



Facultad de Ingeniería y Computación
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**PROPUESTA DE MEJORA DEL PROCESO DE TRANSPORTE MEDIANTE
EL VRP HEURÍSTICA MÉTODO CLARKE WRIGHT PARA LA EMPRESA
DON VITO SERVICES S.A.C.**

Tesis presentada por el bachiller de la Escuela
Profesional de Ingeniería Industrial

Jesus Victor Vitorino Eduardo

Para optar el Título Profesional de Ingeniero
Industrial

Asesor: Mg. Felipe Eladio Valencia Rivera

Arequipa, 2023

Trabajo de titulación

INFORME DE ORIGINALIDAD

16%

INDICE DE SIMILITUD

15%

FUENTES DE INTERNET

3%

PUBLICACIONES

2%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

repositorio.ucsp.edu.pe

Fuente de Internet

3%

2

blog.lis.com.mx

Fuente de Internet

3%

3

alicia.concytec.gob.pe

Fuente de Internet

1%

4

eio.usc.es

Fuente de Internet

1%

5

repository.udistrital.edu.co

Fuente de Internet

1%

6

hdl.handle.net

Fuente de Internet

<1%

7

Yáñez Mancilla Beatriz Iliana. "Modelo de ruteo para generar rutas turísticas", TESIUNAM, 2013

Publicación

<1%

8

www.slideshare.net

Fuente de Internet

<1%

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por siempre acompañarme en cada paso que doy, porque sus tiempos son perfectos, agradezco a mis padres por el esfuerzo y trabajo que tuvieron que hacer por darme una educación y siempre creer en mí y finalmente agradezco a mi amada esposa por impulsarme y empujarme a terminar la carrera y poder estar en este momento tan importante en mi vida profesional, sin ella no hubiera podido cumplir este objetivo que se veía cada vez más lejos.

DEDICATORIA

La dedico a mis hijos Ivanna y Massimo los motores de mi vida , cada esfuerzo es dedicado a ellos y a la familia que Dios me permitió formar.

RESUMEN

El trabajo tuvo el objetivo de mejora del proceso de transporte mediante el VRP heurística método Clarke Wright para la empresa Don Vito Services S.A.C.. “La investigación fue no experimental, de tipo descriptiva-inductiva. Los resultados obtenidos indican que existen 22 rutas que se cubren de lunes a sábado, para lo que la empresa utiliza cuatro (4) camiones de cinco (5) que es dueña, con una capacidad de 5TN, atendiendo un total de 400 clientes el los Distritos de Cayma, Cerro Colorado, Jacobo Hunter y Sachaca. Las hojas de ruta la elaboran, por ahora, su único cliente, una distribuidora de alimentos no perecederos. Las direcciones de más de la mitad de los clientes de las rutas no están específicas y solo cuentan con referencias de ubicación, por lo que, el conductor usa su experiencia en cuanto al conocimiento de las zonas para poder realizar las entregas. Es la razón por la que no se puede ubicar en el Google map, lo que impide conocer el tiempo y distancia entre los clientes. Por lo antes mencionado, la empresa desea elaborar las rutas con la autorización del cliente utilizando el “el VRP heurística método Clarke-Wright” por permitir ahorrar tiempos, distancias y costos, además se puede realizar de forma automática con el Excel, cuya hoja puede ser carga al aplicativo que trabaja con diferentes algoritmos. El aplicativo que se propone es él Driv.in por su bajo costo, ya que no se requiere comprar el software, porque está en la web y se paga de forma mensual de acuerdo a la cantidad de usuarios. Para determinar la efectividad del aplicativo se solicitó el demo para usar una ruta piloto con los datos obtenidos de los cálculos de la matriz de ahorro. El costo de la inversión es de S/ 30,100 considerado un año de uso del aplicativo para 6 usuarios. Se informó al cliente de las rutas con el ahorro y uso del Driv.in lo que mejora en el rendimiento de las rutas lo que permite que Don Vito Services pueda tener otros clientes.

Palabras claves: Rutas, Ahorro, Clientes, Costos, Aplicativo.

ABSTRACT

The objective of the work was to improve the transportation process by means of the VRP heuristic Clarke Wright method for the company Don Vito Services S.A.C.. "The research was non-experimental of descriptive-inductive type. The results obtained indicate that there are 22 routes that are covered from Monday to Saturday, for which the company uses four (4) trucks out of five (5) that it owns, with a capacity of 5TN, serving a total of 400 clients in the Districts of Cayma, Cerro Colorado, Jacobo Hunter and Sachaca. The roadmaps are prepared by a non-perishable food distributor, which is currently its only client. The addresses of more than half of the clients on the routes are not specific and only have location references, so the driver uses his experience in terms of knowledge of the areas to make deliveries. This is the reason why they cannot be located on the Google map, which prevents them from knowing the time and distance between customers. For the above mentioned, the company wishes to elaborate the routes with the authorization of the client using the "VRP heuristic Clarke-Wright method" to save time, distance and costs, in addition it can be done automatically with Excel, whose sheet can be uploaded to the application that works with different algorithms. The application proposed is Driv.in because of its low cost, since it is not necessary to buy the software because it is on the web and it is paid monthly according to the number of users. To determine the effectiveness of the application, a demo was requested to use a pilot route with the data obtained from the savings matrix calculations. The investment cost is S/. 30,100 considering one year of use of the application for 6 users. The client was informed of the routes with the savings and use of Driv.in, which improves the performance of the routes and allows Don Vito Services to have other clients.

Keywords: Routes, Savings, Customers, Costs, Application, Costs, Application.

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN.....	i
ABSTRACT	ii
TABLA DE CONTENIDO	i
LISTA DE TABLAS	iv
LISTA DE FIGURAS	vi
INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO I: PLANTEAMIENTO TEÓRICO	3
1.1. Antecedentes Generales de la organización	3
1.1.1. Antecedentes y condiciones actuales de la organización.....	3
1.1.2. Sector y actividad económica.....	3
1.1.3. Misión, Visión y Valores.....	3
1.1.4. Política de la Organización.....	4
1.1.5. Organización.....	4
1.1.6. Principales procesos y operaciones.....	2
1.2. Planteamiento del problema.....	2
1.2.1. Descripción del problema	2
1.2.2 Formulación del problema	3
1.2.3. Sistematización del problema.....	3
1.3 objetivos	4
1.3.1. Objetivo general.....	4
1.3.2. Objetivos específicos.....	4
1.4. Justificación.....	5
1.4.1. Justificación Práctica	5
1.4.2. Profesional y/o Personal.....	5

1.5. Alcance del proyecto.....	5
1.5.1. Temático.....	5
1.5.2 Espacial.....	5
1.5.3.Temporal.....	6
CAPITULO II: MARCO DE REFERENCIA.....	7
2.1 Antecedentes del tema de investigación.....	7
2.1.1. Antecedentes Internacionales	7
2.1.2. Antecedentes Nacionales.....	9
2.2.1. El clásico problema de las rutas de los vehículos	10
2.2.2. Problema de Enrutamiento de Vehículos (VRP) con capacidad	11
2.2.3. Heurística para problemas de enrutamiento de vehículos.....	13
2.2.4. Transporte Logístico	20
2.2.5. El transporte desde el punto de vista del proveedor de servicios logísticos	23
2.2.6. El papel del transporte en la logística	24
CAPITULO III: PLANTEAMIENTO OPERACIONAL.....	26
3.1 Aspectos metodológicos de la investigación	26
3.1.1 Diseño de investigación.....	26
3.1.2 Tipo de investigación	26
3.1.3 Métodos de investigación	26
3.1.4 Técnicas de investigación	26
3.1.5. Instrumentos de investigación.....	27
3.2. Aspectos metodológicos para la propuesta de mejora.....	27
3.2.1. Métodos de ingeniería a aplicarse	27
3.2.3. Herramientas de análisis, planificación, desarrollo y evaluación	27
CAPITULO IV: DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL.....	28

4.1. Situación actual del del proceso de transporte de la empresa Don Vito Services SAC	28
4.1.1. Planificación de rutas actual.....	30
4.2. Interrelación de los factores que se consideran para la asignación de las rutas de la empresa Don Vito Services SAC	73
4.3. Tiempos de las rutas.....	78
4.4. Diagrama Espina de pescado	80
CAPÍTULO V: PROPUESTA DE MEJORA.....	82
5.1. Modelo de ruteo	82
5.2. Propuesta uso del aplicativo driv. In.....	85
5.2.1. Aplicación móvil propuesta.....	86
5.3. Viabilidad económica de la implementación de la mejora propuesta mediante el VRP Heurística Método Clarke Wright de la empresa Don Vito Services SAC	91
5.4. Plan de implementación de la propuesta de mejora	93
CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	97
6.1. Conclusiones.....	97
6.2. Recomendaciones	99
6.3 Bibliografía	100
6.4 Anexos.....	104
Anexo 1 Matriz de ahorros Clarke & Wrigth día lunes.....	105
Anexo 2 Simulaciones de 20 distancias de recorrido método ahorro.....	106

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Comparación computacional de dos implementaciones del algoritmo de Clarke y Wright.....	18
Tabla 2 Ruta 1 día Lunes.....	31
Tabla 3 Ruta 2 día lunes.....	33
Tabla 4 Ruta 3 día lunes.....	35
Tabla 5 Ruta 4 día lunes.....	37
Tabla 6 Ruta 5- martes	39
Tabla 7 Ruta -6 martes	40
Tabla 8 Ruta 7-martes	42
Tabla 9 Ruta 8-miercoles.....	44
Tabla 10 Ruta 9-miercoles.....	46
Tabla 11 Ruta10-miercoles.....	48
Tabla 12 Ruta 11-miercoles.....	50
Tabla 13 Ruta 12- jueves.....	52
Tabla 14 Ruta 13- jueves.....	54
Tabla 15 Ruta 14- jueves.....	56
Tabla 16 Ruta 15-jueves.....	58
Tabla 17 Ruta 16- viernes.....	60
Tabla 18 Ruta 17- viernes.....	62
Tabla 19 Ruta 18- viernes.....	64
Tabla 20 Ruta 19- sábado	66
Tabla 21 Ruta 20- sábado	68
Tabla 22 Ruta 21 - sábado	70
Tabla 23 Ruta 22 - sábado	72
Tabla 24 costos fijos por camión	75

Tabla 25 Costos operativos promedio por ruta año 2021	76
Tabla 26 Cantidad de clientes	77
Tabla 27 Ruta lunes-miércoles	78
Tabla 28 Ruta martes-viernes	78
Tabla 29 Ruta jueves-sábado.....	79
<i>Tabla 30 Costo de la propuesta</i>	92
Tabla 31 Ahorro por uso del aplicativo Driv.in	93
Tabla 32 Plan de implementación de la propuesta de mejora	95

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Organigrama DON VITO SERVICES S.A.C.....	1
Figura 2 Camión Furgón	2
Figura 3 Metodología del estudio	8
Figura 4 Ejemplo de solución del CVRP	12
Figura 5 búsqueda Tabu.....	14
Figura 6 Algoritmos de colonias de hormigas	16
Figura 7 Diagrama de flujo de la mejora Clarke y Wright (ICW)	19
Figura 8 Relaciones de transporte entre varios socios comerciales.....	21
Figura 9 Ejemplo on-carriage y pre-carriage.....	22
Figura 10 Red de transporte local y de larga distancia	22
Figura 11 Canales de distribución	25
Figura 12 Flujo grama del proceso del servicio de transporte	29
Figura 13 Ruta 1 día Lunes Unidad V5L934	32
Figura 14 Ruta 2 día lunes	34
Figura 15 Ruta 3 día lunes	36
Figura 16 Ruta 4 día lunes	38
Figura 17 Ruta 5-martes	38
Figura 18 Ruta -6 martes	41
Figura 19 Ruta 7-martes	43
Figura 20 Ruta 8-miercoles	45
Figura 21 Ruta 9-miercoles	47
Figura 22 Ruta10-miercoles	49
Figura 23 Ruta 11-miercoles	51
Figura 24 Ruta 12- jueves.....	53
Figura 25 Ruta 13- jueves.....	55

Figura 26 Ruta 14- jueves.....	57
Figura 27 Ruta 15-jueves.....	59
Figura 28 Ruta 16- viernes	61
Figura 29 Ruta 17- viernes	63
Figura 30 Ruta 18- viernes	65
Figura 31 Ruta 19- sábado	67
Figura 32 Ruta 20- sábado	69
Figura 33 Ruta 21 - sábado	71
Figura 34 Ruta 22 - sábado	73
Figura 35 Costos operativos promedio por ruta año 2021	77
Figura 36 Rutas actuales.....	80
Figura 37 Diagrama espina de pescado de rutas Vito Services	81
Figura 38 Rutas día lunes en base Clarke & Wrioth.....	83
Figura 39 Rutas Martes-viernes base Clarke & Wrioth	83
Figura 40 Rutas miércoles base Clarke & Wrioth	84
Figura 41 Rutas jueves base Clarke & Wrioth	84
Figura 42 Rutas Sábado base Clarke & Wrioth	85
Figura 43 Información para los conductores mediante sus teléfonos celulares	86
Figura 44 Ruta piloto 22 sábado	89
Figura 45 Nodos clientes para entregas día sábado ruta 22.....	90
Figura 46 Clientes día sábado ruta 22	90
Figura 47 Solicitud de demo Driv.in.....	91
Figura 48 Características de Driv.in	92

INTRODUCCIÓN

La planificación de rutas es uno de los mayores desafíos que enfrentan las empresas que prestan servicio de transporte de bienes de consumo y más en un país como el Perú donde no hay planificación vial, lo que ha generado aumento de costos en el transporte. Por lo tanto, el desarrollar de rutas de entrega juega un papel vital en la gestión logística, por lo que se han realizado muchas investigaciones y recomendaciones, para tratar de resolver el problema de enrutamiento de vehículos (VRP), Carraco (2011).

De acuerdo a Rocha & Salaberry (2019) el proceso logístico de distribución, es el 50% en costos de transporte, por ser una de las áreas más importantes para la toma de decisiones en una organización, debido a que existe una gran cantidad de variables que se deben tener en cuenta para poder controlar los costos de transporte y evitar gastos innecesarios que afecten el desempeño de la empresa.

Por lo antes expuesto, el problema de Vito Servicie es que ellos no elaboraron las rutas para sus camiones ya que la empresa recibió del cliente la distribuidora las rutas, se dese optimizar el proceso actual para atender a una serie de clientes. Los camiones salen de un depósito central, cada uno con su ruta de clientes para minimizar los costos de transporte. Sin embargo, se requiere ahorrar en distancia y tiempos para disminuir costos operativos de la prestación del servicio. Por lo que, se propone el uso del VRP heurística método Clarke - Wright computacional, que permite el ahorro de tiempos y costos en las rutas.

El estudio cuenta con seis capítulos:

En el Capítulo I: Antecedentes de la organización, estructura organizativa, misión, visión, principales procesos, planteamiento del problema, objetivos, justificación, delimitación.

En el Capítulo II: Esta conformado por los antecedentes de la investigación y el marco teórico.

En el Capítulo III: Contiene la metodología de la investigación.

En el Capítulo IV: Análisis de Resultados

En el Capítulo V: Propuesta del procedimiento para la elaboración y seguimiento del plan y costos de la propuesta de mejora.

Finalmente, las Conclusiones explican los resultados obtenidos, también se formulan las recomendaciones.

Por último, las referencias bibliográficas y anexos.

CAPITULO I: PLANTEAMIENTO TEÓRICO

1.1. Antecedentes Generales de la organización

1.1.1. Antecedentes y condiciones actuales de la organización.

La empresa Don Vito Services SAC, se dedica al transporte de carga de productos, alquiler de camiones, mudanzas y todo tipo de servicio relacionado al transporte terrestre en la ciudad de Arequipa. Esta empresa es creada el 17 de marzo de 2021, debido a que existía una necesidad de cubrir la demanda de su cliente principal es la distribuidora Madex SAC, empresa que cuenta con 10 años como distribuidor exclusivo de productos de la empresa Alicorp S.A., para bodegas, tiendas, mercados, supermercados, restaurantes, panaderías, tiendas minoristas que estén dentro de la provincia de Arequipa,

Don Vito Services SAC, es un eslabón importante de la cadena de suministros, de la red de distribución de Madex SAC y este a su vez de Alicorp S.A., lo que significa que los costos de transporte tengan un buen desempeño, pero asegurando un nivel de servicio óptimo.

1.1.2. Sector y actividad económica.

Transporte

1.1.3. Misión, Visión y Valores.

Misión

Brindar una atención personalizada, priorizada, discreta y a tiempo, atendiendo las necesidades del mercado y hacemos de nuestros clientes un valioso socio estratégico.

Visión

Ser el motor más importante de nuestros clientes y empleados, quienes son la base fundamental de nuestras futuras inversiones, manteniendo un crecimiento constante y sostenible.

Valores

- **Transparencia:** Compromiso de entregar la mercadería al destino deseado.

- Seguridad: Mantener la mercadería segura desde el deposito hasta el almacén de cada cliente.

1.1.4. Política de la Organización.

La empresa esta en proceso de desarrollo organizacional creando una política de organización enfocada en prestar un servicio de calidad con valor económico añadido y con las siguientes características:

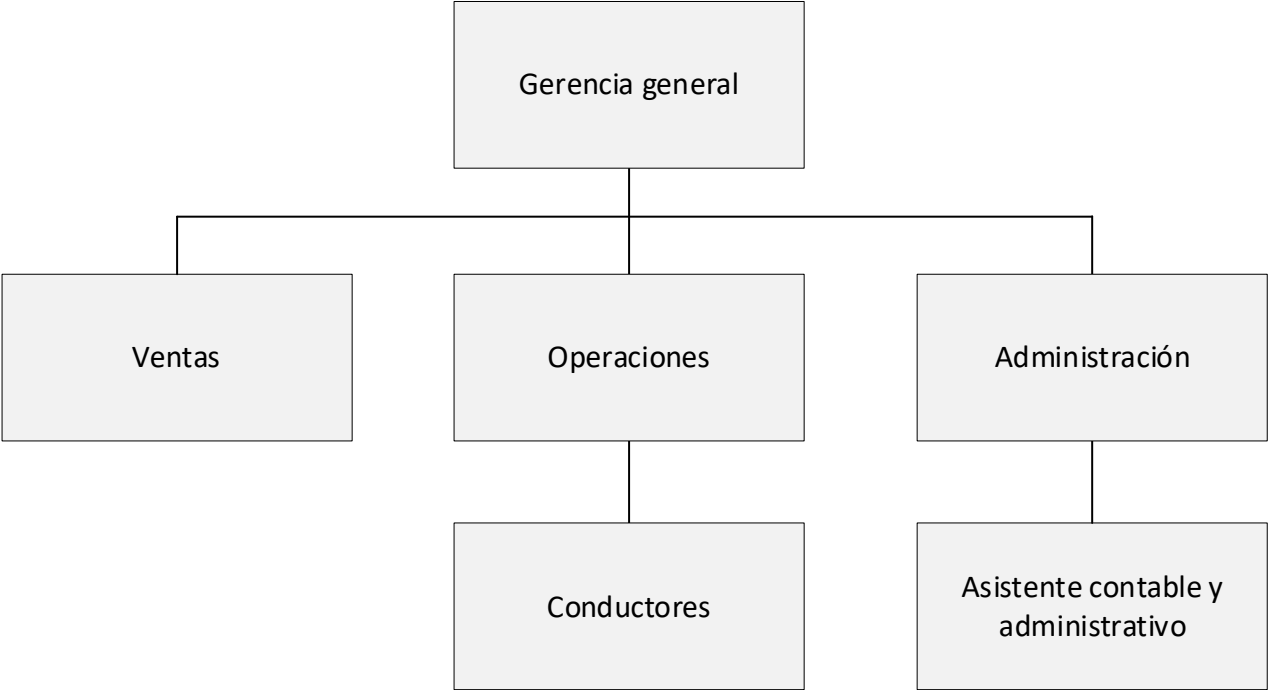
- Sencillez que combina la realidad y el sentido común.
- Ordenar por prioridad.
- Cooperación. fácil comunicación. desarrollo y evolución.

1.1.5. Organización.

La empresa no cuenta con un organigrama formalizado. Todos los puestos de trabajo y las actividades que se realiza se han establecido de forma empírica, acomodándose de acuerdo a las operaciones de servicio de transporte. Por lo tanto, se dibujó un organigrama como actualmente se trabaja.

- Ventas: Es el área que cada semana está en contacto con el cliente para verificar que rutas deben realizarse y que clientes recibirán la mercadería. Y está en la búsqueda de nuevos clientes.
- Operaciones: Es donde se distribuyen las rutas para cada chofer semanalmente, se les indica las fallas presentadas la semana anterior y como mejorarla. También, se les indica en que zonas deben hacer las paradas activas de descanso.
- Administración: Es la encargada de administrar los recursos de la empresa y de preparar las facturas, boletas por cobrar y pagar, realizar la planilla de los trabajadores para su pago de sus sueldos. Además, de preparar todos los documentos que requiere el contador externo para hacer la contabilidad de la empresa.

Figura 1 Organigrama DON VITO SERVICES S.A.C.



Fuente: Elaboración propia

1.1.6. Principales procesos y operaciones.

La empresa cuenta con 4 camiones de carga tipo furgón con una capacidad de carga de 5 toneladas (Ver figura 2). El tipo de mercadería transportada se mantiene en perfecto estado los productos sin sufrir ningún tipo de daño. Su superficie es de acero inoxidable, dado que si es de otro material es probable que este se pueda dañar, en caso se transporte algún tipo de mercancía líquida.

Figura 2 Camión Furgón



Fuente: La empresa

1.2. Planteamiento del problema

1.2.1. Descripción del problema

Don Vito Services SAC, por ser una empresa con menos de un año de operación, cuenta con 4 camiones de carga tipo furgón con una capacidad de carga de 5 toneladas cada una. Las cuales trabajan de lunes a sábado, iniciando sus operaciones a las 5 am que es cuando las unidades van a cargar la mercadería para llevarla a sus múltiples destinos, cada camión de reparto va a visitar en total 3 veces a la semana una misma zona de reparto. Pero estos repartos en varias oportunidades se realizan sin una planificación por no contar con un sistema de

planificación de transporte articulado con el de facturación de la distribuidora, lo que ocasionando retraso en los despachos.

El chófer ordena tanto boletas y facturas de manera que se trace una ruta de reparto de acuerdo a las direcciones que figuran en cada documento, usualmente esto demora unos 15 a 20 minutos más, cabe recalcar que cada camión sale con un aproximado de 75 puntos a despachar, lo que indica un problema de enrutamiento donde se deben asignar rutas e itinerarios a una flota de camiones, por ser una gran cantidad de información haciendo el tiempo de ejecución de los despachos lento e ineficiente.

