (2019). *GESTIÓN DE INVENTARIOS, EN EL PROCESO DE SERVICIO, DE PROVISIÓN DE LOS PRODUCTOS EN EL ÁREA DE CONSUMO MASIVO EN EL CENTRO DE DISTRIBUCIÓN AL MINOREO, LA EMPRESA DELICATESSEN LA BODEGUITA D. M. QUITO*. Universidad

Tecnológica Indoamérica. Obtenido de

<http://repositorio.uti.edu.ec//handle/123456789/1212>

Sanchez-Diaz, J.-E. (14 de Septiembre de 2020). *QuestionPro*. Obtenido de

<https://www.questionpro.com/blog/es/7-puntos-importantes-que-debe-considerar-en-el-diseno-de-encuestas/>

Simpliroute. (15 de Mayo de 2023). *Simpliroute*. Obtenido de Topología y

desagregación de los costos logísticos:

<https://simpliroute.com/es/blog/tipologia-y-desagregacion-de-los-costos-logisticos>

UNIR. (25 de Abril de 2022). *La Universidad en Internet*. Obtenido de <https://mexico.unir.net/ingenieria/noticias/diagrama-flujo/>

Vasquez -Quinchimbla, M. -A. (2021). *Universidad Tecnológica Indoamérica*. Obtenido de Optimización del plan de distribución del producto terminado de la microempresa Amane planta purificadora de agua alcalina: <https://repositorio.uti.edu.ec//handle/123456789/2340>

Vision, E. (12 de Abril de 2022). *EconomistVision*. Obtenido de <https://economistvision.com/la-logistica-mundial-2022-y-su-impacto-en-america-latina-y-el-caribe/?amp=1>

ANEXOS

Anexo 1

Empresa motivo de estudio



CABLEAUTO

Principal: Brasil 1-88 y Guayanas
(Urb. del Chofer 2)
Sucursal: Fray Vacas Galindo 140 y
Juan Francisco Leoro • IBARRA

099 194 0641
099 953 0778

CABLEAUTO

 Cableauto / Cableauto ET

• **FABRICAMOS Y DISTRIBUIMOS** •
TODO TIPO DE CABLES DE ACERO
• **AUTOMOTRICES** • **INDUTRIALES**

Anexo 2

Registro que lleva el jefe de área con datos de la empresa.