La distribuidora está en crecimiento significa confiar en la experiencia del chofer en que rutas tomar para realizar los despachos, porque no se tiene un asistente de transporte trayendo como consecuencia fallas en selección de las ventanas horarias, prioridades de clientes, rutas optimas.

El enrutamiento de los vehículos se elabora de forma manual, apoyándose en la experiencia del conductor para entregar la mercancía a los clientes, independientemente de la distancia recorrida por los camiones desde el origen. almacén hasta el destino, lo que resulta en pérdida de tiempo y costos. De seguir la situación antes planteada en Don Vito Services SAC puede hacer que pierda el contrato como empresa de transporte con la distribuidora Madex SAC, además dañaría su reputación como empresa de servicios de transporte. Por lo tanto, para ayudar a resolver los problemas presentados en la empresa se requiere mejorar el proceso de transporte mediante el VRP Heurística Método Clarke Wright.

1.2.2 Formulación del problema

¿Cómo la mejora del proceso de transporte Mediante el VRP Heurística Método Clarke Wright ayudará a la Empresa Don Vito Services SAC?

1.2.3. Sistematización del problema

- ¿Cuál es la situación actual del proceso de transporte de la empresa Don Vito Services SAC?

- ¿Cuál será la interrelación de los factores que se consideran para la asignación de las rutas de la empresa Don Vito Services SAC?
- ¿Cuáles son los costos de transporte para las rutas de la empresa Don Vito Services SAC?
- ¿Cuál es el plan de implementación de la mejora de ahorro de las rutas de transporte mediante el VRP Heurística Método Clarke Wright de la empresa Don Vito Services SAC?
- ¿Cuál será la viabilidad económica de la implementación de la mejora propuesta mediante el VRP Heurística Método Clarke Wright de la empresa Don Vito Services SAC?

1.3 objetivos

1.3.1. Objetivo general

Elaborar una propuesta de mejora al proceso de transporte de la empresa Don Vito Services SAC, mediante el VRP Heurística Método Clarke Wright

1.3.2. Objetivos específicos

- Diagnosticar la situación actual del del proceso de transporte de la empresa Don Vito Services SAC
- Identificar la interrelación de los factores que se consideran para la asignación de las rutas de la empresa Don Vito Services SAC
- Determinar plan de implementación de la mejora de ahorro de las rutas de transporte mediante el VRP Heurística Método Clarke Wright de la empresa Don Vito Services SAC
- Evaluar la viabilidad económica de la implementación de la mejora propuesta mediante el VRP Heurística Método Clarke Wright de la empresa Don Vito Services SAC

1.4. Justificación

1.4.1. Justificación Práctica

El servicio de transporte es importante debido a que corresponde un alto porcentaje del costo logísticos en el proceso de distribución de productos a diversos clientes. El utilizar VRP Heurística Método Clarke Wright contribuirá a reducir costos, distancias mejorar la calidad del servicio de transporte y ser más competitivos. También, se da una solución de rutas factible con un alto grado de confianza. Por lo tanto, se consultarán estas investigaciones y libros como soporte teórico para ser aplicado y adaptado para poder lograr la mejora en el proceso de transporte. Al mismo tiempo, el estudio puede ser aplicada a empresas clasificadas como grandes o medianas empresas que prestan servicio de transporte de diferentes rubros y puede ser base para futuras investigaciones como fuente secundaria.

1.4.2. Profesional y/o Personal.

Como profesional se aplica y combina los conocimientos aprendidos durante la carrera para solucionar los problemas de transporte a través del VRP Heurística Método Clarke Wright, planificando y mejorando la gestión eficaz de transporte. Al mismo tiempo, garantizar el envío y llegada de la mercancía a tiempo a los clientes.

Desde el punto personal permite mejorar las habilidades de comunicación verbal y escrita, dirigir reuniones, liderizar equipos, planificación de la vida diaria para cumplir con las tareas personales.

1.5. Alcance del proyecto

1.5.1. Temático.

VRP Heurística Método Clarke Wright para mejorar proceso de transporte

1.5.2 Espacial.

La propuesta de mejora se realizará cerro colorado Arequipa, lugar donde se encuentra ubicada la empresa Don Vito Services SAC.

1.5.3.Temporal.

El estudio se tomará nueve meses después de la aprobación del presente plan de tesis, en concordancia con al Reglamento de Grados y Títulos de la UCSP y solo se evaluará el año 2021.

CAPITULO II: MARCO DE REFERENCIA

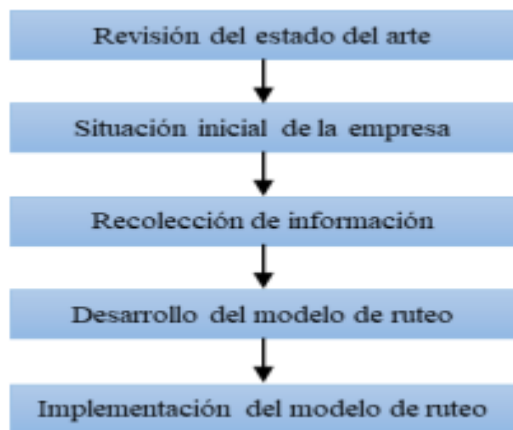
2.1 Antecedentes del tema de investigación

2.1.1. Antecedentes Internacionales

Álvares (2017), “realizó un estudio titulado”: “Propuesta de Solución al Problema de Ruteo de Vehículos en el Operador Logístico Oppear S.A. para el Transporte y Distribución de Productos Alimenticios Secos del Grupo NUTRESA S.A.” “El objetivo fue elaborar un plan de ruteo para los vehículos distribuidores de los productos comercializados por el Grupo Nutresa S.A. por medio de su Operador Logístico Opperar Colombia S.A. basado en el VRP que disminuya el número de vehículos y sea aplicable a la zona sur de la ciudad de Bogotá”. “Investigación descriptiva”. “Se utilizaba 5 vehículos tipo Turbo cubriendo 2 clientes cada uno y 1 vehículo tipo Sencillo que cubre 3 clientes, siendo 6 vehículos los que se utilizan para 13 clientes en la zona. Con la implementación del método de los ahorros se logra una disminución de vehículos a utilizar a 5, distribuidos en 5 rutas que atienden a todos los clientes.

Barcia, Gutiérrez, & González (2019), profesores de la Escuela Superior Politécnica del Litoral del Ecuador, realizaron una ponencia de un estudio titulado “Ruteo Vehicular con Ventanas de Tiempo Aplicando el Algoritmo Clarke & Wright para una Empresa de Insumos Médicos”, en la conferencia: 17th LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education, and Technology: “Industry, Innovation and Infrastructure for Sustainable Cities and Communities. El objetivo fue implementar un modelo de ruteo de vehículos con ventanas de tiempo para la entrega de productos aplicando el algoritmo Clarke and Wright, minimizando los costos totales de transporte y los tiempos incurridos en el proceso de distribución para una empresa importadora y comercializadora de insumos y dispositivos médicos. Se utilizó la metodología que se muestra en la siguiente figura.

Figura 3 Metodología del estudio



Fuente: Barcia, et al. (2019)

Para recoger la información se utilizó el aplicativo Google Maps para determinar las coordenadas geograficas para calcular las distancias entre cada cliente y el deposito. Se identificaron los costos fijos y variables que generan los vehículos. Se implemento el modelo mediante de la heurística de CW dando resultados en tiempos de ejecución y recorrido optimos.

Cortes & Fonseca (2019), “elaboró una investigación titulada: Propuesta de ruteo para vehículos de carga en la distribución de productos en la empresa la EMPRETRIZ S.A.S.”. Con el objetivo Aplicar un modelo de ruteo de vehículos que permita la optimización de los costos asociados al proceso de distribución en la empresa”. “Es un proyecto factible experimental”. “Los resultados se Después de analizar las características de los diferentes algoritmos de solución para los modelos de CVRP, se determinó el método de ahorro de Clarke and Wright como uno de los más factibles para mejorar el esquema de entregas que deben seguir los vehículos dentro de su plan de distribución, ya que es un modelo que genera resultados en tiempos de procesamiento corto.” “La propuesta fue desarrollar un modelo de CVRP facilita la asignación de rutas, y garantiza que las capacidades de los vehículos estén acordes, a la cantidad de mercancía, en peso, y evita que se deba desarrollar un esquema de rutas de una manera, manual que pueda, generar costas más altos y desplazamientos que no sean necesarios”.

Rocha & Salaberry (2019), “desarrolló un trabajo para la optener el título de Ingeniero Industrial en la Universidad de la República Montevideo”. “Tiulada: Un Método de Resolución para el Problema de Ruteo de Vehículos con Múltiples Depósitos”. “El objetivo de este proyecto es resolver la variante de MDVRP con ventanas de tiempo, capacidades en depósitos y clientes y flota homogénea de vehículos de forma eficiente, implementando algoritmos de asignación, ruteo y post optimización”. “Los resultados obtenidos con los algoritmos desarrollados fueron los esperados, por lo que el sistema retorna una buena solución para el problema en un tiempo razonable de ejecución”. “Se desarrolló un sistema web con arquitectura cliente-servidor que permite resolver MDVRP utilizando tres tipos de algoritmos de asignación y post optimización para ruteo y asignación”.

2.1.2. Antecedentes Nacionales

Cuadros (2019), “realizó una investigación para optar al título de Ingeniero Industrial, en la Universidad Católica San Pablo”: “Mejora del Flujo de Transporte de Trigo a Granel para la Empresa Alicorp S.A.A., mediante el uso del Algoritmo Clarke Y Wrigth”. “El objetivo, mejorar el flujo del de transporte de Alicorp S.A.A., mediante el uso del algoritmo Clarke y Wrigth. Se determinó las distancias entre nodos: 15,4 km del nodo (A) al (B). Del (B) al (D) 11.7 km y del (B) al (E) 13,6 km, siendo esta ruta actual, se planteó el alquilar un nuevo almacén más cerca del Puerto Callao-AMP y de los molinos, lográndose ubicar almacenes DIF que permite un ahorro de 10.1 km entre las 5 rutas, ya que desde el puerto Callao al nuevo almacén hay una distancia de 1.7 km. Desde este almacén al molino Callao 1 km, hasta el molino Santa Rosa 3.1 km, para el molino Faucett 6.4 y hasta molino Teal 23.4 km. La mejora consistió en realizar el monitoreo de tiempos y movimientos, en aplicar la heurística de Clarke y Wright para VRP, lo que permitió hacer un barrido geográfico, que es una herramienta importante de la ingeniería industrial para medir distancias y asignar nodos de inicio y fin del recorrido del transporte que transporta el trigo a granel importado desde el Puerto del Callao (nodo A) a los almacenes Ransa Primax (nodo B); y de este al molino Callao (nodo D) y al molino Santa Rosa (nodo E).El ahorro en costos de transporte es de 49.11% anual.

Mogollón & Zafra (2019), elaboró un estudio para obtener el título de ingeniero industrial titulado: “Diseño de un Modelo de Distribución y Transporte y su Impacto en los Costos del Centro de Distribución de la Empresa Costa Gas S.A.C”. “El objetivo diseñar un modelo de red de distribución y transporte de balones de gas y medir su impacto en los costos del área de la empresa Costa Gas.” “El tipo y nivel de la investigación aplicada-descriptiva-longitudinal”, “diseño no experimental”. “ “El resultado: El ruteo que genera la empresa tiene un costo total de recorrido S/ 2,047.90” “La solución del método Clarke & Wright son cinco rutas, el número de vehículos se reduce a 5 y respetando todas las restricciones de no tener un costo de recorrido de S/ 1,296.54

2.2. Marco de Referencia Teórico

2.2.1. El clásico problema de las rutas de los vehículos

Según Nalepa, (2020), el clásico Problema de Encaminamiento de Vehículos (VRP), también conocido como VRP (CVRP), apareció por primera vez en 1959 y puede definirse como: Sea $G = (V, E)$ es un grafo ponderado con función de peso $d: E \rightarrow R \geq 0$. El grafo contiene el conjunto de arcos E y el conjunto de vértices $V = 1, \dots, n$, donde el vértice 1 representa el depósito, y los demás vértices representan ciudades o clientes a los que hay que servir. Con el gráfico se asocia la matriz $D = (d_{ij})$, donde d_{ij} es igual a el peso del arco (i, j) y puede interpretarse como un costo de viaje. Una flota de vehículos con base en el depósito, está disponible para servir a los clientes y a las ciudades, y cada vehículo tiene las mismas características, es decir, consideramos una flota homogénea. A cada vértice $i > 1$ se le asocia una demanda $q_i \geq 0$, y la suma de las demandas de cualquier vehículo encaminado no debe superar la capacidad del vehículo.

Igualmente, Nalepa (2020), explica que el objetivo del VRP es determinar un conjunto de rutas de vehículos de mínimo costo que satisfagan las siguientes condiciones:

- Cada vértice $v \in V \setminus \{1\}$ es servido exactamente una vez por exactamente un vehículo,
- cada ruta comienza y termina en el depósito, es decir, en el vértice $v = 1$,

- que no se supere la capacidad de los vehículos.

El objetivo era encontrar una solución única. El problema se modifica, y se estudian muchas de sus variantes (Talarico, Sörensen, & Springael, 2015) consideraron el VRP cuyo objetivo es encontrar un conjunto de soluciones k-disímiles.

Para (Zhang, Cai, Ye, Si, & Nguyen, 2017) se debe asumir restricciones de carga tridimensionales, lo que responde a las necesidades reales de las empresas del sector logístico, como la entrega de productos de consumo. que tiene en cuenta las necesidades reales de las empresas del sector logístico, como la entrega de bienes de consumo y productos agrícolas. Cada elemento se describe como un cubo tridimensional cubo de longitud, anchura y altura. Hay una flota de vehículos disponibles para transporte de mercancías, y cada vehículo tiene un espacio de carga fijo (un contenedor) definido por la longitud, la anchura y la altura del espacio de carga. Además, cada vehículo está especificado con una capacidad de peso.

2.2.2. Problema de Enrutamiento de Vehículos (VRP) con capacidad

Es un nombre genérico dado a toda una clase de problemas relativos al diseño óptimo de las rutas que debe utilizar una flota de vehículos para servir a un conjunto de clientes (Baldacci, Vigo, & Toth, 2011).

El VRP fue introducido por primera vez por (Dantzig & Ramser, 1959) con el nombre de Problema de Despacho de Camiones. El objetivo era planificar de una flota de camiones de reparto de gasolina entre una terminal a granel y un gran número de estaciones de servicio abastecidas por la terminal. Se presentaba de la siguiente manera: Se tiene una flota homogénea de vehículos que inicialmente se estacionan en la terminal y con una capacidad limitada. Cada estación de servicio exige una cantidad determinada de gasolina. El objetivo es asignar los camiones a las rutas de forma que se satisfagan todas las demandas y la capacidad de los camiones no sea excedida.

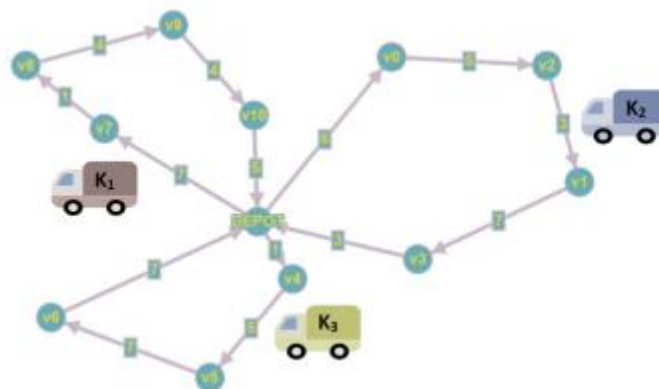
2.2.2.1. Formulación matemática

De acuerdo a Baldacci, Vigo, & Toth, (2011), el problema es encontrar la ruta más corta comenzando en algún nodo $x \in V$, visitando cada nodo de V , y regresando a x . Capacidad VRP (CVRP), De nuevo, se tiene $V = \{0, 1, \dots, n\}$ nodos, se denota el nodo 0 como el depósito y los restantes nodos $V = \{1, \dots, n\}$ como clientes. Cada cliente tiene una demanda asignada, una cantidad no negativa de producto d_i . La principal diferencia con el TSP es que, en lugar de un vehículo, se opera una flota de $F = \{1, \dots, f\}$ vehículos.

También Anbuudayasankar, Ganesh, & Mohapatra (2014), indica que en la formulación estándar formulación de CVRP (Dantzig & Ramser, 1959), la flota es homogénea, lo que significa que todos los vehículos son del mismo tipo y tienen la misma capacidad Q ($d_i \leq Q$ para cada cliente i). Una ruta definida como $R = \{v_0, v_1, \dots, v_k\}$ es una lista ordenada de clientes v_1, \dots, v_{k-1} ($k \leq n$ y $v_i \in V$ para $i \in \{1, \dots, k-1\}$) que empieza y termina en un nodo $v_0 = v_k = 0$ (depósito).

El objetivo es entregar unos productos desde el depósito a cada cliente de forma óptima, es decir, encontrar un conjunto de rutas S tal que cada cliente v pertenezca a exactamente una ruta $R \in S$, el número de rutas es menor o igual que el tamaño de una flota f , y la capacidad de los vehículos nunca se supera (la suma de las demandas de todos los clientes pertenecientes a una ruta es menor o igual a Q).

Figura 4 Ejemplo de solución del CVRP



Fuente: Christofides, Mingozzi, & Toth (1979)

Nota: La solución se compone de tres rutas para tres vehículos diferentes, que se etiquetan como K1, K2, K3. Los nodos $v(i)$ (para $i \in \{0 \dots 10\}$) simbolizan las ubicaciones de los clientes. El número de cada arista es el costo de una determinada conexión de viaje.

Exactamente una ruta $R \in S$, el número de rutas es menor o igual que el tamaño de una flota f , y la capacidad de los vehículos nunca se supera (la suma de las demandas de todos los clientes pertenecientes a una ruta es menor o igual a Q). Para alcanzar el objetivo según Golden, Raghavan, & Wasil (2008), con el menor coste posible debe darse la optimización de una solución S factible, la cual puede variar a lo largo de aplicaciones específicas. El coste más común, procedente del TSP, es la distancia recorrida por todos los vehículos. Los vehículos y los conductores suelen generar también algunos costes fijos, y es posible que queramos minimizar alguna función $\sigma(d, f)$, donde d es la distancia total, y f es el número total de vehículos en la fuga.

2.2.3. Heurística para problemas de enrutamiento de vehículos

La heurística es un enfoque para resolver un problema dado que no garantiza la obtención de la solución óptima. Sin embargo, permiten elaborar soluciones factibles de alta calidad que cumplen los objetivos del problema. Las heurísticas clásicas pueden agruparse en dos grandes grupos, las técnicas de construcción y las técnicas de mejora. Ambos métodos realizan una exploración limitada del espacio de soluciones y suelen producir soluciones de buena calidad en un tiempo razonable. La mayoría de ellos pueden ampliarse con relativa facilidad para las distintas restricciones que se encuentran en la vida real y, por este motivo, se siguen utilizando en muchas aplicaciones comerciales

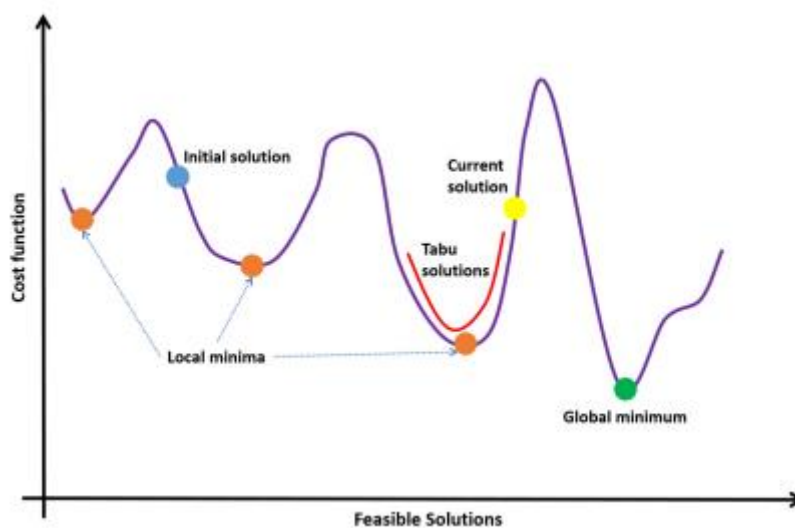
La principal razón para desarrollar y utilizar enfoques heurísticos es encontrar soluciones de buena calidad a diversos problemas en poco tiempo. Otras razones son la inexistencia de un método exacto para resolver el problema y la flexibilidad de un algoritmo heurístico para manejar restricciones secundarias adicionales. En resumen, una heurística se considera "buena" cuando se puede calcular una solución con un esfuerzo computacional razonable, la solución

resultante es casi óptima y la probabilidad de obtener una solución alejada de la óptima es baja.

2.2.3.1. *Búsqueda Tabu*

La búsqueda Tabu (TS) fue introducida y formalizada por en 1959 como una técnica de búsqueda metaheurística que comprende métodos de búsqueda local y estructuras de memoria de memoria llamada lista tabú (Glover, 1989). El objetivo principal es evitar los ciclos mediante la inserción de soluciones recientemente comprobada en la lista tabú, de modo que, durante el proceso de búsqueda, las soluciones marcadas con la etiqueta tabú no se tienen en cuenta. Este enfoque ayuda a salir de los mínimos locales y aumentar las posibilidades de encontrar una solución global y óptima. Un ejemplo del método de búsqueda tabú se muestra en la figura 3.

Figura 5 *búsqueda Tabu*



Fuente: Clarke & Wright (1964)

Nota: Método de búsqueda Tabu azul medio punto - solución actual punto naranja - mínimo local punto verde - mínimo global punto amarillo, curva roja soluciones tabu.

Según Taillard (1993), el algoritmo Tabu Soluciones (TS) para el CVRP sigue considerándose uno de los mejores métodos para resolverlo, y sus ideas principales comprenden duraciones tabu aleatorias combinadas con un mecanismo de diversificación continua que penaliza los movimientos realizados

con frecuencia, haciendo una exploración más amplia del espacio de búsqueda. Al igual que el algoritmo de Taillard, las soluciones no viables también se penalizan, y las duraciones aleatorias de tabú se combinan con el mecanismo de diversificación continua.

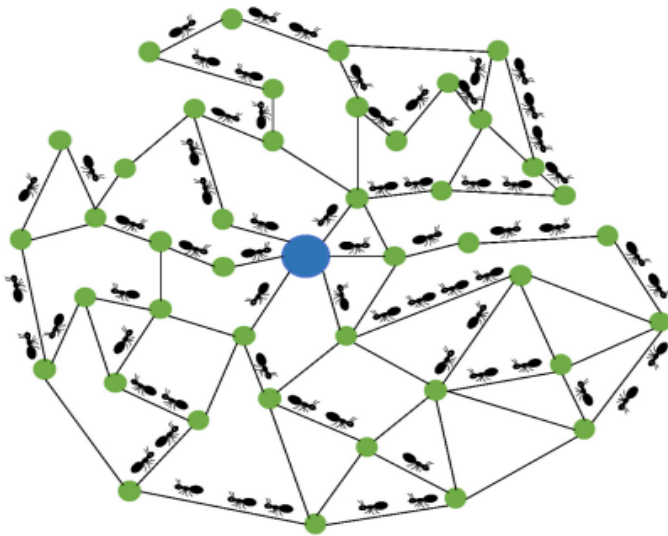
Basándose en los algoritmos iniciales de búsqueda tabú, muchos otros investigadores realizaron amplios estudios y mejoras que produjeron muchas versiones diferentes del método TS aplicadas probablemente a todas las variantes de los problemas de enrutamiento de vehículos. Una buena revisión de varias heurísticas de búsqueda tabú para el VRPTW fue en 2002 por (Bräysy Olli, 2002).

Ho & Haugland (2004), propusieron una heurística de búsqueda tabú para el VRPTW con entregas divididas, una variante en la que las demandas de los clientes superan la capacidad de los vehículos. (Cordeau & Laporte, 2005) dieron en 2005 una muy buena revisión sobre las heurísticas más importantes para toda la familia de los VRP, centrándose en las estructuras de memoria corta/larga, las de vecindad, la intensificación y la comparación de los resultados computacionales de varios algoritmos.

2.2.3.2. Algoritmos de colonias de hormigas

El Algoritmo de Colonia de Hormigas (ACO) fue introducido por primera vez (Dorigo, 1992) en su tesis doctoral se basó en el comportamiento de las hormigas que buscan caminos entre su colonia y las fuentes de alimento, depositando alguna feromona en los caminos. El hecho de que las hormigas sigan siempre el mismo camino, que es efectivamente el más corto, fue la principal motivación para aprovechar ese comportamiento natural real de las hormigas. Esta idea podría trasladarse a los problemas de enrutamiento de vehículos como buscando en el vecindario soluciones de buena calidad. Una ilustración del Algoritmo de colonias de hormigas se muestra en la figura 6.

Figura 6 Algoritmos de colonias de hormigas



Fuente: Baldacci, Vigo, & Toth (2011)

Nota: Ilustración del algoritmo de la colonia de hormigas buscan caminos entre su colonia punto azul y las fuentes de alimento puntos verdes colocando una feromona en los caminos con información sobre la cantidad y la calidad de la comida; las hormigas siempre siguen el mismo camino, que es el más corto.

Igualmente, Verma, Jain, & Chhabra, (2014), a clara que el método de las colonias de hormigas fue evolucionando y surgió el llamado mecanismo de aprendizaje por refuerzo que significa ajustes automáticos de los componentes heurísticos a medida que evoluciona el proceso de búsqueda.

2.2.3.2. Algoritmo de ahorro de Clarke y Wright

El algoritmo de Clarke & J.V.(1964) es quizás la heurística más conocida para el VRP. Se basa en la noción de ahorro. Cuando dos rutas $(0, \dots, i, 0)$ y $(0, j, \dots, 0)$ pueden fusionarse de forma factible en una sola ruta $(0, \dots, i, j, \dots, 0)$, se produce un ahorro de distancia $S_{ij} = C_{i0} + C_{j0} - C_{ij}$ se genera.

Este algoritmo se aplica naturalmente a los problemas en los que el número de vehículos es una variable de decisión, y funciona igualmente bien para problemas dirigidos o no dirigidos, pero (Vigo, 1996) informa de que el comportamiento del método empeora considerablemente en el caso dirigido,

aunque el número de posibles fusiones de rutas se reduce entonces a la mitad. Se dispone de una versión paralela y una versión secuencial del algoritmo.

El algoritmo funciona como sigue:

Paso 1 Calcule el ahorro $S_{ij} = C_{i0} + C_{j0} - C_{ij}$ para $i, j=1, \dots, n$ y $i \neq j$. Crear n rutas de vehículos $(0, i, 0)$ para $i=1, \dots, n$. Ordena el ahorro en moda creciente.

Versión paralela

Paso 2 (mejor fusión posible). Empezando por la parte superior de la lista de ahorros, ejecute lo siguiente. Teniendo en cuenta un ahorro S_{ij} , determinar si existen dos rutas, una que contenga arco o arista $(0, j)$ y la otra que contiene el arco o la arista $(i, 0)$, que pueden ser fusionados. Si es así, combina estas dos rutas borrando $(0, j)$ y $(i, 0)$ introduciendo (i, j) .

Versión secuencial

Paso 2 (ampliación de la ruta). Considere a su vez cada ruta $(0, i, \dots, j, 0)$. Determinar el primer ahorro S_{ki} o $S_{j\ell}$ que se puede utilizar para fusionar la ruta actual con otra ruta que contenga un arco o una arista $(k, 0)$ o que contenga un arco o una arista $(0, \ell)$. Implementar la fusión y repetir esta operación en la ruta actual. Si no existe una fusión factible, considera la siguiente ruta y volver a aplicar las mismas operaciones. Detenerse cuando no es factible la unión de rutas.

Para Baldacci, Vigo, & Toth (2011), existe una gran variabilidad en los resultados numéricos comunicados para las heurísticas de ahorro, y los autores no suelen mencionar si se considera la versión paralela o la secuencial. Estas dos versiones se comparan en la tabla 1 en las 14 instancias simétricas de (Christofides, Mingozzi, & Toth, 1979), utilizando distancias reales. Estos resultados indican que la versión paralela del método de ahorro domina claramente a la secuencial. Los tiempos de cálculo en una estación de trabajo Sun Ultrasparc 10 (42 Mflops) suelen ser inferiores a 0,2 segundos.

Tabla 1 Comparación computacional de dos implementaciones del algoritmo de Clarke y Wright

Problem	Sequential	Parallel	Best known solution value
E051-05e	625.56	584.64	524.61 ¹
E076-10e	1005.25	900.26	835.26 ¹
E101-08e	982.48	886.83	826.14 ¹
E101-10c	939.99	833.51	819.56 ¹
E121-07c	1291.33	1071.07	1042.11 ¹
E151-12c	1299.39	1133.43	1028.42 ¹
E200-17c	1708.00	1395.74	1291.45 ¹
D051-06c	670.01	618.40	555.43 ¹
D076-11c	989.42	975.46	909.68 ¹
D101-09c	1054.70	973.94	865.94 ¹
D101-11c	952.53	875.75	866.37 ¹
D121-11c	1646.60	1596.72	1541.14 ²
D151-14c	1383.87	1287.64	1162.55 ²
D200-18c	1671.29	1538.66	1395.85 ¹

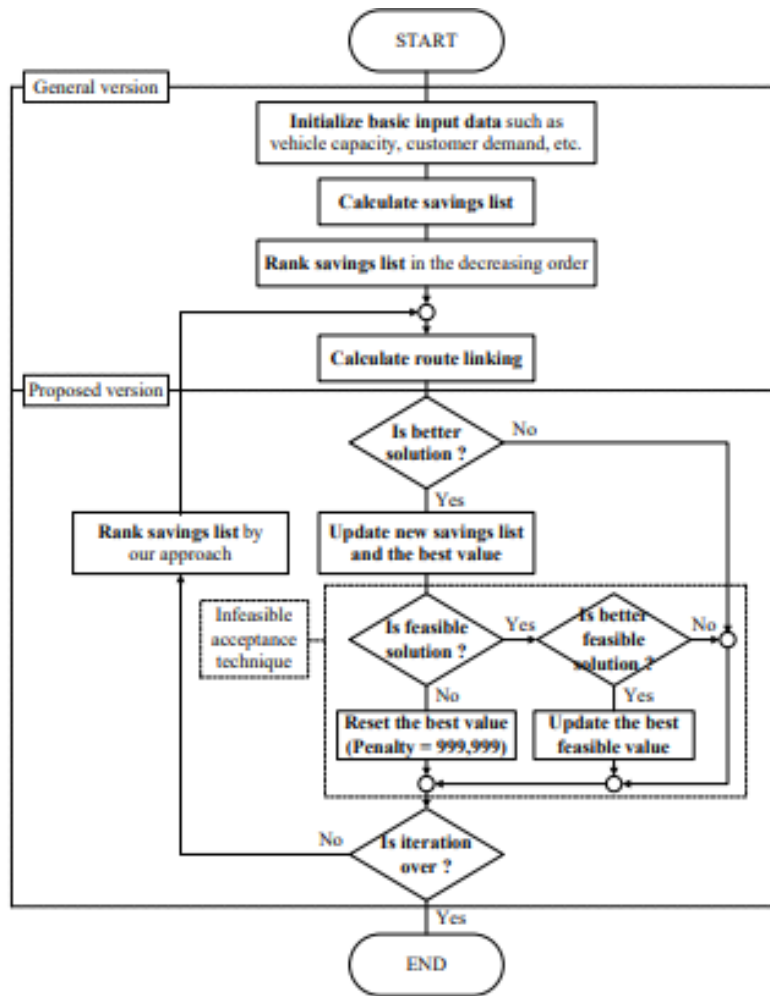
2.2.3.3. Mejoras del algoritmo de Clarke y Wright

Un inconveniente del algoritmo original de Clarke y Wright es que tiende a producir buenas rutas al principio, pero menos interesantes hacia el final, incluyendo algunas rutas circunferenciales. Para remediar esto, (Gaskell, 1967) y (Yellow, 1970) propusieron un ahorro generalizado de la forma:

$S_{ij} = C_{i0} + C_{j0} - \lambda C_{ij}$ donde λ es un parámetro de forma de la ruta. Cuanto más grande sea la λ más énfasis se pone en la distancia entre los vértices a conectar. Golden, Magnanti, y Nguyen (Golden, Magnanti, & Nguyen, 1977) informan que el uso de $\lambda=0.4$ o 1.0 produce buenas soluciones, teniendo el número de rutas y la longitud total de la solución.

El algoritmo de Clarke y Wright también puede consumir mucho tiempo, ya que todos los ahorros deben calcularse, almacenarse y ordenarse. El algoritmo de Clarke y Wright también puede consumir mucho tiempo, ya que todos los ahorros deben calcularse, almacenarse y ordenarse.

Figura 7 Diagrama de flujo de la mejora Clarke y Wright (ICW)



Nota: Baldacci, Vigo, & Toth (2011)

Anbuodayasankar, Ganesh, & Mohapatra (2014) indican que el diagrama de flujo de ICW se muestra en la figura 7 y se describe a continuación:

El algoritmo general de ahorro de Clarke y Wright

En la versión clásica, primero se calcula la matriz de distancia d_{ij} como:

$$d_{i,j} = \sqrt{(x_i - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2}.$$

Aquí x_i, y_i y x_j, y_j son las ubicaciones geográficas de los clientes i y j . En segundo lugar, se calcula el valor del ahorro entre el cliente i y el j :

$$s_{i,j} = d_{1,i} + d_{j,1} - d_{i,j}.$$

Aquí, d_{1i} es la distancia de viaje entre el depósito 1 y el cliente i . En tercer lugar, todos los valores de ahorro se ordenan en orden decreciente. Empezando por la primera de la lista (el más grande S_{ij}) Por último, empezando de la lista de ahorros, CW incluye el enlace (i,j) en una ruta si no se violan las restricciones de la ruta mediante la inclusión de los clientes i y j en esa ruta. Las restricciones de la ruta son las siguientes:

- (a) O bien ni i ni j han sido ya asignados a una ruta.
- (b) Exactamente, uno de los dos clientes (i o j) ya haya sido incluido en una ruta existente y ese cliente no es interior a esa ruta (un cliente es interior a una ruta si no es adyacente al depósito 1 en el orden de recorrido de los clientes).
- (c) Tanto el cliente i y j ya han sido incluidos en dos rutas diferentes rutas existentes y ninguno de los dos clientes es interior a su ruta. La vinculación de la ruta se repite para procesar la siguiente entrada de la lista de ahorros hasta que no sea posible ningún enlace factible posible. En el caso de los clientes sin ruta, cada uno es asignado por una ruta que comienza en el depósito 1, visita al cliente no asignado y vuelve al mismo depósito 1

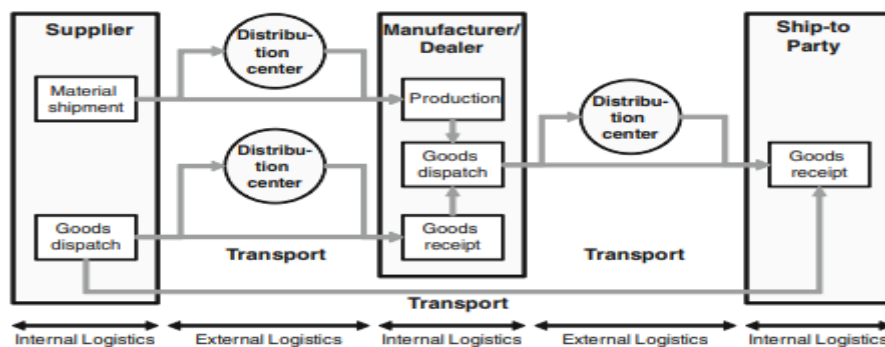
2.2.4. Transporte Logístico

Según Kappauf, Lauterbach, & Koch (2012), La logística del transporte se refiere al transporte de mercancías de todo tipo utilizando una variedad de medios, como trenes, camiones, aviones, barcos o servicios de paquetería. La logística del transporte es un componente importante de las redes de procesos empresariales. Su importancia ha aumentado en los últimos años debido a la creciente globalización. Mientras que las empresas en los años 80 y 90 se centraban con frecuencia en reducir los costes internos mediante mediante la introducción de sistemas ERP, entre otras medidas, ahora el aumento de los costes energéticos de los costes de la energía está desplazando el foco de atención a la logística fuera de la empresa. En los últimos años, se ha visto tendencias similares de optimización de costes en el ámbito del transporte.

2.2.4.1. Los fundamentos de la logística del transporte

El tema del transporte puede considerarse desde la perspectiva de varios modelos de negocio de los proveedores de servicios logísticos y de los transportistas, o desde el punto de vista de una empresa productora o comercializadora (denominada en este contexto visión del cargador). Ambos modelos de negocio presentan sus propias características especiales en el proceso empresarial. La cooperación de los socios comerciales en la red tiene su propio carácter y conjunto de reglas. Además, los objetivos pueden ser diferentes. En la figura 6 las relaciones de transporte entre varios socios comerciales. La logística de transporte que implica la logística externa puede ser organizada por los propios cargadores o por los proveedores de servicios logísticos (Kappauf, Lauterbach, & Koch, 2012).

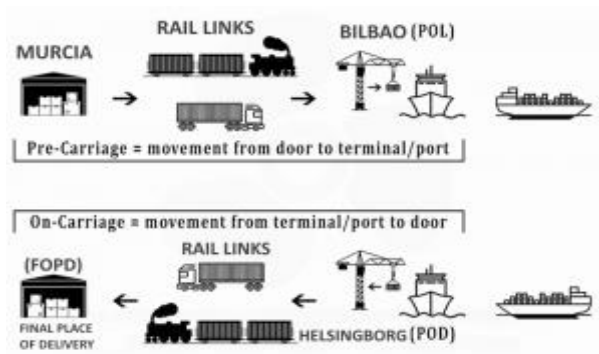
Figura 8 Relaciones de transporte entre varios socios comerciales



Fuente: Cordeau & Laporte (2005)

Desde el punto de vista de la logística del transporte, se suele diferenciar entre transporte local y de larga distancia. En la figura 9 se presenta el transporte local implica que un vehículo ejecute la recogida o entrega y volver al punto de partida en el mismo día. Esta categoría incluye generalmente la entrega de carga que se ha introducido desde un transporte de larga distancia en una red de transporte local (on-carriage), y las recogidas que han sido transferidas desde la red de transporte local a la de larga distancia (pre carriage). El camión es el vehículo más utilizado en el transporte local.

Figura 9 Ejemplo on-carriage y pre-carriage

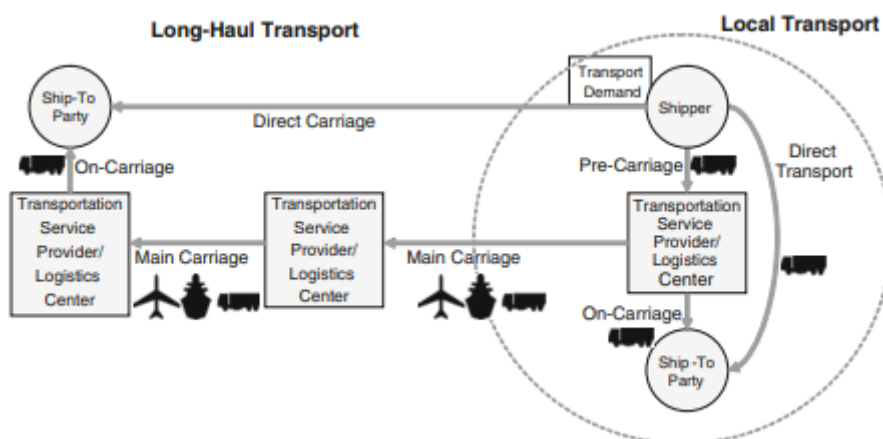


Fuente: Gudmundsson et al.(2016)

El transporte de larga distancia se realiza bien como transporte directo de larga distancia (tramo directo) o a través de una línea de transporte. En el transporte directo de larga distancia, un medio de transporte que contiene la mercancía a transportar se envía directamente desde el expedidor al destinatario a través de una larga distancia

En el caso de la transformación en línea, las mercancías recogidas en las rutas de transporte local se transfieren a otro medio de transporte (avión, barco, tren o camión) en un centro logístico y se transportan junto con las mercancías de otros cargadores. Varios procesos de transferencia también son posibles a lo largo de toda la ruta de transporte. La figura 10 ilustra las vías de transporte y la red de transporte en el transporte local y de larga distancia.

Figura 10 Red de transporte local y de larga distancia



Fuente: Gudmundsson et al.(2016)

En el caso del transporte de larga distancia, los esfuerzos de organización son, por lo general, mucho más elevados que en el caso del transporte local. Dependiendo del tipo de transporte (aéreo, marítimo, etc.), el tipo de mercancía (mercancías peligrosas, productos alimenticios, etc.) y las circunstancias geográficas de origen, puntos de tránsito y destino, el transporte de larga distancia puede requerir las siguientes tareas adicionales:

- Reserva de espacio en barcos o aviones
- Tramitación de comercio exterior con permisos de exportación e importación, tasas aduaneras y controles de embargo.
- Tramitación de mercancías peligrosas con diversas normativas nacionales o específicas del modo de transporte.
- Coordinación y planificación sin fisuras del movimiento de mercancías en los distintos puntos de carga y en los distintos medios de transporte.
- Cálculo de costes, tramitación y responsabilidad de riesgos según diversos
- Incoterms.

El transporte aéreo y marítimo internacional puede resultar muy complejo.

2.2.5. El transporte desde el punto de vista del proveedor de servicios logísticos

El proveedor de servicios logísticos es el término colectivo que designa a los transportistas y agentes de transporte de mercancías. En ambos tipos de empresas, el proceso central y la creación de valor se refieren a la tramitación de los envíos. Ambos tipos de empresas colaboran estrechamente. Los transportistas que no poseen sus propias flotas dependen de los transportistas, que actúan como servicios logísticos.

Las empresas logísticas de mayor tamaño suelen estar formadas por ambos tipos de empresas; la organización de proveedores de servicios logísticos acepta, planifica y procesa los pedidos, y luego los transmite a los transportistas internos y externos.

Los transportistas tienen responsabilidades en los siguientes ámbitos:

- Suministro de capacidades de transporte específicas para cada modo (por ferrocarril, aire, mar y carretera)
- Uso optimizado de una flota interna y, por tanto, la oportunidad de ofrecer precios atractivos para los servicios de transporte y la provisión de medios de transporte (como contenedores)

Las responsabilidades de un proveedor de servicios logísticos incluyen lo siguiente:

- La consolidación de las mercancías de varios clientes para lograr la máxima rentabilidad.
- La tramitación completa del transporte de mercancías para un cliente, incluida la realización de todos los servicios legalmente exigidos (despacho de aduanas, tratamiento de mercancías peligrosas, impresiones en papel, tramitación de importaciones/exportaciones, movimiento de mercancías) y la subcontratación profesional de todos los transportistas implicados

2.2.6. El papel del transporte en la logística

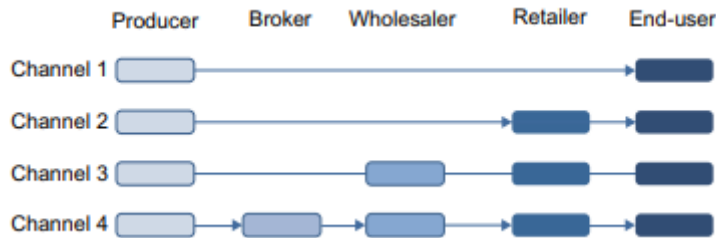
Hoy en día, con el crecimiento de la ciencia y la tecnología, el aumento del consumo y el comercio global ponen de relieve el papel del transporte en todos los procesos. Existe un alto nivel de competencia entre los fabricantes y también los transportistas en la calidad de sus servicios al cliente. Otros factores competitivos críticos son reducir los plazos de entrega, los retrasos y el conjunto de los costes de transporte, así como aumentar la eficacia, la fiabilidad, la seguridad y la capacidad de reacción de sus sistemas de servicio (Zanjirani, Rezapour, & Kardar, 2011).

2.2.6.1. Canales de Distribución

Afirma Zanjirani, Rezapour, & Kardar (2011), que algunos fabricantes venden sus productos directamente a los usuarios finales. Para la mayoría de ellos llevar los productos a los usuarios finales puede ser un proceso complejo que necesita

agentes de ventas o intermediarios que obtienen los productos de los productores y los distribuyen a los minoristas (ver figura 11).

Figura 11 Canales de distribución



Nota: Se ilustra cuatro canales de distribución.

Cuando los fabricantes venden sus productos sólo en grandes cantidades y los minoristas no pueden comprar estas grandes cantidades, los mayoristas desempeñan el papel de intermediarios entre los fabricantes y los minoristas. El canal 3 es típico en la industria alimentaria. El canal 4 es igual que el canal 3, salvo que un productor contrata a un corredor o agente de ventas que vende los productos a los mayoristas (por ejemplo, en la industria de la ropa) (Zanjirani, Rezapour, & Kardar, 2011)

Al final del proceso, los usuarios finales obtienen sus necesidades de los minoristas. De este modo, el coste de los productos puede aumentar debido a la existencia de intermediarios en el proceso de distribución de productos, pero desde un punto de vista general, en comparación con los fabricantes los intermediarios benefician a los usuarios al disminuir el coste unitario del transporte.