| CLIENTES | NUMERO DE PEDIDO | TRANSPORTE | FECHA QUE SE GENERO EL PEDIDO | LEAD TIME (DIAS) | FECHA DE ENTREGA ESTABLECID | FECHA RECIBIDA | REPORTE | OBSERVACION |
|---------------------|------------------|------------------|-------------------------------|------------------|-----------------------------|----------------|-----------|--------------------------------|
| ELECTROTECNIA | Fact_p0016 | TRANSPORTE UNICO | 17/01/2023 | 1 | 18/01/2023 | 18/01/2023 | CUMPLE | SIN NOVEDAD |
| ELECTRICA MARTIEZ | Fact_p0017 | TRANSPORTE UNICO | 17/01/2023 | 1 | 18/01/2023 | 18/01/2023 | CUMPLE | SIN NOVEDAD |
| FRENOS EXPRES | Fact_p0018 | TRANSPORTE UNICO | 17/01/2023 | 1 | 17/01/2023 | 18/01/2023 | NO CUMPLE | GENERO TURA EXTENZA |
| AUTOMOTRIZ PAVON | Fact_p0019 | TRANSPORTE UNICO | 17/01/2023 | 1 | 18/01/2023 | 19/01/2023 | NO CUMPLE | GENERO TURA EXTENZA |
| CADENAUTO | Fact_p0020 | TRANSPORTE UNICO | 17/01/2023 | 1 | 18/01/2023 | 19/01/2023 | NO CUMPLE | GENERO TURA EXTENZA |
| MANGENOR | Fact_p0021 | TRANSPORTE UNICO | 17/01/2023 | 1 | 18/01/2023 | 18/01/2023 | CUMPLE | SIN NOVEDAD |
| GAMAELECTRICO | Fact_p0022 | TRANSPORTE UNICO | 10/01/2023 | 1 | 11/01/2023 | 11/01/2023 | CUMPLE | SIN NOVEDAD |
| SAVE | Fact_p0023 | TRANSPORTE UNICO | 10/01/2023 | 1 | 11/01/2023 | 11/01/2023 | CUMPLE | SIN NOVEDAD |
| MULTIAUDIO | Fact_p0024 | TRANSPORTE UNICO | 17/01/2023 | 1 | 18/01/2023 | 19/01/2023 | NO CUMPLE | NO CONSIDERO LA RUTA A UN CLIE |
| AUTO CENTRO | Fact_p0025 | TRANSPORTE UNICO | 26/01/2023 | 1 | 27/01/2023 | 27/01/2023 | CUMPLE | SIN NOVEDAD |
| FRENOS EXPRES | Fact_p0026 | TRANSPORTE UNICO | 26/01/2023 | 1 | 26/01/2023 | 26/01/2023 | CUMPLE | SIN NOVEDAD |
| ELECTRICA MARTIEZ | Fact_p0027 | TRANSPORTE UNICO | 26/01/2023 | 1 | 27/01/2023 | 27/01/2023 | CUMPLE | SIN NOVEDAD |
| ELECTROTECNIA | Fact_p0028 | TRANSPORTE UNICO | 26/01/2023 | 1 | 27/01/2023 | 28/01/2023 | NO CUMPLE | VEHICULO SALIO CON POCA CARGA |
| GAMAELECTRICO | Fact_p0029 | TRANSPORTE UNICO | 17/01/2023 | 1 | 18/01/2023 | 19/01/2023 | NO CUMPLE | NO CONSIDERO LA RUTA A UN CLIE |
| YEPEZ DISTRIBUIDORA | Fact_p0030 | TRANSPORTE UNICO | 30/12/2022 | 1 | 03/01/2023 | 03/01/2023 | CUMPLE | SIN NOVEDAD |
| MANGENOR | Fact_p0031 | TRANSPORTE UNICO | 26/01/2023 | 1 | 27/01/2023 | 27/01/2023 | CUMPLE | SIN NOVEDAD |
| MULTIAUDIO | Fact_p0032 | TRANSPORTE UNICO | 26/01/2023 | 1 | 27/01/2023 | 28/01/2023 | NO CUMPLE | VEHICULO SALIO CON POCA CARGA |
| CADENAUTO | Fact_p0033 | TRANSPORTE UNICO | 26/01/2023 | 1 | 27/01/2023 | 30/01/2023 | NO CUMPLE | VEHICULO SALIO CON POCA CARGA |
| AUTOMOTRIZ PAVON | Fact_p0034 | TRANSPORTE UNICO | 26/01/2023 | 1 | 27/01/2023 | 28/01/2023 | NO CUMPLE | PERSONAL INEXPERTE |

Anexo 3

Observaciones realizadas por el departamento

| ON TIME | OBSERVACIONES |
|-----------|---|
| NO CUMPLE | PERSONAL INEXPERTO |
| CUMPLE | SIN NOVEDAD |
| CUMPLE | SIN NOVEDAD |
| CUMPLE | SIN NOVEDAD |
| NO CUMPLE | GENERO RURA EXTENZA |
| NO CUMPLE | NO CONSIDERO LA RUTA A UN CLIENTE |
| NO CUMPLE | GENERO RURA EXTENZA |
| CUMPLE | SIN NOVEDAD |
| CUMPLE | SIN NOVEDAD |
| NO CUMPLE | GENERO RURA EXTENZA |
| CUMPLE | SIN NOVEDAD |
| NO CUMPLE | HIZO DOBLE VIAJE EN LA RUTA QUE SE LE INDIC |
| NO CUMPLE | HIZO DOBLE VIAJE EN LA RUTA QUE SE LE INDIC |
| NO CUMPLE | VEHICULO SALIO CON POCA CARGA |
| CUMPLE | SIN NOVEDAD |
| NO CUMPLE | VEHICULO RETENIDO |
| CUMPLE | SIN NOVEDAD |
| NO CUMPLE | NO IMPRIMIO LAS FACTURAS A ENTREGAR |
| CUMPLE | SIN NOVEDAD |

Anexo 4

Encuesta numero 1 realizada al personal de la empresa.