CAPITULO III: PLANTEAMIENTO OPERACIONAL

3.1 Aspectos metodológicos de la investigación

3.1.1 Diseño de investigación

El estudio tendrá un diseño “no experimental”, porque se va hacer un análisis sin manipular las variables, para lograr datos que permitan mostrar la realidad del área de transporte en su forma actual para poder detectar la problemática, causas y poder proponer la mejora.

3.1.2 Tipo de investigación

La investigación de tipo descriptiva, se revisarán las características de la empresa, se indicará las formas de conducta de los conductores, se determinará la asociación entre variables transporte y el algoritmo Clarke y Wrigth.

3.1.3 Métodos de investigación

El método inductivo porque se determinó la distancia de cada cliente en las diferentes rutas actuales, el proceso de transporte con el propósito de llegar a conclusiones y premisas generales.

La interacción de los elementos que participan en la asignación de rutas y vehículos para distribuir los productos distribuidos y definir los parámetros a usar en la mejora, es decir, teniendo en cuenta como se determina que vehículos cubre una determinada ruta. Se determina si es aplicable o no el modelo VRP específicamente el modelo de Clarke and Wright.

3.1.4 Técnicas de investigación

La observación directa: El investigador estará presente en el estudio, es decir, tomará los tiempos de las rutas, revisará el proceso de transporte de forma sistémica, desde su inicio, paseando por cada una de sus etapas.

La entrevista: Se harán preguntas informales tipo conversación, por ser importante considerar la experiencia diaria de los involucrados, se anotará la realidad observada que está afectando el proceso de transporte.

3.1.5. Instrumentos de investigación

Guía de observación: Se prepararán hojas de Excel y Word para recolectar datos necesarios del proceso de transporte, los tiempos de las rutas, competencias del personal involucrado.

Entrevista no estructurada: Se realizará preguntas sin una guía, pero que tengan argumentos sobre como se realiza el proceso de transporte y el tiempo que se toman en las rutas.

3.2. Aspectos metodológicos para la propuesta de mejora

3.2.1. Métodos de ingeniería a aplicarse

Las herramientas de ingeniería industrial están basadas en reducción de costos, tiempos y mejora continua. Por lo tanto, se dibujará el proceso de transporte y se realiza la relación causa y efecto con la espina de Ishikawa. También se dibujará el algoritmo Clarke-Wright para evaluar los puntos de intercambio de ruta, o el de generar una nueva ruta de transporte y cualquier otra herramienta que sea necesaria para la investigación y poder lograr la optimización con los beneficios deseados y con la sinergia entre los procesos físicos y el personal involucrado con estos.

3.2.3. Herramientas de análisis, planificación, desarrollo y evaluación

Se tomaron en cuenta las siguientes herramientas de ingeniería:

- Google Maps
- Toma de tiempos
- Problema de Ruteo de Vehículos (VPR)
- Método Heurístico para el VRP modelo Clarke & Wright

CAPITULO IV: DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

4.1. Situación actual del del proceso de transporte de la empresa Don Vito Services SAC

El proceso de servicio de transporte inicia en Don Vito Services SAC,

Recepción de guía despacho: Todas las tardes de lunes a viernes se recibe de la distribuidora las guías despacho de mercadería que se debe entregar al día siguiente.:

Asignación de vehículo: A cada chofer de Furgón se le entrega la guía con las cantidades de mercadería a entregar por cliente junto con sus facturas y mapa de ruteo con la dirección de ubicación según factura.

Salida de los vehículos: Los choferes llegan a la empresa a buscar los furgones con las guías de despacho para dirigirse al almacén de la distribuidora para realizar la carga.

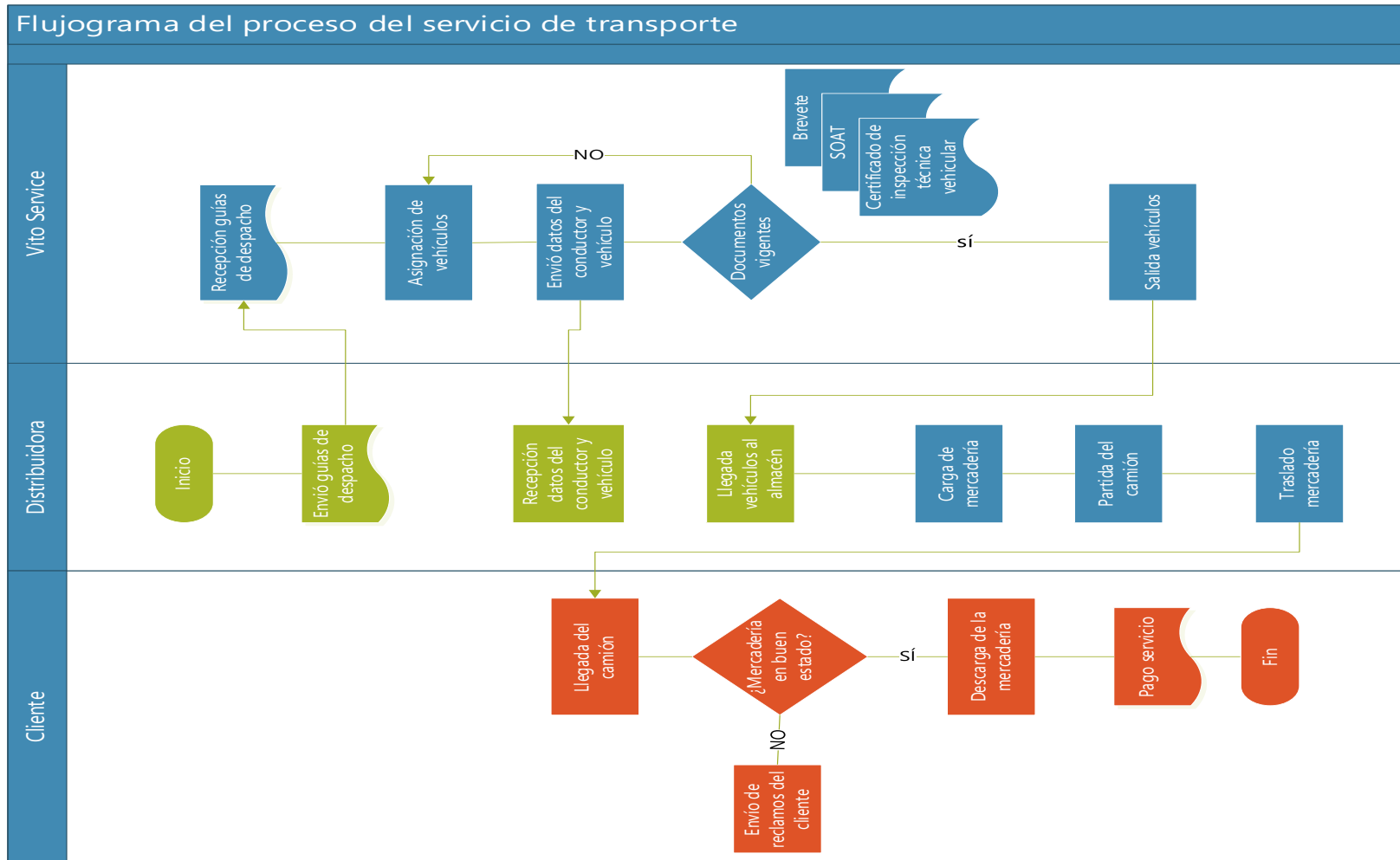
Recojo del pedido: En el almacén de la distribuidora el personal del mismo se en carga de preparar el pedido realizado por cada cliente, de acuerdo a la guía de despacho, donde se especifica las cantidades solicitadas. El picking es realizado manualmente.

Distribución: Cada chofer elabora su ruta según mapeo entregado con las facturas de cada cliente.

Entrega: Es cuando el camión llega al almacén de cada cliente en base a la factura, a entregar la mercadería. Aquí el cliente revisa que la mercadería este conforme a su orden de pedido y a lo facturado para proceder a la descarga de la misma.

En la figura 12 se presenta el flujograma del proceso de servicio de transporte para mejor comprensión.

Figura 12 Flujo grama del proceso del servicio de transporte



Fuente: Elaboración propia

4.1.1. Planificación de rutas actual

Las rutas actuales no cuentan con planificación, sino que cada día se le realizan ajustes para hacerlas flexibles en su programación. Los clientes están agrupados de acuerdo a su localización geográfica distribuidos en cada uno de 5 distritos de la provincia de Arequipa para un total de 386 clientes y un ciclo de distribución de 6 días a la semana. La asignación de cargas y la generación de rutas es realizada por el jefe de operaciones es de forma empírica, porque se fundamenta en la experiencia de los conductores, lo que a generado retrasos en las entregas de la mercadería a los clientes.

En cuanto a la asignación de cargas se estableció que los camiones no siempre cargan hasta lo establecido en su capacidad volumétrica en función al picking realizado en el proceso de despacho de mercadería. Esto incide en que la carga sea variable y al mismo tiempo, es imposible saber con certeza cuánta carga llenará el vehículo en una ruta asignada.

Por otra parte, las rutas sólo se refieren al orden geográfico de aparición de los destinos, es decir, la determinación del orden de distribución según las vías de acceso desde el punto desde el almacén de la distribuidora hasta cada cliente.

Al revisar la información documentada del proceso de servicio de transporte se encontró que la forma de asignar las cargas y rutas no está documentada. Por lo que, se analizó las trayectorias de GPS se determinó que el 100 % de los viajes son diferentes entre sí, lo que indica que los repartos realizados a un mismo destino no se siguen la misma secuencia, es decir que la asignación de rutas es variable.

Por lo tanto, se clasificaron las rutas de lunes a sábado y unidad con los destinos donde debe dejarse la mercadería, y mediante el uso de Google maps se determinó la distancia entre cada punto de llegada, es decir desde que se el vehículo sale de Vito Services con dirección al depósito hacer el picking de la mercadería para el despacho a cada cliente.

Para el día lunes se activan 4 unidades para las entregas, en la tabla 2 se muestra la ruta 1 unidad V5L934, que corresponde al día lunes, en esta se determinó que la empresa no cuenta con las distancias ni tiempo que transcurre

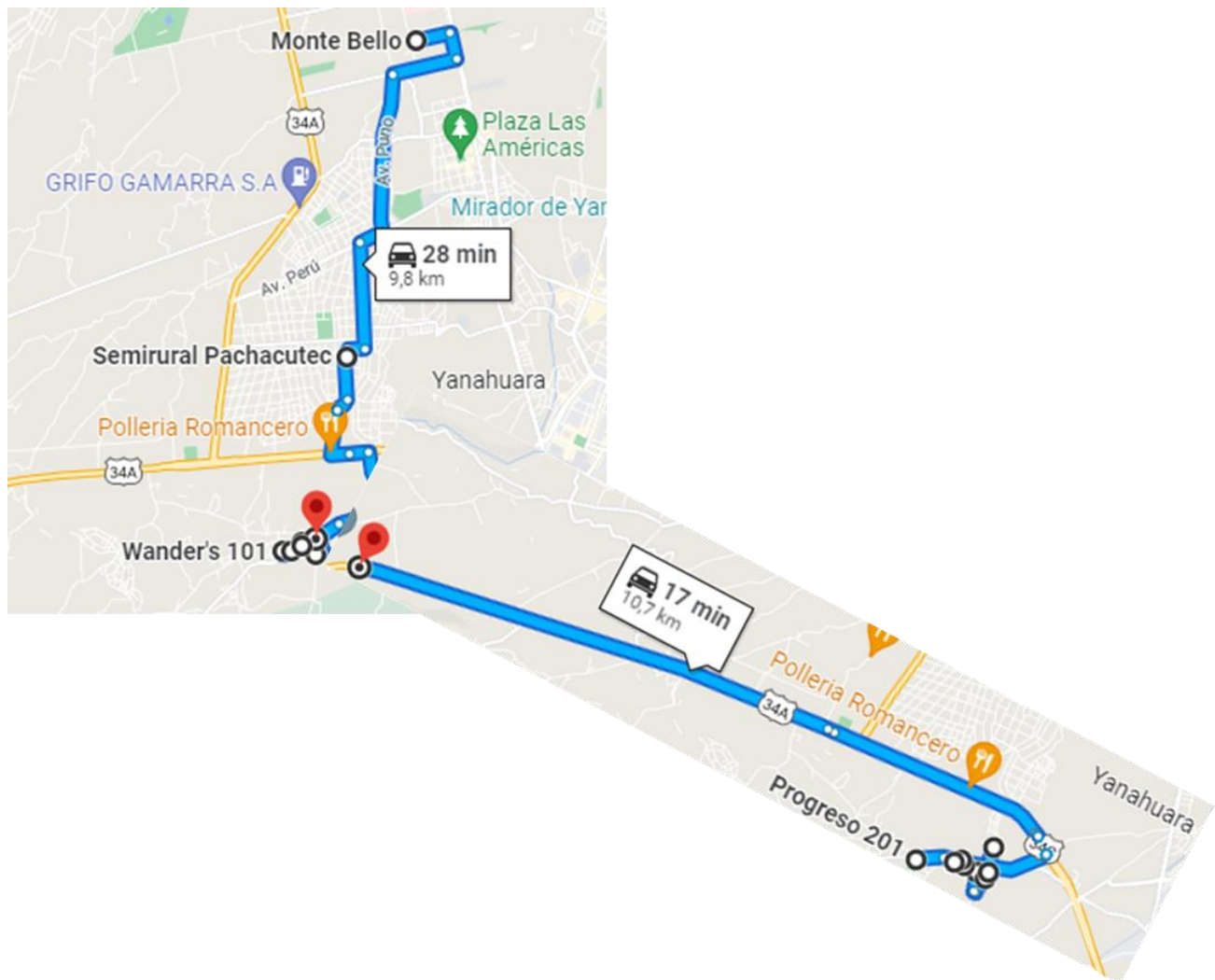
entre cada nodo y existe una dirección que no la ubica Google maps resaltado con color rojo.

Tabla 2 Ruta 1 día Lunes

Unidad	Ubicación del Cliente	Distancia
V5L934		
Número	Dirección	
1	K 11 - urb. Monte bello cerro colorado	
2	Lote714 semirural Pachacutec, cerro colorado, Arequipa	4.1 km
3	Calle Wanders 101 Huaranguillo sachaca Arequipa	3.7 km
4	Av Progreso 220 Huaranguillo Sachaca Arequipa	7.9 km
5	Av Progreso 205 Huaranguillo Sachaca Arequipa	230 m
6	Residencial Huaranguillo minimarket, Av Progreso Huaranguillo Arequipa	930 m
7	Av Progreso 206 Huaranguillo Sachaca Arequipa.	1.1 km
8	Calle Ricardo Palma 115 Huaranguillo Sachaca Arequipa	1.1 km
9	Residencial Huaranguillo bdrd 5 dp sachaca arequipa	450 m
10	Av Progreso 201 Huaranguillo Sachaca Arequipa	170 m
11	Av las Rosas 105 Pampa de Camarones Sachaca Arequipa	550 m
12	Av Brasil 407 Pampa de Camarones Sachaca Arequipa	38 m
13	Av Brasil 313 Pampa de Camarones Sachaca Arequipa	14 m
14	Av los Claveles 201 Pampa de Camarones Sachaca Arequipa	71 m
15	Av union 308 Pampa de Camarones Sachaca Arequipa	400 m
16	Av 28 de julio 102 Sachaca Arequipa	42 m
17	Jiron España 208 Pampa de Camarones Sachaca Arequipa	300 m
18	Calle Madre de Dios Mza D Lt 6 Guillermo Torreblanca Sachaca Arequipa	400 m
19	Jiron Huancavelica 203 Pampa de Camarones Sachaca Arequipa	350 m
20	Villa el Prado Mz L Lt 4 Pampa de Camarones Sachaca Arequipa	
21	Kilometro 15 variante de Uchumayo Arequipa	600 m

Fuente: Elaboración propia

Figura 13 Ruta 1 día Lunes Unidad V5L934



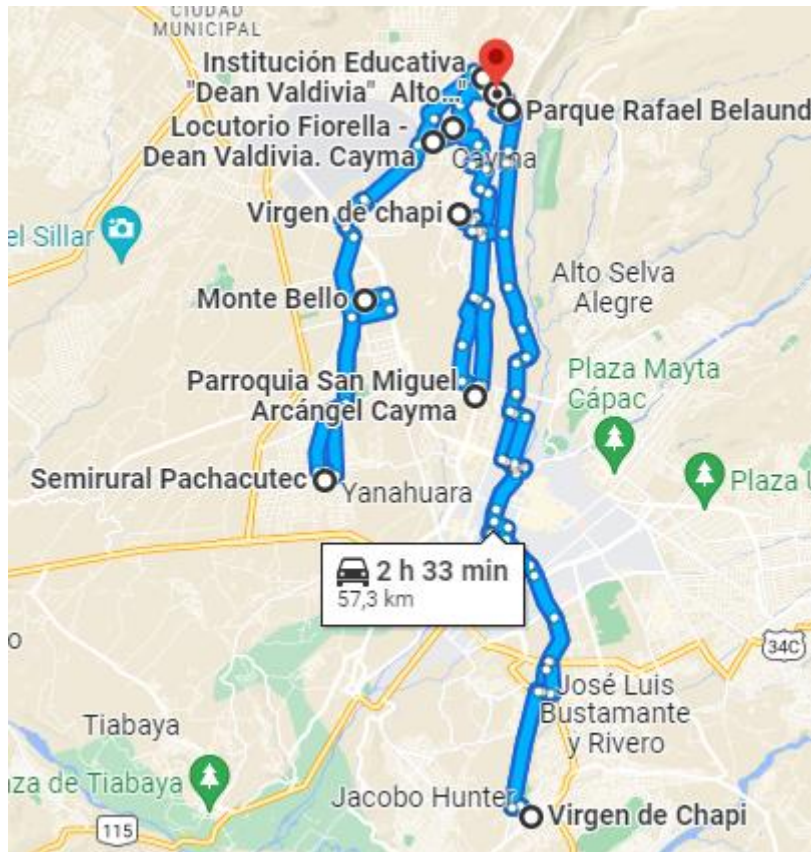
La ruta 2 del día lunes con la unidad AFR918, tiene un total de 19 puntos de entrega como se observa en la tabla 3. Pero del cliente 14 al 21 no se puede determinar la distancia entre estos nodos, debido a que el Google Map no contempla estas direcciones. Del último cliente a Vito Services es la cantidad de km que se refleja en la distancia.

Tabla 3 Ruta 2 día lunes

UNIDAD NUMERO	AFR918 PUNTO	DIRECCION	Distancia
1	Vito Service	K 11 - URB. MONTE BELLO Cerro Colorado	
2	Depósito CALCINA RODRIGUEZ	LOTE714 SEMIRURAL PACHACUTEC, CERRO COLORADO, AREQUIPA	3.7 Km
3	NOEMI RUT GUTIERREZ CESPEDES	DEAN VALDIVIA MZA A LT 12 CAYMA DEAN VALDIVIA SECTOR 3 MZA K LT 25	6.9 km
4	ELIZABETH ZUÑIGA RICALDE	CAYMA ENACE	4.3 km
5	JULIANA QUIROZ ARHUIRE	AV SOL DE ORO MZA C LT 2 CAYMA	750 m
6	MARLENI	SAN MIGUEL ZONA A MZA C LT 2 CAYMA	6.2 km
7	ORE FLORES MAYCOL FLORES RAMIREZ	DEAN VALDIVIA MZA M LT 16 CAYMA	6.5 km
8	NOEMI	SAN MIGUEL MZA G LT 10 CAYMA	5.9 km
9	CUTI SAYCO MARTINA HUACCHA OROSCO	AV VIRGEN DE CHAPI MZA M LT 12 CAYMA	4.2 km
10	PAULA QUISPE CLEMENTE	VIRGEN DE CHAPI MZA N LT 2 CAYMA	1.3 km
11	MERCEDES CHICAÑAQUESOTA	PJE SANTA ROSA MZA D LT 6 CAYMA RAFAEL BELAUNDE ZONA B MZA C LT 11	2.1 km
12	SERGIO CRUZ TUNQUIPA DE	CAYMA RAFAEL BELAUNDE ZONA B MZA D LT 1	
13	TTICA MARIA AYMA HUAYTA YONI	CAYMA RAFAEL BELAUNDE ZONA B MZA O LT 10	
14	YOVANO SARMIENTO NINA	CAYMA AV RAFAEL BELAUNDE ZONA B MZA L LT 8	
15	LUZMILA MARISOL COYA PILCO VILMA	CAYMA ASOC RAFAEL BELAUNDE ZONA B MZA I LT	
16	BARBARITA HILARES CHALLA RAUL	15 CAYMA RAFAEL BELAUNDE ZONA C MZA B LT 4	
17	ROLANDO ORTEGAL VERA	CAYMA RAFAEL BELAUNDE ZONA C MZA C LT 1	
18	CONCEPCION DORA LASTEROS CACERES	CAYMA RAFEL BELAUNDE ZONA C MZA C LT 23	
19	BERY SONIA MAMANI CASTILLO	CAYMA RAFAEL BELAUNDE ZONA C MZA D LT 12	
20	CARMELA CASTRO FACUNDO	CAYMA RAFAEL BELAUNDE ZONA C MZA D LT 36	
21	MERILING SANDY	CAYMA	6.5 km

Fuente: Elaboración propia

Figura 14 Ruta 2 día lunes



Fuente: Elaboración propia

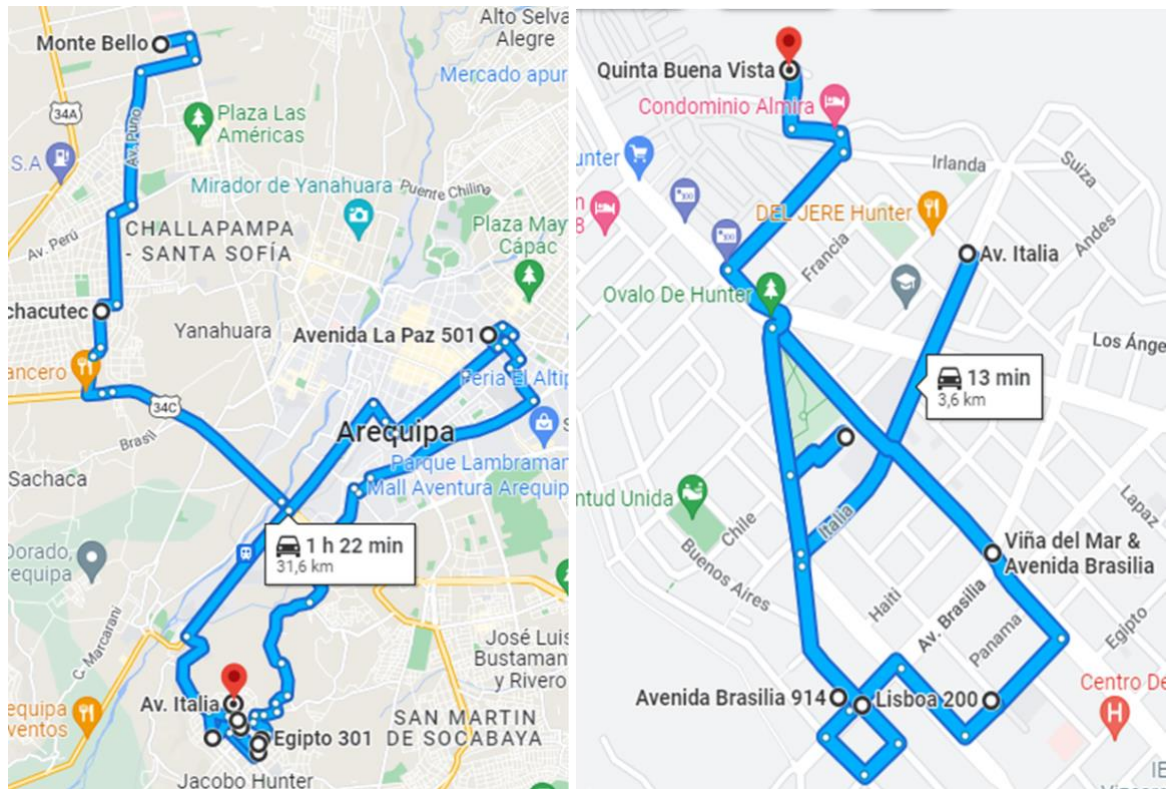
La ruta 3 de la unidad 3 es para el Distrito Jacobo Hunter, en el cual no se encuentra en el mapa cuatro clientes como se puede observar en la figura 15, También, se puede leer errores en cómo están escritas las direcciones en la tabla 4, lo que puede estar influyendo en la ubicación automática.

Tabla 4 Ruta 3 día lunes

UNIDAD NUMERO	V6X938 PUNTO	DIRECCION	Distancia
1	Vito Service	K 11 - URB. MONTE BELLO Cerro Colorado LOTE714 SEMIRURAL PACHACUTEC, CERRO COLORADO, AREQUIPA	
2	Depósito MASIAS CONDORI		4.1 Km
3	NATHALI POSTIGO GALINDO	CL CALLAO 302 JACOBO HUNTER	6.9 km
4	MAGALI MOSCOSO DE CASILLAS	AV LA PAZ 501 JACOBO HUNTER	7.4 km
5	EUFEMIA YDME YTO	CL EGIPTO 301A JACOBO HUNTER	7.9 km
6	ROBERTO SOFIO QUISPE QUISPE	CL EGIPTO 209 JACOBO HUNTER	70 m
7	NORMA AGUEDO MUÑOZ	AV BRASILIA 310 JACOBO HUNTER	400 m
8	RENE OMAR FLORES MAMANI	CL HONDURAS 114 JACOBO HUNTER	130 m
9	ELARD HERRERA CHOQUE KAROL	AV ITALIA 505 JACOBO HUNTER	550 m
10	JESUSA PANCCA QUISPE CAMEN	AV ITALIA 503 JACOBO HUNTER	200 m
11	TEODORA ARAPA CANAZA	AV VIÑA DEL MAR ESQ BRASIL 515 JACOBO HUNTER	650 m
12	RUBEN ALVARO DELGADO PUMA	AV BRASILIA ESQ VIÑA DEL MAR 600 JACOBO HUNTER	650 m
13	WILLY CASANI MAMANI	CL LISBOA 200 JACOBO HUNTER	450 m
14	HOMER OMAR AGUILAR LAURA	AV BRASILIA 914 JACOBO HUNTER	300 m
15	MILAGROS ROSA CEVICHERIA	CL BUENA VISTA 211 JACOBO HUNTER	110 m
16	AGUA VIVIA SAC GOMEZ ZAPATA LAURA	CL BUENA VISTA 302 JACOBO HUNTER	15 m
17	ANGELICA ARROYO CONDORI	CL BUENOS AIRES 701 JACOBO HUNTER	1.8 km
18	YESSENTIALUZ CUNO ROJAS	CL MICAELA BASTIDAS MZA A LT 3 JACOBO HUNTER	
19	PATRICIA MAMANI	CL MICAELA BASTIDAS MZA A LT 11 JACOBO HUNTER	
20	ENCINAS LAURA IDME QUISPE	CL BELEN 106 JACOBO HUNTER	
21	SANTIAGO FELIPE	JR CALLE EL SOL MZA E LT 21 JACOBO HUNTER	

Fuente: Elaboración propia

Figura 15 Ruta 3 día lunes



Fuente: Elaboración propia

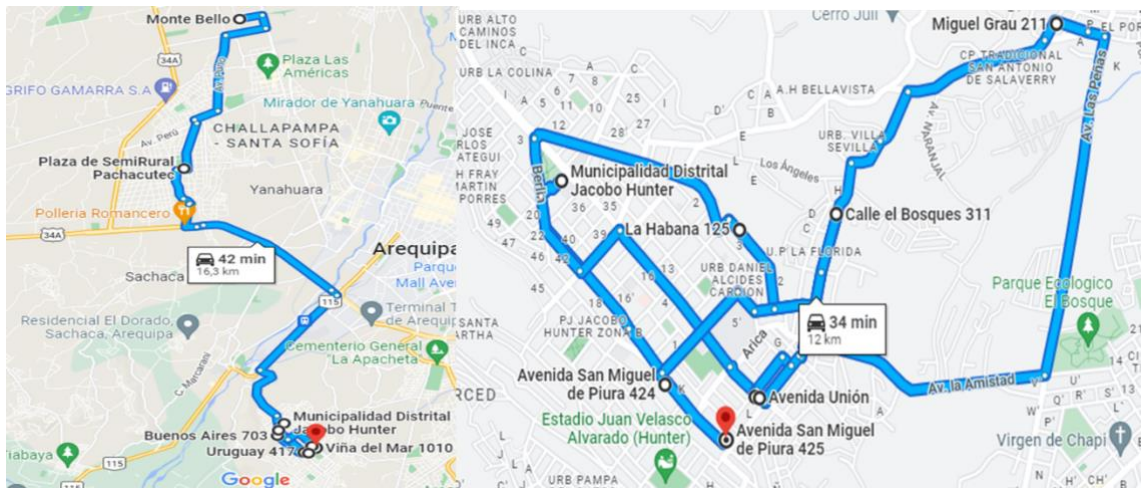
La ruta 4 del lunes es para el Distrito Jacobo Hunter, lo que indica que dos unidades el mismo día cubren los clientes de este distrito. La unidad 4 visita un total de 19 clientes, de los cuales 3 no pueden ser ubicados en Google maps, como se muestra en la tabla 5 y figura 16. Los lunes solo se utilizan 4 unidades.

Tabla 5 Ruta 4 día lunes

Unidad F30896			
Nro	Punto	Dirección	Distancia
1	Vito Service	K 11 - URB. MONTE BELLO Cerro Colorado	12.7 km
2	Depósito	LOTE714 SEMIRURAL PACHACUTEC, CERRO COLORADO, AREQUIPA	4.1 km
3	FERNANDEZ DE TICONA ESTEFANIA	AV ITALIA 606 JACOBO HUNTER	7.4 km
4	HUILLCA GARCIA BEATRIZ	AV SAN MARTIN DE PORRES MZA I LT 3 JACOBO HUNTER	200 m
5	COLQUE LAJO RUTH	BUENOS AIRES 703 JACOBO HUNTER	400 m
6	VEGA DE CANAZA FELIPA CECILIA	BUENOS AIRES 701 JACOBO HUNTER	
7	GUTIERREZ MAYTA CATALINA	CL URUGUAY 417 JACOBO HUNTER	600 m
8	QUISPE PUMA DE CHIRINOS MARIA JULIA	CL ATICO 212 JACOBO HUNTER	210 m
9	BUSTINZA MANRIQUE WASHINGTON	CL URUGUAY 303 JACOBO HUNTER	220 m
10	SUCACAHUA PACORI MARISOL	AV VIÑA DEL MAR 1002 JACOBO HUNTER	65 m
11	SANCHEZ MONTALVO DE LUZMILA	AV VIÑA DEL MAR 1010 JACOBO HUNTER	10 m
12	TAYPE HUAYNACHO DIONICIO	CL LA HABANA 125 JACOBO HUNTER	550 m
13	QUENTARI CONDORI SANDRA	AV LOS BOSQUES 311 JACOBO HUNTER	850 m
14	MAMANI VILCAZAN SALUSTIANA	CL ARICA MZA C LT 14 JACOBO HUNTER	2.1 km
15	RODRIGUEZ PUMA MARLENY	AV UNION 102 JACOBO HUNTER (Socabaya)	5.3 km
16	CARPIO PATIÑO LUISA FRANCISCA	AV UNION 306 JACOBO HUNTER (inicia la av en este distrito)	3.2 km
17	PARQUI TURPO ASUNCION	AV MIGUEL GRAU 211 JACOBO HUNTER	350 m
18	GUTIERREZ MAYTA RONNIE	AUGUSTO FREIRE ZONA A MZA L LT 11 JACOBO HUNTER	
19	CASTRO MAMANI ROXANA	CL NESTOR BATANEROS 231 JACOBO HUNTER	
20	MANRIQUE DE RODRIGUEZ JUANA	AV SAN MIGUEL DE PIURA 424 JACOBO HUNTER	250 m
21	ARIVILCA ASILLO CLODOALDO JAIME	CL SAN MIGUEL DE PIURA 425 JACOBO HUNTER	350 m

Fuente: Elaboración propia

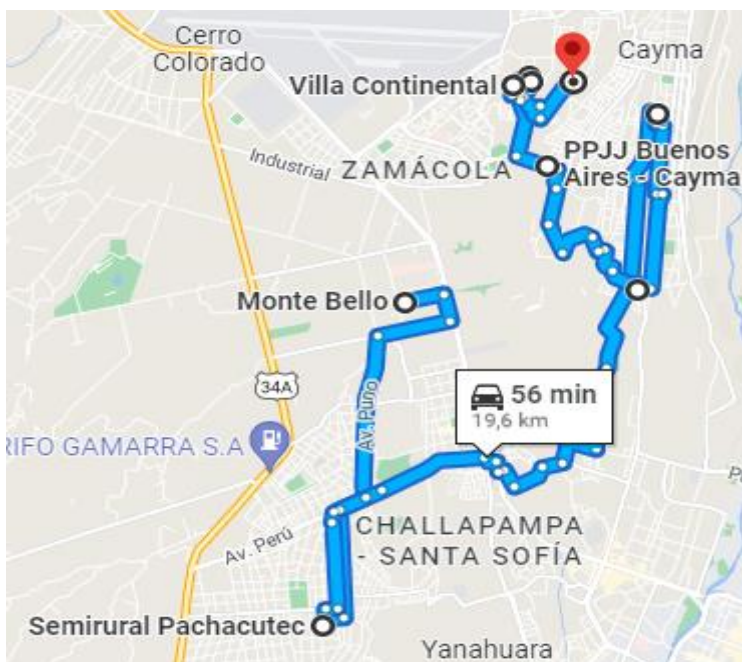
Figura 16 Ruta 4 día lunes



Fuente: Elaboración propia

Los días martes se cubren tres (3) rutas, es decir se utilizan únicamente tres (3) unidades de cinco (5). La ruta 5 cubre parte del Distrito de Cayma, como se presenta tabla 6, donde 8 direcciones no pueden ser ubicadas en Google maps. Por lo tanto, en la figura 17 no se pudo establecer la distancia entre nodos (clientes).

Figura 17 Ruta 5-martes



Fuente: Elaboración propia

Tabla 6 Ruta 5- martes

UNIDAD	V5L934		
Nro	Punto	Dirección	Distancia
1	Vito Service	K 11 - URB. MONTE BELLO Cerro Colorado	
2	Depósito	LOTE714 SEMIRURAL PACHACUTEC, CERRO COLORADO, AREQUIPA	4.1 km
3	SOTO ROSAS LUCY ELENA	AV AVIACION 704 BUENOS AIRES CAYMA AREQUIPA	7.8 km
4	QUIROZ BELTRAN GONZALO	CALLE JORGE CHAVEZ 206 CAYMA AREQUIPA	2 km
5	ZEVALLOS CONCHA NORA	AV AREQUIPA 106 BUENOS AIRES CAYMA AREQUIPA	2.1. km
6	HUARACHA ANDIA HAYDE LUZ	ASOC VILLA CONTINENTAL MZA S LT 8 CAYMA AREQUIPA	950 m
7	ROJAS VALDIVIA MILDER GRACIELA	ASOC VILLA CONTINENTAL MZA B LT 1 CAYMA AREQUIPA	250 m
8	HUERTA PACSI MARIA	VILLA CONTINENTAL MZ LL LT 10 CAYMA AREQUIPA	200 m
9	QUISPE HUAMAN JESUSA	ASOC VILLA CONTINENTAL MZ Z LT 2 CAYMA AREQUIPA	35 m
10	TORRES CONDORI DEYSI LILIANA	ASOC VILLA CONTINENTAL COMITÉ 3 MZA Z LT 7 CAYMA AREQUIPA	
11	CHOQUEHUANCA MAMANI ERIKA	ASOC JOSE LUIS BUSTAMANTE Y RIVERO MZA C LT 18 SECTOR 8 CAYMA AREQUIPA	
12	AYTA CHIPA BRIGIDA ROSA	UPIS SR DE HUANCA MZ B LT 16 CAYMA AREQUIPA CANCHA DE LOZA	
13	IBARRA ALVAREZ JESUSA	AV UPIS 19 DE ENERO B LOTE 8 CAYMA AREQUIPA	
14	PACHECO TORIBIO YOLANDA	AV UPIS MZA O LT 11 CAYMA AREQUIPA	
15	SARCCO HUAMAN ESPERANZA FAUSTINA	AV HEROES DEL CENEPA MZ LL LT 5 CAYMA AREQUIPA	
16	YUCRA BARRANTES MARIA ROSA	AV HEORES DEL CENEPA MZ B LT 9 CAYMA AREQUIPA	
17	CHURA DE CARCAUSTO VICTORIA	AV BUENOS AIRES COMITÉ 8 MZA K LT 3 CAYMA AREQUIPA	
18	PACORI PACHECO DE VENTURA LUZ MARINA	JIRON MADRE DE DIOS 301 BUENOS AIRES CAYMA AREQUIPA	1.2 km
19	HAGUATI SOTO MARIA CRISTINA	JIRON MADRE DE DIOS 303 CAYMA AREQUIPA	1 km
20	YAJO COAQUIRA LILIAN	AV HUAYNA CAPAC 602 CAYMA AREQUIPA	180 m
21	VILCA LUNA TITO	CALLE PERU 603 TUPAC AMARU CAYMA AREQUIPA	

Fuente: Elaboración propia

El martes se cubre la ruta 6, en la cual solo se puede localizar 3 direcciones las de Vito Services, el depósito y de un cliente de 19 clientes del Distrito Cerro Colorado, de acuerdo a la tabla 7.

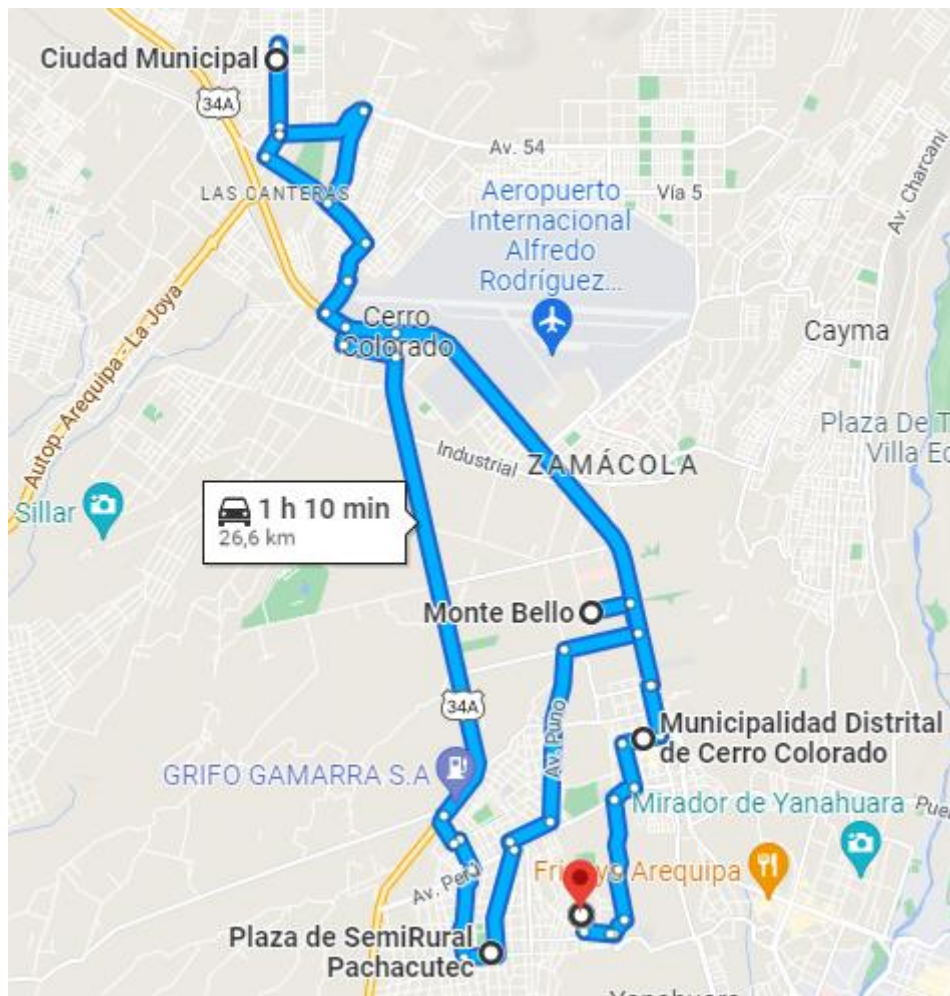
Tabla 7 Ruta -6 martes

UNIDAD		AFR918		
Nro	Punto		Dirección	Distancia
1	Vito Service		K 11 - URB. MONTE BELLO Cerro Colorado	
2	Depósito		LOTE714 SEMIRURAL PACHACUTEC, CERRO COLORADO, AREQUIPA	4.1 kr
3	CCAHUANA ROBERTO	LLAIQUE	CIUDAD MUNICIPAL ZONA 1 MZA B LT 8 (COSTADO DE COMISARIA) CERRO COLORADO	12.7 km
4	CONDORI VICENTA	GUERRA	CIUDAD MUNICIPAL ZONA 1 MZA L LT 10 CERRO COLORADO	7.6 kr
5	CUSI YANQUE EVARISTA	DELIA	CIUDAD MUNICIPAL ZONA 2 MZA B LT 18 CERRO COLORADO	
6	HUAMANI LUCAS	ASCUAS	CIUDAD MUNICIPAL ZONA 2 MZA K LT 17 CERRO COLORADO	
7	CACERES MARGARITA	SUCARI	CIUDAD MUNICIPAL ZONA 2 MZA L LT 15B CERRO COLORADO	
8	MAMANI BERTHA	AYQUI CLARA	CIUDAD MUNICIPAL ZONA 2 MZA A LT 1 CERRO COLORADO	
9	ROJAS MARIBEL	CANDIA	CIUDAD MUNICIPAL ZONA 1 MZA J LT 5 CERRO COLORADO	
10	GRUPO EL DORADO	INVERSIONES EIRL	CIUDAD MUNICIPAL MZA E LT 8 CERRO COLORADO (POLLERIA EL DORADO)	
11	GUTIERREZ JULIA	JUSTO	EDUARDO DE LA PINELA 0 MZA L LT 1 CERRO COLORADO	
12	CHUCTAYA MARIA ROSIO	CRUZ	EDUARDO DE LA PINELA MZA C LT 2 CERRO COLORADO	
13	PAPA RESTAURANTE POLLERIA EIRL	GALLO	VILLA LAS CANTERAS MZA N LT 1 CERRO COLORADO	
14	TICONA ERMILINDA FREJIDA	RUELAS	AV CARRETERA YURA KM 1.5 MZA M CERRO COLORADO (RESTAURANTE LA FORTALEZA)	
15	HUAMANI JUSTINA	CHOQUE BALDOMERA	EDUARDO DE LA PINELA MZA G LT 7 CERRO COLORADO	
16	VILCA IQUIAPAZA	DOMINGA	EDUARDO DE LA PINELA MZA I LT 14 CERRO COLORADO	
17	MEDINA FLOR	HUAMANI	EDUARDO DE LA PINELA MZA G LT 8 CERRO COLORADO	
18	IQUIAPAZA ALEJO SERAFINA	VILCA DE	EDUARDO DE LA PINELA MZA I LT 13 CERRO COLORADO	
19	VARGAS YANET	QUISPE	ASOC JOSE LUIS BUSTAMENTE Y RIVERO MZA A LT 5 CERRO COLORADO	
20	MAMANI SAICO NIEVES	CHOQUE	ASOCIACION JOSE LUIS BUSTAMENTE Y RIVERO MZA E LT 14 CERRO COLORADO	
21	ESPEZUA ARTURO	ALATA	ASOCIACION JOSE LUIS BUSTAMENTE Y RIVERO MZA N LT 1 CERRO COLORADO	

Fuente: Elaboración propia

En la figura 19 se presenta los 21 nodos que son las conexiones entre cada cliente, pero sin la distancia entre estos, indicando que las direcciones son escritas referencialmente, en la ciudad municipal se encuentran 6 clientes.