ENCUESTA SOBRE EL MODELO LOGÍSTICO

¡Gracias por participar en la encuesta! Sus respuestas son valiosas, ya que ayudarán a evaluar la efectividad del modelo logístico actual enfocado en la coordinación de rutas y hacer mejoras según sea necesario.

1) ¿Trabaja o ha trabajado en el sector logístico o de transporte?

| | |
|---------|-------------------------------------|
| Si | <input type="checkbox"/> |
| No | <input type="checkbox"/> |
| Un poco | <input checked="" type="checkbox"/> |

2) ¿Se comunica o coordina la planificación de rutas en su organización?

| | |
|---------|-------------------------------------|
| Si | <input checked="" type="checkbox"/> |
| No | <input type="checkbox"/> |
| A veces | <input type="checkbox"/> |

3) ¿En caso afirmativo ¿Con que frecuencia planifica las rutas?

| | |
|----------------|-------------------------------------|
| Regularmente | <input type="checkbox"/> |
| Ocasionalmente | <input type="checkbox"/> |
| Raramente | <input checked="" type="checkbox"/> |

4) ¿En el área de distribución y transporte han utilizado algún método de enrutamiento en los últimos años?

| | |
|---------|-------------------------------------|
| Si | <input checked="" type="checkbox"/> |
| No | <input type="checkbox"/> |
| A veces | <input type="checkbox"/> |

5) ¿Llevan algún formato de registro en el cual muestren el orden que debe de ser entregado a los clientes?

| | |
|-------|-------------------------------------|
| Si | <input checked="" type="checkbox"/> |
| No | <input type="checkbox"/> |
| Otros | <input type="checkbox"/> |

6) ¿Se ha implementado medidas o soluciones para abordar la falta de planificación de rutas en la organización?

| | |
|----|-------------------------------------|
| Si | <input checked="" type="checkbox"/> |
| No | <input type="checkbox"/> |

Anexo 5

Realizada al segundo operario.

ENCUESTA SOBRE EL MODELO LOGÍSTICO

¡Gracias por participar en la encuesta! Sus respuestas son valiosas, ya que ayudarán a evaluar la efectividad del modelo logístico actual enfocado en la coordinación de rutas y hacer mejoras según sea necesario.

1) ¿Trabaja o ha trabajado en el sector logístico o de transporte?

| | |
|---------|-------------------------------------|
| Si | <input checked="" type="checkbox"/> |
| No | <input type="checkbox"/> |
| Un poco | <input type="checkbox"/> |

2) ¿Se comunica o coordina la planificación de rutas en su organización?

| | |
|---------|-------------------------------------|
| Si | <input type="checkbox"/> |
| No | <input checked="" type="checkbox"/> |
| A veces | <input type="checkbox"/> |

3) ¿En caso afirmativo ¿Con que frecuencia planifica las rutas?

| | |
|----------------|--------------------------|
| Regularmente | <input type="checkbox"/> |
| Ocasionalmente | <input type="checkbox"/> |
| Raramente | <input type="checkbox"/> |

4) ¿En el área de distribución y transporte han utilizado algún método de enrutamiento en los últimos años?

| | |
|---------|-------------------------------------|
| Si | <input checked="" type="checkbox"/> |
| No | <input type="checkbox"/> |
| A veces | <input type="checkbox"/> |

5) ¿Llevan algún formato de registro en el cual muestren el orden que debe de ser entregado a los clientes?

| | |
|-------|-------------------------------------|
| Si | <input type="checkbox"/> |
| No | <input checked="" type="checkbox"/> |
| Otros | <input type="checkbox"/> |

6) ¿Se ha implementado medidas o soluciones para abordar la falta de planificación de rutas en la organización?

| | |
|----|-------------------------------------|
| Si | <input type="checkbox"/> |
| No | <input checked="" type="checkbox"/> |

Anexo 6

Realizada al tercer operario.