Figura 18 Ruta -6 martes



Fuente: Elaboración propia

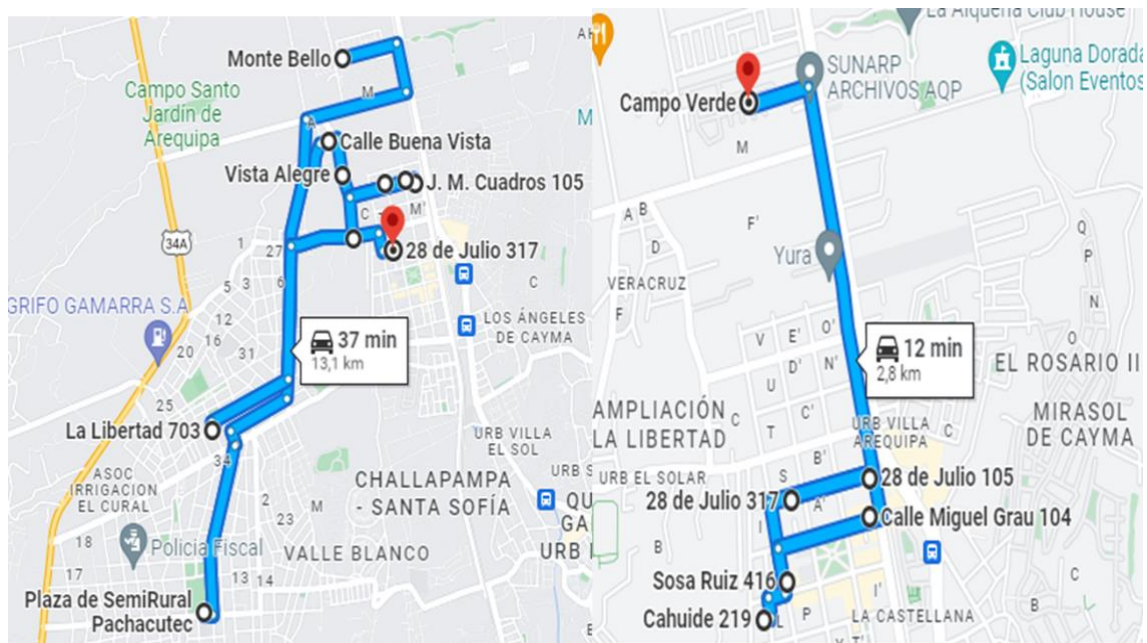
La figura 20 se dibuja la ruta 7 especificada en la tabla 8 del día martes que cubre 18 clientes del Distrito de Cerro Colorado, de los cuales 5 direcciones no aparecen en el mapa, Esto se debe que el chofer conoce por referencia la zona.

Tabla 8 Ruta 7-martes

UNIDAD	V6X938		
Nro	Punto	Dirección	Distancia
1	Vito Service	K 11 - URB. MONTE BELLO Cerro Colorado	
2	Depósito	LOTE714 SEMIRURAL PACHACUTEC, CERRO COLORADO, AREQUIPA	4.1 km
3	ARIZACA LOAYZA MARIA CONCEPCION	CL BUENA VISTA 232 CERRO COLORADO	3.3 km
4	PORTOCARRERO QUISPE MILAGROS	CL VISTA ALEGRE 202 CERRO COLORADO	300 m
5	TRELLEZ ENRIQUEZ ITARINA	CL MARIANO MELGAR 921 CERRO COLORADO	400 m
6	LOPEZ LEZAMA VANESSA	CL J.M. CUADROS 105 CERRO COLORADO	210 m
7	HUAMAN LLAMOCA EVLIN	CL ALFONSO UGARTE 900 CERRO COLORADO	900 m
8	QUISPE QUISPE FELIX	AV ALFONSO UGARTE 703 LA LIBERTAD CERRO COLORADO	450 m
9	ASMAT SALAS JORGE LUIS	CL MARIANO MELGAR 703 LA LIBERTAD CERRO COLORADO	
10	FLORES DELGADO ELEANA	CL 27 DE NOVIEMBRE 314 CERRO COLORADO	
11	MENDOZA GUZMAN LOURDES	CL 28 DE JULIO 317 CERRO COLORADO	350 m
12	VARGAS SOTELO CARMEN	CALLE 28 DE JULIO 105 CERRO COLORADO	2 km
13	TTITO MONTOYA JAVIER	CL CAHUIDE 219 CERRO COLORADO	1.6 km
14	CHURA DE QUISPE MAXIMIANA	CL SOSA RUIZ 416 CERRO COLORADO	140 m
15	APAZA AYSMAMANI JOSE MIGUEL	CL MIGUEL GRAU 104 CERRO COLORADO	400 m
16	APAZA GUTIERREZ MARCO ANTONIO	RESIDENCIAL CAMPO VERDE MZA P LT 4 CERRO COLORADO	1.4 km
17	CONTO LIMA ANA MARIA	CAMPO VERDE MZA M LT 1 CERRO COLORADO	
18	INVERSIONES Y MULTISERVICIOS DEL SUR SRL	CAMPO VERDE MZA K LT 6 CERRO COLORADO	
19	SENSE NUÑEZ MARIA JULIA	MONTE BELLO MZA G LT 13 CERRO COLORADO	
20	SIERRA CAHUATA NORCA IGNACIA	URB MONTE BELLO MZA I LT 22 CERRO COLORADO	

Fuente: Elaboración propia

Figura 19 Ruta 7-martes



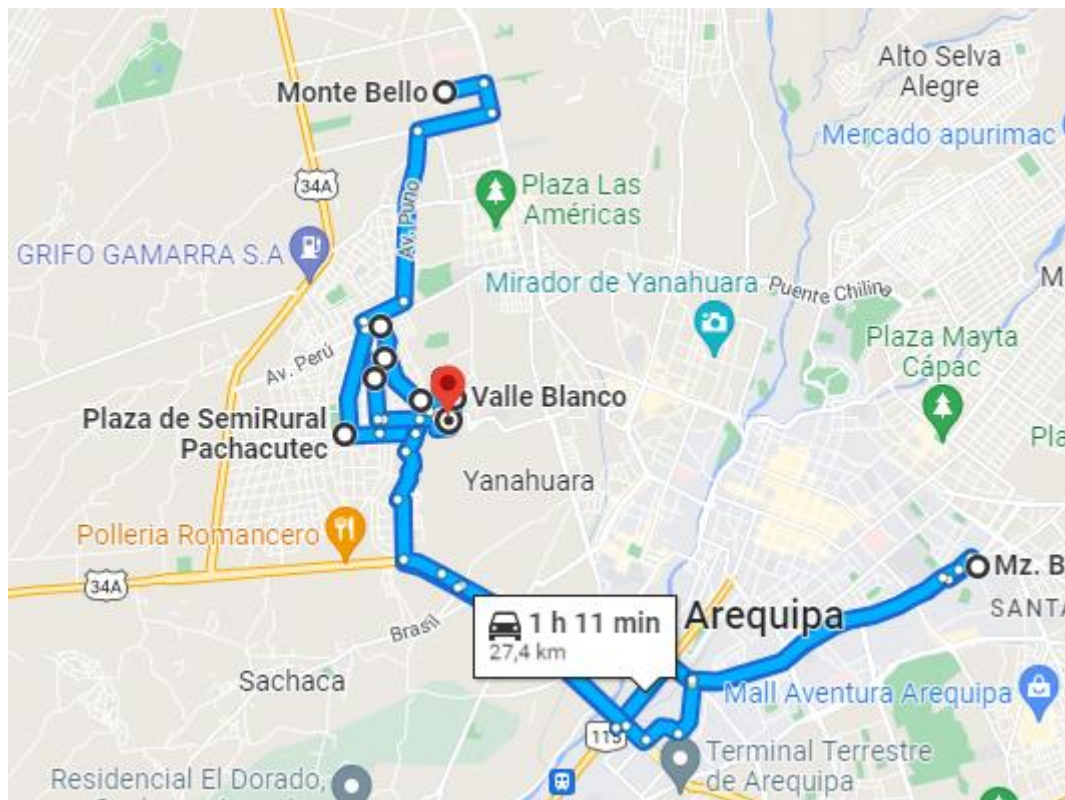
Fuente: Elaboración propia

El día miércoles se utilizan con cuatro (4) unidades para cuatro (4) rutas. La ruta 8 cuenta con 16 clientes ubicados en el Distrito Cerro Colorado, pero 8 de estos sus direcciones no se pueden ubicar, como se muestra en la tabla 9 y figura 21.

Tabla 9 Ruta 8-miercoles

UNIDAD		V5L934	
Nro	Punto	Dirección	Distancia
1	Vito Service	K 11 - URB. MONTE BELLO Cerro Colorado	4.4 km
2	Depósito	LOTE714 SEMIRURAL PACHACUTEC, CERRO COLORADO, AREQUIPA	4.1 km
3	RAMOS OLANDA DANITZA JUDITH	VALLE BLANCO II ETAPA BLOQUE 3 CERRO COLORADO AREQUIPA	1.5 km
4	PALLT CALAPUJA CELIA	AV GARCILAZO DE LA VEGA 100 CERRO COLORADO AREQUIPA	1.5 km
5	JOACHIN QUESO MARIA	AV GARCILAZO DE LA VEGA 300 CERRO COLORADO AREQUIPA	800 m
6	CAHUANA CHURATA MIRIAN	LAS BUGANVILLAS MZ B LT 7 CERRO COLORADO AREQUIPA	600 m
7	QUISPE HUANCA LUIS ARMANDO	AV BUGANVILLAS MZ K LT 1 CERRO COLORADO AREQUIPA	140 m
8	SAYAVERDE GUTIERREZ	AV LOS INCAS 113 CERRO COLORADO AREQUIPA	1.1 km
9	CUTIRE DELGADO MIGUEL	AV MI PERU 321 TUPAC AMARU CERRO COLORADO AREQUIPA	
10	FARFAN HUAMANI ALICIA PAOLA	AV PERU 305 ALTO LIBERTADO MZA I LT 7 CERRO COLORADO AREQUIPA	
11	FERIA ANCCO ELIZABETH	CALLE JOSE OLAYA ZONA B 104 TUPAC AMARU CERRO COLORADO	
12	RODRIGUEZ ORLANDO	AV PERU 700 TUPAC AMARU CERRO COLORADO AREQUIPA	
13	QUISPE GUZMAN JANAMPA CARLOS ANGEL	URB COLEGIO INGENIEROS MZ E LT 1 CERRO COLORADO AREQUIPA	
14	AGUIRRE QUISPE DE AGUILAR	CALLE LA MERCED MZ G LT 2 CERRO COLORADO	
15	VALDIVIA FLORES NARVI	VALLE SAN PEDRO 115 PACHACUTEC VIEJO CERRO COLORADO AREQUIPA	
16	PUMATANCA HUAMANI EUGENIO	JIRON LIBERTAD 310 MARISCAL CASTILLA CERRO COLORADO AREQUIPA	
17	CALCINA PRADO VALERIANA	JIRON LIBERTAD 309 MARISCAL CASTILLA CERRO COLORADO AREQUIPA	
18	GUARACHA GONGONA ELIANA CLARA	URB ANGEL IBARCENA REYNOSO MZ H LT 1 CERRO COLORADO AREQUIPA	2.8 km

Figura 20 Ruta 8-miercoles



Fuente: Elaboración propia

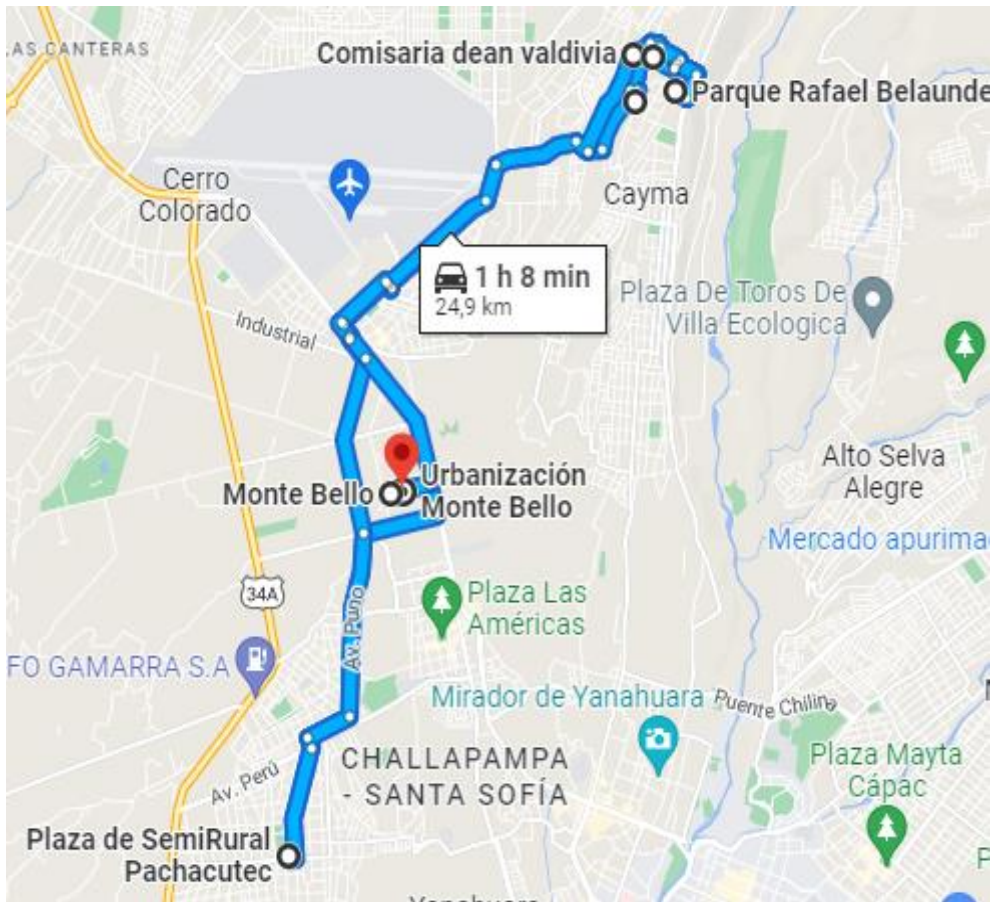
La ruta 9 esta asignada al Distrito de Cayma con un total 19 clientes con una sola dirección ubicable, según la tabla 10 y figura 22, lo que impide conocer las distancias entre clientes. Pero por las direcciones escritas da la impresión de que cada cliente esta muy cerca del otro. Esto complica, que si hay un cambio de chofer no se logre todas las entregas por falta de ubicación en el GPS.

Tabla 10 Ruta 9-miercoles

UNIDAD	AFR918		
Nro	Punto	Dirección	Distancia
1	Vito Service	K 11 - URB. MONTE BELLO Cerro Colorado	6 km
2	Depósito	LOTE714 SEMIRURAL PACHACUTEC, CERRO COLORADO, AREQUIPA	4.1 km
3	CALCINA RODRIGUEZ NOEMI	DEAN VALDIVIA MZA A LT 12 CAYMA	
4	MACEDO MAMANI LEONOR INES	DEAN VALDIVIA SECTOR 12 MZA V LT 4 CAYMA ENACE	
5	ZUÑIGA RICALDE JULIANA	AV SOL DE ORO MZA C LT 2 CAYMA	
6	HUACCHA OROSCO PAULA	VIRGEN DE CHAPI MZA N LT 2 CAYMA	
7	CUTI SAYCO MARTINA	AV VIRGEN DE CHAPI MZA M LT 12 CAYMA	
8	SULLA KUPA FELIPE	VIRGEN DE CHAPI MZA L LT 4 CAYMA	
9	QUISPE CLEMENTE MERCEDES	PJE SANTA ROSA AH VIRGEN DE CHAPI MZA D LT 6 CAYMA	
10	CHICAÑA QUESOTA SERGIO	RAFAEL BELAUNDE ZONA B MZA C LT 11 CAYMA	
11	AYMA HUAYTA YONI YOVANO	RAFAEL BELAUNDE ZONA B MZA O LT 10 CAYMA	
12	HILARES CHALLA RAUL	RAFAEL BELAUNDE ZONA C MZA B LT 4 CAYMA	
13	MAMANI CASTILLO CARMELA	RAFAEL BELAUNDE ZONA C MZA D LT 12 CAYMA	
14	LASTEROS CACERES BERY	RAFAEL BELAUNDE ZONA C MZA C LT 23 CAYMA	
15	CASTRO FACUNDO MERILING	RAFAEL BELAUNDE ZONA C MZA D LT 38 CAYMA	
16	QUISPE VILCA DELIA ORFELINA	RAFAEL BELAUNDE MZA K LT 13 CAYMA	
17	GACHO TURQUI VANESSA	RAFAEL BELAUNDE MZA I LT 11 CAYMA	
18	QUEA QUISPE FRANCISCA	STA ROSA DE LIMA MZA B LT 8 CAYMA	
19	CHAMBI MAMANI LUIS ALFREDO	DEAN VALDIVIA SECTOR 9 MZA B LT 8 CAYMA	
20	FLORES LLACASI ELSA	VIRGEN DE CHAPI MZA U LT 3 CAYMA	
21	CUBA CENTENO VICTORIA	DEAN VALDIVIA SECTOR 9 MZA S LT 15 CAYMA	1.7 km

Fuente: Elaboración propia

Figura 21 Ruta 9-miercoles



Fuente: Elaboración propia

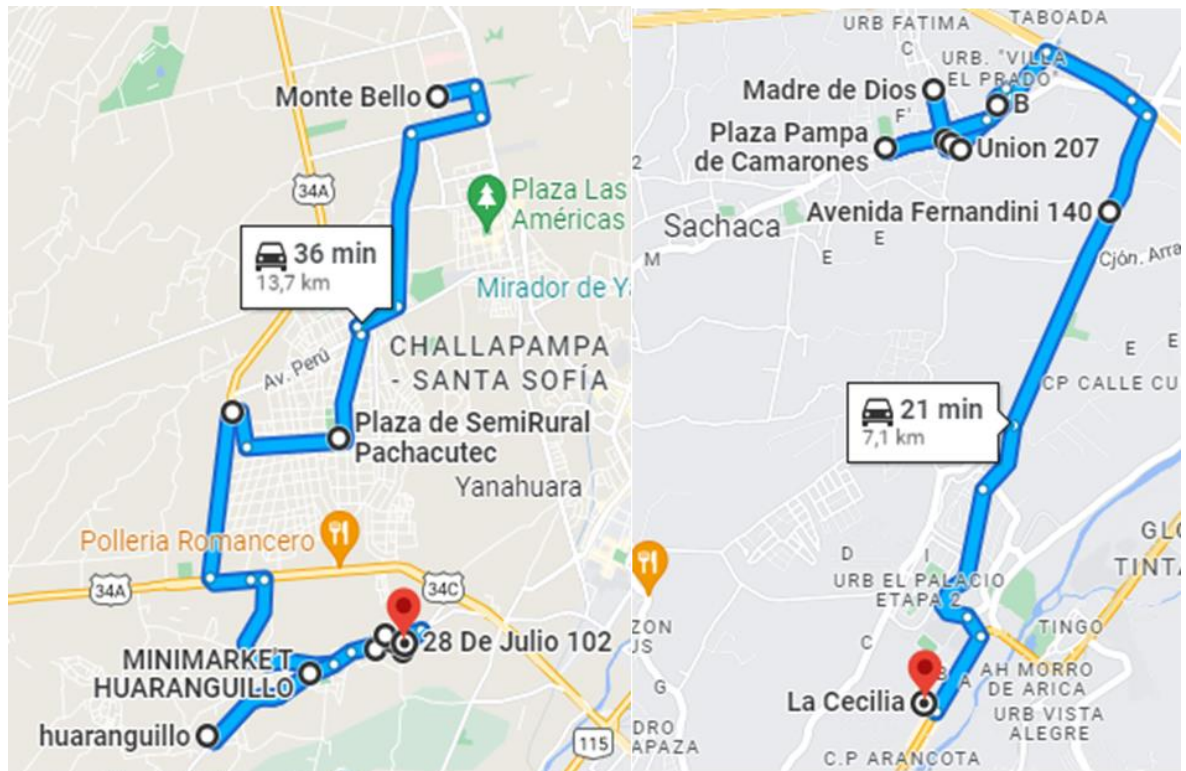
La ruta 10 está conformada por 18 clientes ubicados en Sachaca , de los cuales 3 clientes sus direcciones no están en el mapa de Google, de acuerdo a la tabla 11 y figura 23 que muestra los nodos de ruta

Tabla 11 Ruta 10-miercoles

UNIDAD V6X938			
Nro	Punto	Dirección	Distancia
1	Vito Service	K 11 - URB. MONTE BELLO Cerro Colorado	
2	Depósito	LOTE714 SEMIRURAL PACHACUTEC, CERRO COLORADO, AREQUIPA	4.1 km
3	VEGA CHAVEZ ANGELA	PJE TARAPACA 104 HUARANGUILLO SACHACA	10.3 km
4	OLLANCAYA ZAPATA DEYSI	RESIDENCIAL HUARANGUILLO MINIMARKET AV PROGESO S/N SACHACA	4.3 km
5	VELASQUEZ ARISTA SHEILA	AV PROGRESO 206 HUARANGUILLO SACHACA	
6	TALAVERA BARRIOS MADELEINE	AV LAS ROSAS 105 PAMPA DE CAMARONES SACHACA	1.2 km
7	RODRIGUEZ DE VALDIVIA TORIBIA	AV BRASIL 407 PAMPA DE CAMARONES SACHACA	800 m
8	PERCA CHAVEZ MAURA YSELA	AV BRASIL 313 PAMPA DE CAMARONES SACHACA	47 m
9	TALAVERA BARRIGA NILDA	CL LOS CLAVELES 104 PAMPA DE CAMARONES SACHACA	
10	GONZALES DE AMADO NOEMI	AV UNION 308 PAMPA DE CAMARONES SACHACA	
11	MEZA GONZALES CARMEN	AV 28 DE JULIO 102 SACHACA	100 m
12	MACHACA QUISPE DE VASQUEZ	AV UNION 207 PAMPA DE CAMARONES SACHACA	34 m
13	MEZA GONZALEZ ANA	CL LOS LIRIOS 102 PAMPA DE CAMARONES SACHACA	97 m
14	ALARCON ROJAS JOHANNA INGRID	CL MADRE DE DIOS MZA D LT 6 SACHACA	2.4 km
15	LEON MACHACA ALEXANDER	URB VILLA EL PRADO MZA B LT 7 SACHACA	3 km
16	CHAVEZ MALAGA VICENTE	AV FERNANDINI 140 SACHACA	1.6 km
17	MULTISERVICIOS DELGADO	AV FERNANDINI 137 SACHACA	130 m
18	LINARES SAC RECREO CAMPESTRE LA CAU CAU SRL	AV FERNANDINI 131 SACHACA	500 m
19	PERUVIAN FOOD SALINAS EIRL	AV ARANCOTA DENTRO CHICHARRONERIA CECILIA SACHACA	2.2 km
20	CAYTANO NIETO MABEL	AV ARANCOTA S/N SACHACA COSTADO DE CHICHARRONERIA CECILIA	

Fuente: Elaboración propia

Figura 22 Ruta10-miercoles



Fuente: Elaboración propia

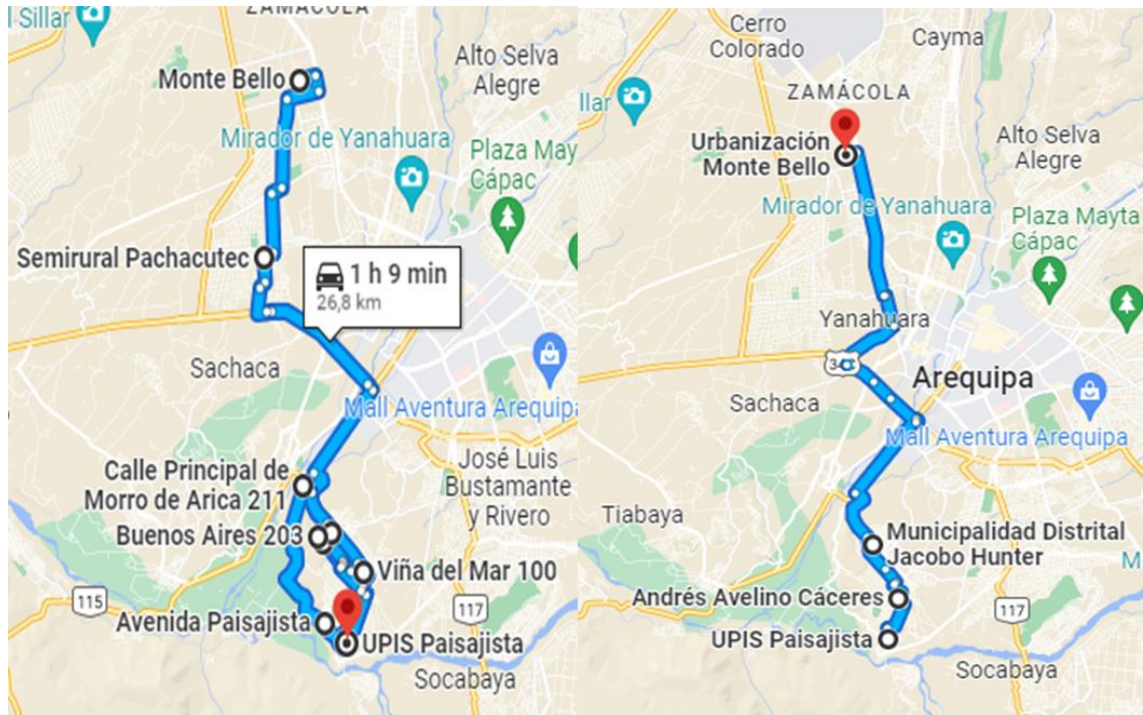
La última ruta del día miércoles es la 11, para el Distrito Jacobo Hunter, con 13 clientes, de estos solo 10 pueden ser ubicados en Google maps como se muestra en la tabla 12 y figura 24.

Tabla 12 Ruta 11-miercoles

UNIDAD	F30896		
Nro	Punto	Dirección	Distancia
1	Vito Service	K 11 - URB. MONTE BELLO Cerro Colorado	11.5 km
2	Depósito	LOTE714 SEMIRURAL PACHACUTEC, CERRO COLORADO, AREQUIPA	4.1 km
3	HUILLCA GARCIA BEATRIZ	AV SAN MARTIN DE PORRES MZA I LT 3 JACOBO HUNTER	8.9 km
4	MINAYA PANUARA SONIA	CL BUENOS AIRES 203 JACOBO HUNTER	1.4 km
5	GARATE PINTO ANA MARIA	CL BUENOS AIRES 309 JACOBO HUNTER	160 m
6	ZAPATA QUENTASI LAURA	AV VIÑA DEL MAR 100 JACOBO HUNTER	1.3 km
7	PUMA CHOQUE MARIA JOSEFINA	CL MORRO DE ARICA 211 JACOBO HUNTER	700 m
8	ZEVALLS FUENTES YOLANDA	AV PAISAJISTA MZA E LT 2 JACOBO HUNTER	3.2 km
9	RAMOS ALVAREZ VILMA	AV TUPAC AMARU MZA LL LT 1 JACOBO HUNTER	3.5 km
10	PORTILLO CAYO TEOFILO	CL EL SOL MZA E LT 20 JACOBO HUNTER	
11	QUISPE DE MAMANI REVECA	CL MARCAVALLE MZA C LT 5 JACOBO HUNTER	
12	MISTER KRLITOS MULTISERVIC SRL	LEON DEL SUR MZA F LT 12 JACOBO HUNTER	
13	CCASA QUISPE ROSA	UPIS PAISAJISTA MZA P LT 18 JACOBO HUNTER	
14	SUMA CHURAPA GRIMALDA	ANDRES AVELINO CACERES MZA D LT 17 JACOBO HUNTER	6.6 km
15	QUISPE QUISPE ROSA	ALBERTO GUILLEN MZA T LT 10 JACOBO HUNTER	4.5 km

Fuente: Elaboración propia

Figura 23 Ruta 11-miércoles



Fuente: Elaboración propia

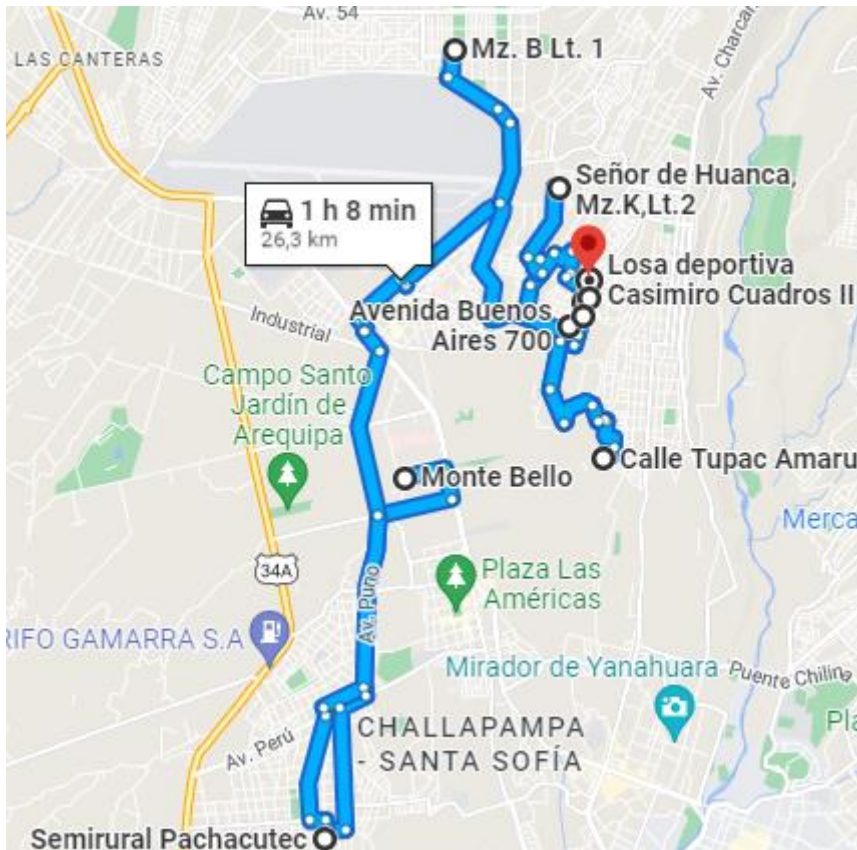
El día jueves se cuenta con 4 rutas, la ruta 12 tiene 19 clientes para entregas, de los cuales 11 direcciones no pueden ser ubicadas en la web del Distrito de Cayma como se refleja en la tabla 13 y figura 25.

Tabla 13 Ruta 12- jueves

UNIDAD	V5L934		
Nro	Punto	Dirección	Distancia
1	Vito Service	K 11 - URB. MONTE BELLO Cerro Colorado	4.3 km
2	Depósito	LOTE714 SEMIRURAL PACHACUTEC, CERRO COLORADO, AREQUIPA	4.1 km
3	TICONA MAMANI RONALD ALONSO	JIRON AYACUCHO MZ B LT 1 CAYMA AREQUIPA	
4	TAIPE ARQUE ELIZABETH	AV JOSE CARLOS MARIATEGUI 505 BUENO AIRES CAYMA AREQUIPA	
5	CHUCHULLO TAIPE BERNABE	AV JOSE CARLOS MARIATEGUI 514 BUENOS AIRES CAYMA AREQUIPA	63 m
6	PAREDES SUAÑA MARILU	AV JOSE CARLOS MARIATEGUI 408 CAYMA AREQUIPA	180 m
7	AQUIMA CHOQUEHUANCA BENITA	CALLE TUPAC AMARU MZA D LT 5CAYMA AREQUIPA	
8	AQUEPUCHO CRUZ MAGALY	LAS MALVINAS 0 MZA R4 LT 2 CAYMA AREQUIPA	
9	QUISPE QUISPE MIGUEL ANGEL	AV AVIACION 700 BUENOS AIRES CAYMA AREQUIPA	
10	ACHO JUCHARICO SEBASTIAN	ASOC VILLA CONTINENTAL MZ L LT 8 CAYMA AREQUIPA	850 m
11	PARI PACARA LIDIA	ASOCI VILLA CONTINENTAL COMITÉ 3 MZA A LT 5 CAYMA AREQUIPA	
12	YUCRA BARRANTES MARIA ROSA	AV HEROES DEL CENEPA MZ B LT 9CAYMA AREQUIPA	
13	QUISPE HUAMAN JESUSA	ASOC VILLA CONTINENTAL MZ Z LT 2 CAYMA AREQUIPA	
14	ROJAS VALDIVIA MILDER GRACIELA	ASOC VILLA CONTINENTAL II ETAPA MZA B LT 1 CAYMA AREQUIPA	
15	TORRES TAYPE OLGA	VILLA CONTINENTAL MZA L LT 10 CAYMA AREQUIPA	
16	LARICO HUARAYA SUSANA ISABEL	URB SEÑOR DE HUANCA COMITÉ 4 MZ J LT 10 CAYMA AREQUIPA	900 m
17	HAMANI PATIÑO NICARCIANA	SEÑOR DE HUANCA SECTOR A MZA A LT 16 CAYMA AREQUIPA	
18	CONDO YLACHOQUE YENY	SEÑOR DE HUANCA MZA I LT 21 CAYMA AREQUIPA	
19	CALISAYA CHIQUE BEATRIZ	ASOC JUAN PABLO II ZONA B MZA 130 LT 8 CAYMA AREQUIPA	
20	CALLA GONZALES LEYDI	JIRON UCAYALI RAMIRO PRIALE 910 CAYMA AREQUIPA	
21	PANIBRA SAMAYANI UBALDINA REYNALDA	URB CASIMIRO CUADROS SECTOR 2 MZA D LT 2 CAYMA AREQUIPA	7.9 km

Fuente: Elaboración propia

Figura 24 Ruta 12- jueves



Fuente: Elaboración propia

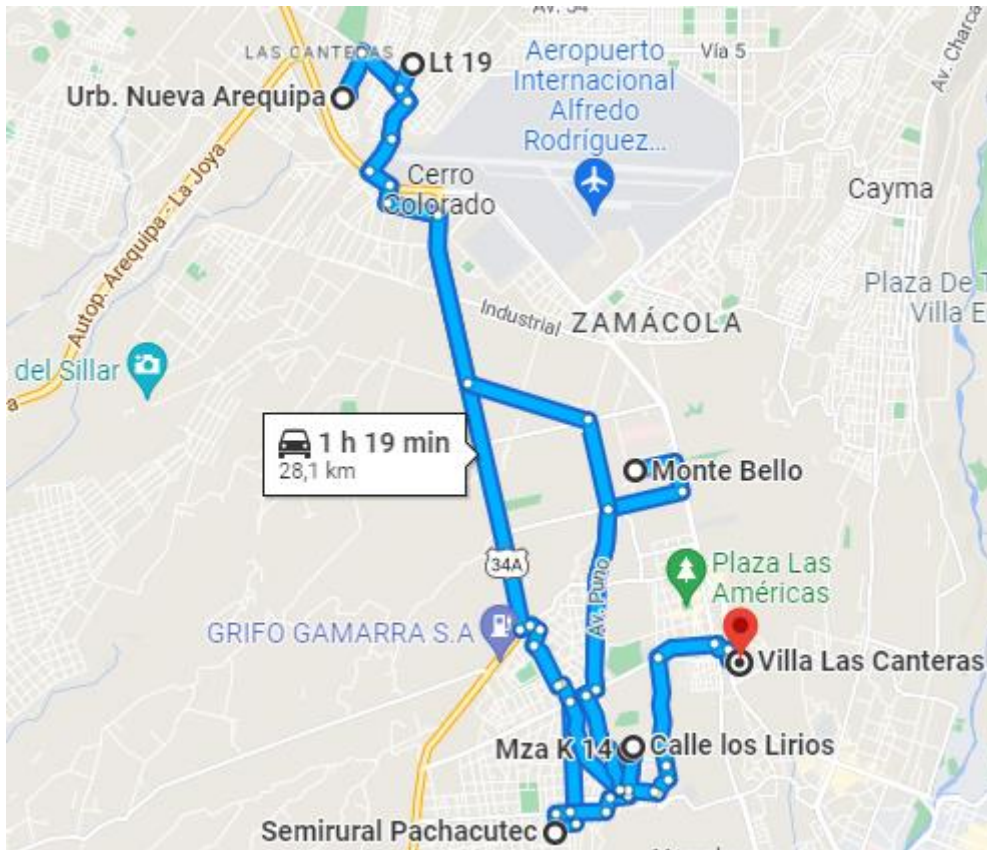
En la tabla 14 se encuentran las 19 direcciones del Distrito Cerro Colorado, ruta 13, de esta solo se pudo ubicar 4 direcciones, por esta razón, la figura 26 solo muestra estas distancias entre clientes.

Tabla 14 Ruta 13- jueves

UNIDAD AFR918			
Nro	Punto	Dirección	Distancia
1	Vito Service	K 11 - URB. MONTE BELLO Cerro Colorado	2.5 km
2	Depósito	LOTE714 SEMIRURAL PACHACUTEC, CERRO COLORADO, AREQUIPA	4.1 km
3	PAREDES DE CAÑAZACA OBDULIA	APTASA MZA K LT 14 CERRO COLORADO	
4	HUAMANI CUSI	ASOC VILLALOBOS AMPUERO MZA A LT 8A CERRO COLORADO	
5	ISABEL DANITZA SAYCO CALLO	ASOC VILLALOBOS AMPUERO MZA A LT 1 CERRO COLORADO	
6	BEATRIZ TICONA RODRIGUEZ	ASOC VILLA LAS CANTERAS ZONA A MZA 550 LT 7 CERRO COLORADO	
7	ESPERANZA MUÑOZ AGUIRRE LUZ	CENTRO INDUSTRIAL LAS CANTERAS MZA G LT 7 CERRO COLORADO	4.3 km
8	MARINA ZARATE HUANCA	NUEVA AREQUIPA MZA A LT 13 CERRO COLORADO	
9	MARCELINO RAMOS MAMANI	NUEVA AREQUIPA MZA A LT 17 CERRO COLORADO	
10	JULIA DINA CAHUANA VILCA	P.J. VILLA SAN JUAN MZA Q LT 8 CERRO COLORADO	
11	MARIBEL QUISPE DE AQUINO	NUEVA AREQUIPA MZA C LT 12 CERRO COLORADO	800 m
12	VICTORIA CAMERO ORTIZ	ASOC JLB Y RIVERO SECTOR 3 MZA D LT 19 CERRO COLORADO	750 m
13	MIRIAM JURIKA HUAMANI CONSO	TRANSOCEANICA MZA L LT 3 CERRO COLORADO	10.1 km
14	AYDE TACO HAYTA DENIS	TRANSOCEANICA MZA G LT 8 CERRO COLORADO	
15	SILVIA APAZA LOPEZ	ASOC JLB Y RIVERO MZA B LT 16 CERRO COLORADO	
16	SATURNINA QUISPE CHAMBI	ASOC JLB Y RIVERO MZA 2 LT 18 CERRO COLORADO	
17	RUFINA ALARCON APAZA	ASOC JLB Y RIVERO MZA C LT 10 CERRO COLORADO	
18	MARTHA DINA ELIZA BAKERY SRL	CIUDAD MUNICIPAL ZONA 7 MZA X LT 5 CERRO COLORADO	
19	IQUIAPAZA VILCA DE	EDUARDO DE LA PINELA MZA I LT 13 CERRO COLORADO	
20	ALEJO SERAFINA VILCA DOMINGA	EDUARDO DE LA PINELA MZA I LT 14 CERRO COLORADO	
21	IQUIAPAZA PAPA GALLO	VILLA LAS CANTERAS MZA N LT 1 CERRO COLORADO	
	RESTAURANTE POLLERIA SRL		

Fuente: Elaboración propia

Figura 25 Ruta 13- jueves



Fuente: Elaboración propia

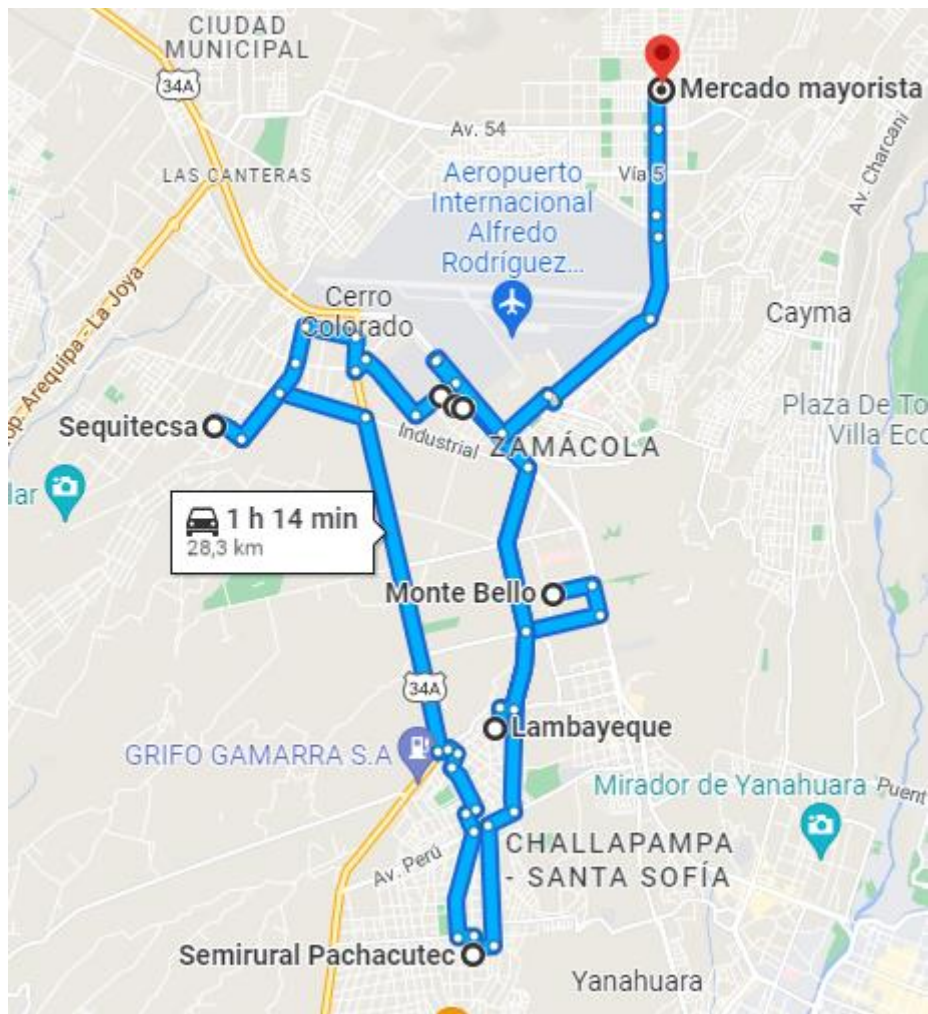
La ruta 14 dirigida al Distrito de Cerro Colorado con 19 clientes a realizar entregas como se muestra en la tabla 15. De 11 clientes no pueden ser ubicados en el mapa por no estar bien escritas ya que son en el mercado del Señor de los milagros. Los puntos de ubicación son dibujados, pero sin distancias, ver figura 27.

Tabla 15 Ruta 14- jueves

UNIDAD Nro	V6X938 Punto	Dirección	Distancia
1	Vito Service	K 11 - URB. MONTE BELLO Cerro Colorado	3.5 km
2	Depósito	LOTE714 SEMIRURAL PACHACUTEC, CERRO COLORADO, AREQUIPA	4.1 km
3	APAZA QUISPE FIDELIA	AV TUMBES MZA Y LT 6 RIO SECO CERRO COLORADO	5.6 km
4	ALEJANDRINA CHOQUEHUANCA CUTIPA FATIMA DEL ROSARIO	AV TUMBES MZA Y LT 2A CERRO COLORADO	
5	ROSAS HALLASI ERNESTO RAFO	CL TACNA 104 RIO SECO CERRO COLORADO	
6	CHOQUEHUANCA HUAMANI DOROTEA	CL LAMBAYEQUE 303 CERRO COLORADO	3.5 km
7	CONDORI PEÑALOZA	CL ICA 113 RIO SECO CERRO COLORADO	4 km
8	GLORIA BENITA CUEVA IDME	CL LAMBAYEQUE MZA N LT 15 RIO SECO CERRO COLORADO	450 m
9	MARIA ROSA PEÑALOZA HUAMAN LIZ MILAGROS	CL MADRE DE DIOS MZA U LT 8 RIO SECO CERRO COLORADO	
10	LLOSA COSI KELLY ROXANA	AV AMAZONAS MZA L LT 5 RIO SECO CERRO COLORADO	
11	SUAÑA DE COLQUEHUANCA EPIFANIA	CL AMAZONAS MZA F LT 2 RIO SECO CERRO COLORADO	3 km
12	HUILLCA RADO URBANA	AV LORETO MZA C LT 6 CERRO COLORADO	
13	MAMANI MAYTA MARCELINA	MERCADO SEÑOR DE LOS MILAGROS CERRO COLORADO	
14	ALA SUNI DAMIANA	MERCADO SEÑOR DE LOS MILAGROS CERRO COLORADO	
15	ALA HANCONEIRA CIRILA	MERCADO SEÑOR DE LOS MILAGROS CERRO COLORADO	
16	HUAYHUA CONDORI FELIPE	MERCADO SEÑOR DE LOS MILAGROS CERRO COLORADO	
17	ZEA HUARACCALLO LIVIA MELINA	MERCADO SEÑOR DE LOS MILAGROS CERRO COLORADO	
18	CANO QUISPE PASCUAL	MERCADO SAGRADO CORAZON KM 1.5 CERRO COLORADO	
19	CHUQUICONDOR LUQUE SONIA ROSIO	MERCADO METROPOLITANO RIO SECO CERRO COLORADO	
20	CCUITO MAMANI CASILDA CLEOFE	MERCADO METROPOLITANO RIO SECO CERRO COLORADO	
21	ARENAS CCANCCAPA JORGE DANY	MERCADO ASOC ILAVE 606 MERCADO METROPOLITANO CERRO COLORADO	

Fuente: Elaboración propia

Figura 26 Ruta 14- jueves



Fuente: Elaboración propia

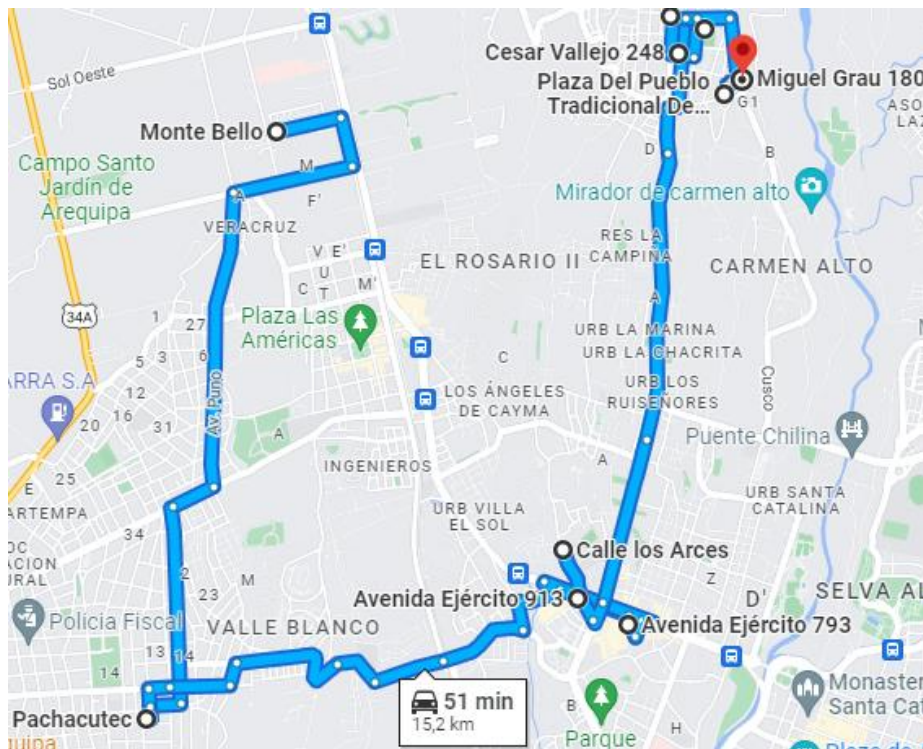
La ruta 15 es dirigida al Distrito Cayma con 16 clientes, de los cuales 4 direcciones no son de fácil ubicación por no aparecer en el mapa, dificultando conocer las distancias como se muestra en la figura 28 y tabla 16.