ENCUESTA SOBRE EL MODELO LOGÍSTICO

¡Gracias por participar en la encuesta! Sus respuestas son valiosas, ya que ayudarán a evaluar la efectividad del modelo logístico actual enfocado en la coordinación de rutas y hacer mejoras según sea necesario.

1) ¿Trabaja o ha trabajado en el sector logístico o de transporte?

| | |
|---------|-------------------------------------|
| Si | <input type="checkbox"/> |
| No | <input checked="" type="checkbox"/> |
| Un poco | <input type="checkbox"/> |

2) ¿Se comunica o coordina la planificación de rutas en su organización?

| | |
|---------|-------------------------------------|
| Si | <input type="checkbox"/> |
| No | <input checked="" type="checkbox"/> |
| A veces | <input type="checkbox"/> |

3) ¿En caso afirmativo ¿Con que frecuencia planifica las rutas?

| | |
|----------------|--------------------------|
| Regularmente | <input type="checkbox"/> |
| Ocasionalmente | <input type="checkbox"/> |
| Raramente | <input type="checkbox"/> |

4) ¿En el área de distribución y transporte han utilizado algún método de enrutamiento en los últimos años?

| | |
|---------|-------------------------------------|
| Si | <input type="checkbox"/> |
| No | <input checked="" type="checkbox"/> |
| A veces | <input type="checkbox"/> |

5) ¿Llevan algún formato de registro en el cual muestren el orden que debe de ser entregado a los clientes?

| | |
|-------|-------------------------------------|
| Si | <input type="checkbox"/> |
| No | <input checked="" type="checkbox"/> |
| Otros | <input type="checkbox"/> |

6) ¿Se ha implementado medidas o soluciones para abordar la falta de planificación de rutas en la organización?

| | |
|----|-------------------------------------|
| Si | <input type="checkbox"/> |
| No | <input checked="" type="checkbox"/> |

Anexo 7

Realizada al cuarto trabajador

ENCUESTA SOBRE EL MODELO LOGÍSTICO

¡Gracias por participar en la encuesta! Sus respuestas son valiosas, ya que ayudarán a evaluar la efectividad del modelo logístico actual enfocado en la coordinación de rutas y hacer mejoras según sea necesario.

1) ¿Trabaja o ha trabajado en el sector logístico o de transporte?

- Si
- No
- Un poco

2) ¿Se comunica o coordina la planificación de rutas en su organización?

- Si
- No
- A veces

3) ¿En caso afirmativo ¿Con que frecuencia planifica las rutas?

- Regularmente
- Ocasionalmente
- Raramente

4) ¿En el área de distribución y transporte han utilizado algún método de enrutamiento en los últimos años?

- Si
- No
- A veces

5) ¿Llevan algún formato de registro en el cual muestren el orden que debe de ser entregado a los clientes?

- Si
- No
- Otros

6) ¿Se ha implementado medidas o soluciones para abordar la falta de planificación de rutas en la organización?

- Si
- No

Anexo 8

Quinto trabajador que lleno la encuesta.

ENCUESTA SOBRE EL MODELO LOGÍSTICO

(Gracias por participar en la encuesta! Sus respuestas son valiosas, ya que ayudarán a evaluar la efectividad del modelo logístico actual enfocado en la coordinación de rutas y hacer mejoras según sea necesario.

1) ¿Trabaja o ha trabajado en el sector logístico o de transporte?

| | |
|---------|-------------------------------------|
| Si | <input type="checkbox"/> |
| No | <input type="checkbox"/> |
| Un poco | <input checked="" type="checkbox"/> |

2) ¿Se comunica o coordina la planificación de rutas en su organización?

| | |
|---------|-------------------------------------|
| Si | <input type="checkbox"/> |
| No | <input checked="" type="checkbox"/> |
| A veces | <input type="checkbox"/> |

3) ¿En caso afirmativo ¿Con que frecuencia planifica las rutas?

| | |
|----------------|--------------------------|
| Regularmente | <input type="checkbox"/> |
| Ocasionalmente | <input type="checkbox"/> |
| Raramente | <input type="checkbox"/> |

4) ¿En el área de distribución y transporte han utilizado algún método de enrutamiento en los últimos años?

| | |
|---------|-------------------------------------|
| Si | <input type="checkbox"/> |
| No | <input checked="" type="checkbox"/> |
| A veces | <input type="checkbox"/> |

5) ¿Llevo algún formato de registro en el cual muestren el orden que debe de ser entregado a los clientes?

| | |
|-------|-------------------------------------|
| Si | <input type="checkbox"/> |
| No | <input checked="" type="checkbox"/> |
| Otros | <input type="checkbox"/> |

6) ¿Se ha implementado medidas o soluciones para abordar la falta de planificación de rutas en la organización?

| | |
|----|-------------------------------------|
| Si | <input type="checkbox"/> |
| No | <input checked="" type="checkbox"/> |

Anexo 9

Encuesta realizado al último trabajador.

ENCUESTA SOBRE EL MODELO LOGÍSTICO

¡Gracias por participar en la encuesta! Sus respuestas son valiosas, ya que ayudarán a evaluar la efectividad del modelo logístico actual enfocando en la coordinación de rutas y hacer mejoras según sea necesario.

1) ¿Trabaja o ha trabajado en el sector logístico o de transporte?

| | |
|---------|-------------------------------------|
| Si | <input type="checkbox"/> |
| No | <input type="checkbox"/> |
| Un poco | <input checked="" type="checkbox"/> |

2) ¿Se comunica o coordina la planificación de rutas en su organización?

| | |
|---------|-------------------------------------|
| Si | <input type="checkbox"/> |
| No | <input checked="" type="checkbox"/> |
| A veces | <input type="checkbox"/> |

3) ¿En caso afirmativo ¿Con que frecuencia planifica las rutas?

| | |
|----------------|--------------------------|
| Regularmente | <input type="checkbox"/> |
| Ocasionalmente | <input type="checkbox"/> |
| Raramente | <input type="checkbox"/> |

4) ¿En el área de distribución y transporte han utilizado algún método de enrutamiento en los últimos años?

| | |
|---------|-------------------------------------|
| Si | <input checked="" type="checkbox"/> |
| No | <input type="checkbox"/> |
| A veces | <input type="checkbox"/> |

5) ¿Llevan algún formato de registro en el cual muestren el orden que debe de ser entregado a los clientes?

| | |
|-------|-------------------------------------|
| Si | <input type="checkbox"/> |
| No | <input checked="" type="checkbox"/> |
| Otros | <input type="checkbox"/> |

6) ¿Se ha implementado medidas o soluciones para abordar la falta de planificación de rutas en la organización?

| | |
|----|-------------------------------------|
| Si | <input type="checkbox"/> |
| No | <input checked="" type="checkbox"/> |

Anexo 10

Aprobación de abstract del departamento de idiomas

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA

Faculty of Engineering, Industry and Production

Industrial Engineering

AUTHOR: TAPIA VARGAS GALO RICARDO

TUTOR: SUAREZ DEL VILLAR LABASTIDA ALEXIS

ABSTRACT

PROPOSAL FOR A LOGISTIC MODEL TO OPTIMIZE DELIVERY TIME OF CABLES

The efficient distribution of products is essential to optimize resources such as delivery times, costs, improve customer satisfaction, and increase competitiveness in the market. To address this issue, a logistics model is proposed to continuously improve the service, taking into account the importance of this topic. The model is applied to the goals set by the company CABLEAUTO. Using the Clarke and Wright heuristic, more optimal routes were designed, resulting in an initial situation of 409.2 kilometers traveled in 1096 minutes or 18.26 hours without established routes or a fixed load. With the application of the method, two routes were obtained, each with a vehicle load capacity of 44 units, covering a total distance of 172 kilometers. This represented a 58% reduction compared to the initial route, with a time of 382 minutes or 6.36 hours. This is a significant improvement compared to the initial state, which decreased by 65%. Similarly, the cost of the route decreased by 58% compared to the initial cost. To facilitate deliveries in a specified order, a route sheet was created to ensure compliance with the route sequence and allow for necessary annotations.

KEYWORDS: Management, logistics, optimization, planning.