Tabla 16 Ruta 15-jueves

UNIDAD Nro	F3O896 Punto	Dirección	Distancia
1	Vito Service	K 11 - URB. MONTE BELLO Cerro Colorado	
2	Depósito	LOTE714 SEMIRURAL PACHACUTEC, CERRO COLORADO, AREQUIPA	4.1 km
3	CAJONES PERUANOS SRL	AV EJERCITO 793 CAYMA	
4	SIERRA AMPATO EIRL	CL MIGUEL GRAU 500 MZA K LT 8 CAYMA	
5	CONDORI TITO EDGAR	CL LOS ARCES 3216 CAYMA POLLERIA PYG	
6	CHOQUE TICONA CANDELARIA	AV EJERCITO 913 CAYMA	7.7 km
7	HUAMANI CHAVEZ NANCY EDITH	JR CAL GENERAL VARELA 592 CAYMA	
8	CANO MANZANEDA VIRGINIA	CL UNION 280 ACEQUIA ALTA CAYMA	
9	SANZ ZEGARRA RICARDO	AV CESAR VALLEJO 248 C CAYMA	6 m
10	ALFREDO CONDORI CHAMBI	AV RAMON CASTILLA 801 CAYMA	260 m
11	KATHERINE BARRIOS HUARCA IBETH MADELEY	CL CESAR VALLEJO 248 CAYMA	260 m
12	BERNAL GIRON DE MEDINA EVA	CL UNION 181 ACEQUIA ALTA CAYMA	450 m
13	RODRIGUEZ PINTO KATHERIN	CALLE JUAN MANUEL POLAR 215 ACEQUIA ALTA CAYMA	
14	MALQUI PAULINO SOLEDAD	CL JUAN MANUEL POLAR MZA X LT 21A CAYMA	
15	HUILLCA SUCA SANDRA	AV MIGUEL GRAU 180 CAYMA	200 m
16	MORAN GUTIERREZ WENDY	CL GRANDE 200 SR DE LA CAÑA CAYMA	4.6 km
17	HUARCA CHOQUEHUANCA ZENON	CL MELGAR 401 CAYMA	1.7 km
18	ALVAREZ HUARACALLO JESSICA	CL CUZCO MZA A LT 4 CAYMA	

Fuente: Elaboración propia

Figura 27 Ruta 15-jueves



Fuente: Elaboración propia

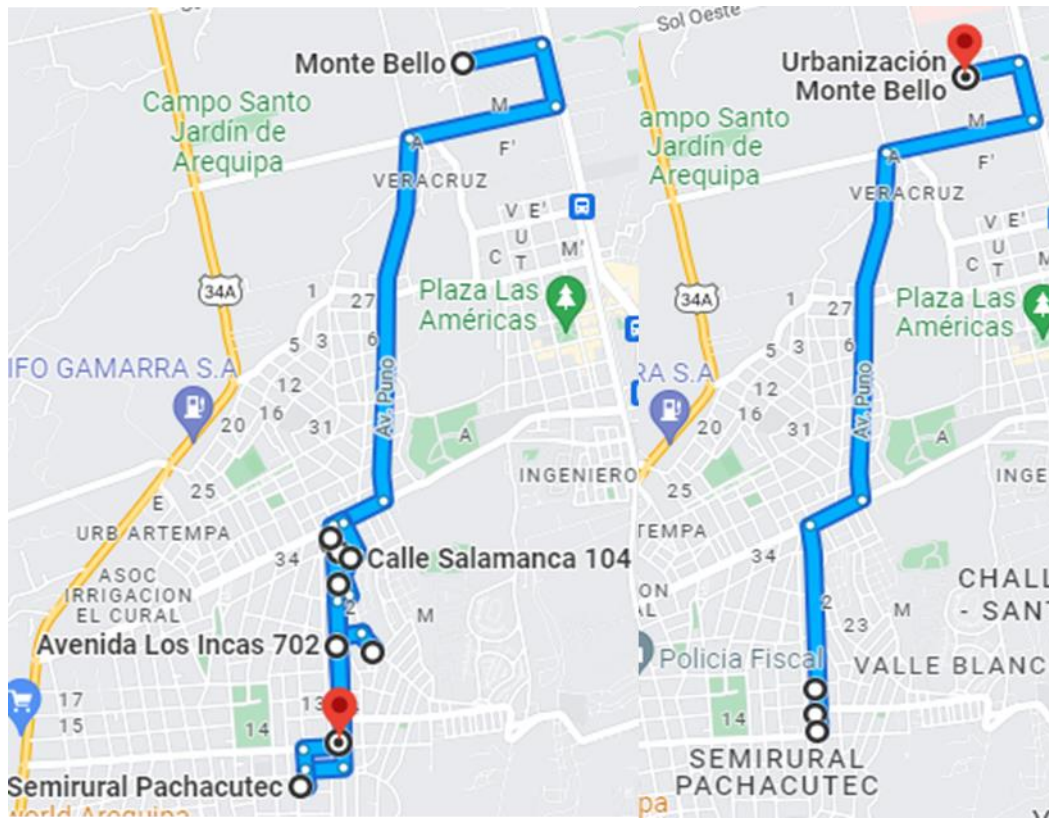
Los viernes se tienen 3 rutas asignadas. La ruta 16 esta asignada para el “Distrito Cerro Colorado” con 18 clientes, de los cuales 7 no pueden ser ubicados en el GPS y el chofer conoce por referencia, como se muestra en la tabla 15 y figura 29.

Tabla 17 Ruta 16- viernes

UNIDAD	V5L934		
Nro	Punto	Dirección	Distancia
1	Vito Service	K 11 - URB. MONTE BELLO Cerro Colorado	4.3 km
2	Depósito	LOTE714 SEMIRURAL PACHACUTEC, CERRO COLORADO, AREQUIPA	4.1 km
3	MERMA QUISPE AGRIPINA	AV. FRANCISCO PIZARRO MZ S LT 2 SEMI RURAL PACHACUTEC CERRO COLORADO, AREQUIPA	
4	ROJAS CHOQUEHUANCA NANCY	AV GARCILAZO DE LA VEGA 600 CERRO COLORADO AREQUIPA	
5	ROJAS CHOQUEHUANCA SARA LUCY	AV. LOS INCAS 702 CERRO COLORADO AREQUIPA	250 m
6	BERNAL HUARACHA CANDELARIA	AV LOS INCAS 101 CERRO COLORADO AREQUIPA (RESTAURANT DEL PEREJIL)	400 m
7	YUCRA POCOHUANCA MILAGROS LOURDES	CALLE SALAMANCA 104 CERRO COLORADO AREQUIPA	170 m
8	PACHECHO ALVAREZ DENIS JUAN	AV PERU COMITÉ 11 GARCILAZO DE LA VEGA 108 TUPAC AMARU CERRO COLORADO AREQUIPA	
9	RIVERA FLORES SABINO	CALLE TUPAC AMARU MZ E LT 217 LA LIBERTAD CERRO COLORADO AREQUIPA	
10	BELLIDO SUCAPUCA EUSTAQUIO	CALLE JOSE OLAYA 106 MZ G LT 9 TUPAC AMARU CERRO COLORADO AREQUIPA	
11	FARFAN HUAMANI ALICIA PAOLA INES	AV PERU COMITÉ 10, ALTO LIBERTAD 305 CERRO COLORADO AREQUIPA	
12	CUTIRE DELGADO MIGUEL	AV MI PERU 321 TUPAC AMARU CERRO COLORADO AREQUIPA	
13	HIRPANOLCA OSNAYO RONAL EDMUNDO	AV LOS INCAS 100 SEMI RURAL PACHACUTEC CERRO COLORADO AREQUIPA	
14	HUARCA LOPEZ FABIAN ALBERTO	AV LOS INCAS 102B SEMI RURAL PACHACUTEC CERRO COLORADO AREQUIPA	27 m
15	DEL CARPIO ROMERO ROSALIA FIDELIA	AV LOS INCAS 109 CERRO COLORADO AREQUIPA (FRENTE AVICOLA ROSARIO)	190 m
16	SAYAVERDE GUTIERREZ YNDERA SANDRA	AV LOS INCAS 113 MARISCAL CASTILLA CERRO COLORADO AREQUIPA	
17	BEJARANO FLORES REYNA	AV REPUBLICA DEL PERU MZ 10 LT 4 PACHACUTEC ZONA B CERRO COLORADO AREQUIPA	
18	PILCO GUTIERREZ MARISOL	AV LOS INCAS 509 SEMI RURAL PACHACUTEC CERRO COLORADO AREQUIPA	1.3 km
19	PUMAHUANCA GONZALES JANNY EDITH	AV LOS INCAS 518 MZ 11 LT 4C SEMI RURAL PACHACUTEC CERRO COLORADO AREQUIPA	88 m

Fuente: Elaboración propia

Figura 28 Ruta 16- viernes



Fuente: Elaboración propia

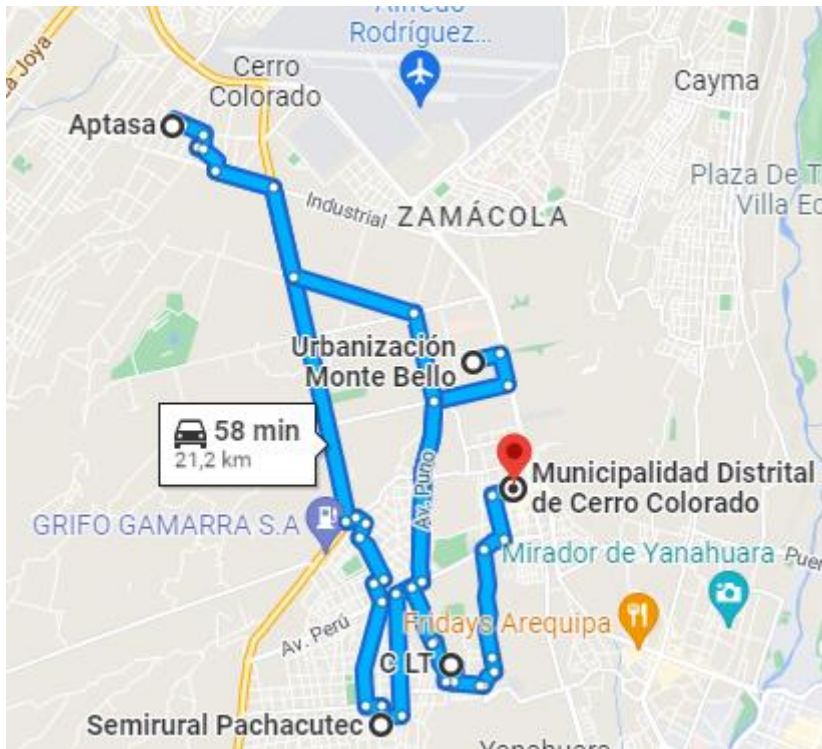
La ruta 17 cuenta con 19 clientes del “Distrito de Cerro Colorado” con 17 direcciones sin ubicación en el Google maps y son de ubicación referencial por el mismo chofer, como se presenta en la figura 30 y tabla 18.

Tabla 18 Ruta 17- viernes

UNIDAD	AFR918		
Nro	Punto	Dirección	Distancia
1	Vito Service	K 11 - URB. MONTE BELLO Cerro Colorado	
2	Depósito	LOTE714 SEMIRURAL PACHACUTEC, CERRO COLORADO, AREQUIPA	4.1 km
3	AVALOS MAMANI EDGAR	APTASA K18 PARQUE INDUSTRIAL RIO SECO CERRO COLORADO AREQUIPA	8.3 km
4	PAREDES DE CAÑAZACA OBDULIA	APTASA K 14 PARQUE INDUSTRIAL RIO SECO CERRO COLORADO AREQUIPA	850 m
5	GOMEZ TACA LUISA	ASOCIACION CUARENTENARIA MZA C LT 1 CERRO COLORADO AREQUIPA	
6	ANCI MARHUIRE MARISOL	AV PERU ARBO BOLIVIA MZA C LT 1 CERRO COLORADO AREQUIPA	
7	HERNANDEZ DE APAZA BERTHA	PERU ARBO MZA O LT 4 CERRO COLORADO	
8	CCAPA CHUCTAYA DOLORES	LA CUARENTENARIA 0 MZA A LT 6 CERRO COLORADO	
9	PARI HUANCA ANGELA	NUEVA AREQUIPA MZA B LT 15 CERRO COLORADO	
10	BELLIDO RAMOS DE CANO FLORENCIA	NUEVA AREQUIPA MZ C LT 9 CERRO COLORADO	
11	CAHUANA VILCA MARIBEL	P.J. VILLA SAN JUAN MZA O LT 8 CERRO COLORADO	
12	TICONA RODRIGUEZ ESPERANZA	ASOCIACION VILLA CANTERAS MZA 550 LT 7 CERRO COLORADO	
13	JIHUALLANCA APAZA MIGUELINA	CIUDAD MUNICIPAL ZONA 4 MZA C LT 11 CERRO COLORADO	
14	TURPO CHOQUE MERCEDES	CIUDAD MUNICIPAL ZONA 4 MZA G LT 23 CERRO COLORADO	2.8 km
15	ELIZA BAKERY SRL	CIUDAD MUNICIPAL ZONA 7 MZA X LT 5 CERRO COLORADO	
16	VILCA GUTIERREZ BENEDICTA	CIUDAD MUNICIPAL ZONA 3 MZA E LT 12 CERRO COLORADO	
17	CHUCTAYA CRUZ MARIA ROSIO	EDUARDO DE LA PINELLA MZA C LT 2 CERRO COLORADO	
18	HUAMANI CHOQUE JUSTINA	EDUARDO DE LA PINELLA MZA G LT 7 CERRO COLORADO	
19	BALDOMERA IQUIAPAZA VILCA DE ALEJO SERAFINA	EDUARDO DE LA PINELA MZA I LT 13 CERRO COLORADO	
20	VILCA DOMINGA IQUIAPAZA	EDUARDO DE LA PINELA MZA I LT 14 CERRO COLORADO	
21	HUAMANQUISPE CUTIRI SABINA	EDUARDO DE LA PINELA MZA C LT 14 CERRO COLORADO	

Fuente: Elaboración propia

Figura 29 Ruta 17- viernes



Fuente: Elaboración propia

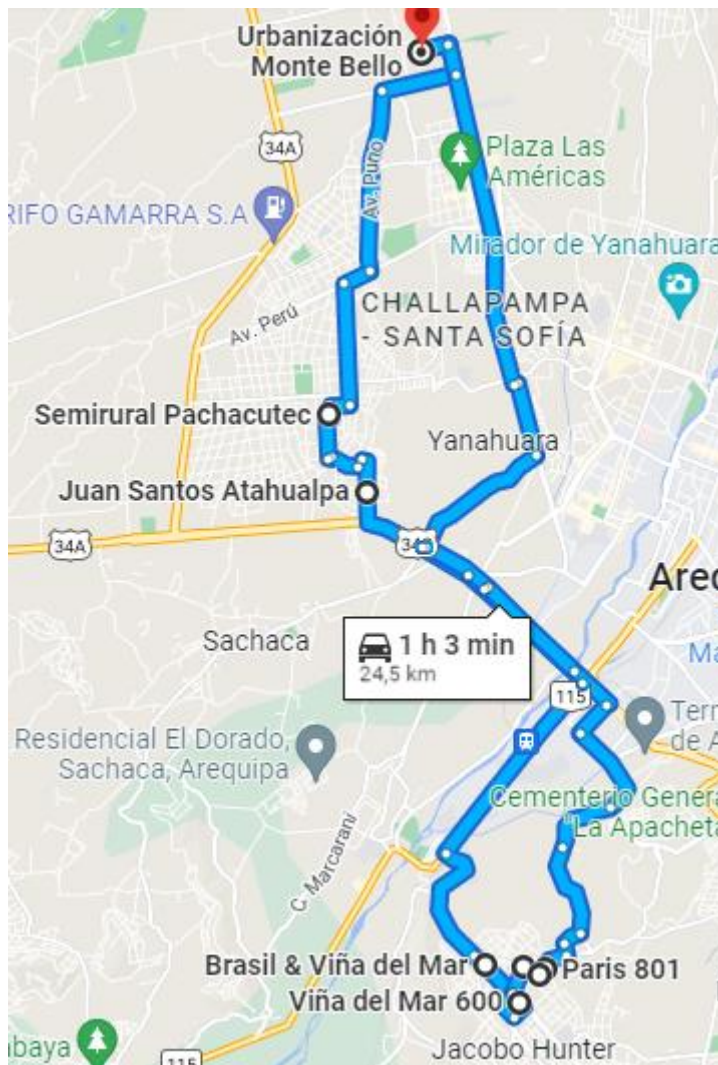
La tabla 19 y figura 31 presentan la ruta 18 con 19 clientes ubicados en “Distrito de Cerro Colorado”, con 5 direcciones ubicables, las restantes son ubicadas por el conocimiento de la zona del chofer asignado.

Tabla 19 Ruta 18- viernes

UNIDAD	V6X938		
Nro.	Punto	Dirección	Distancia
1	Vito Service	K 11 - URB. MONTE BELLO Cerro Colorado	
2	Depósito	LOTE714 SEMIRURAL PACHACUTEC, CERRO COLORADO, AREQUIPA	4.1 km
3	CARDENAS	JR CALLE LETICIA 111 JOSE SANTOS	1.1 km
4	LUCHA IRMA	ATAHUALPA CERRO COLORADO	
5	PANCA	JOSE CARLOS MARIATEGUI MZA U LT 15	
6	BARRIENTOS	JOSE SANTOS ATAHUALPA CERRO	
7	GIOVANNA	COLORADO	
8	CCORA CHIPANA	JOSE CARLOS MARIATEGUI MZA X LT 9 J.S. ATAHUALPA CERRO COLORADO	
9	DURAND	CL LETICIA MZA Q LT 15 J.S. ATAHUALPA	
10	ROMERO	CERRO COLORADO	
11	IDME AMANQUI	CL LETICIA MZA R LT 1 J.S. ATAHUALPA	
12	ALJA	CERRO COLORADO	
13	TEODONCIA		
14	MAMANI	MICAELA BASTIDAS MZ D LT 9 J.S.	
15	HUARAYA	ATAHUALPA CERRO COLORADO	
16	LAUREANA		
17	VIZCARDO	CL MANTARO MZ G LT 11 CERRO	
18	ROSAS JAVIER	COLORADO	
19	ARIAS DE	AV JOSE SANTOS ATAHUALPA MZA V LT 19	
20	MORALES	CERRO COLORADO	
21	ELIODORA		
22	PANCA	CL MIGUEL GRAU MZA A LT 3 J.S.	
23	BARRIENTOS	ATAHUALPA CERRO COLORADO	
24	NORMA REBECA		
25	CAYHUA	AV ABANCAY MZA C LT 6JA COBO HUNTER	
26	LLANQUECHA		
27	JOSE		
28	FRANCISCO		
29	QUISPE TAPARA	JR CAL NICARAGUA N 403 JACOBO HUNTER	
30	LUCIA		
31	MEDINA	MERCADO VICTORIA CORZO JACOBO	
32	LLAMOSAS JOSE	HUNTER	
33	LUIS		
34	FLORES MAMANI	AV ITALIA 505 JACOBO HUNTER	
35	ELARD		
36	PANCCA QUISPE	AV VIÑA DEL MAR ESQ BRASIL 515 JACOBO	
37	CARMEN	HUNTER	
38	TEODORA		
39	ARAPA CANAZA	AV BRASIL ESQ VIÑA DEL MAR 600 JACOBO	
40	RUBEN ALVARO	HUNTER	
41	SOLANO DE	AV PARIS 423 JACOBO HUNTER	
42	MONTAÑA JUANA		
43	MAMANI	AV PARIS 425 JACOBO HUNTER	
44	HUARACHA		
45	BACILIA		
46	VILLARUEL VILCA	CL NICARAGUA 100 JACOBO HUNTER	
47	YULIANA		
48	CHAMBILLA	AV PARIS 801 JACOBO HUNTER	
49	ZAMATA DANTE		

Fuente: Elaboración propia

Figura 30 Ruta 18- viernes



Fuente: Elaboración propia

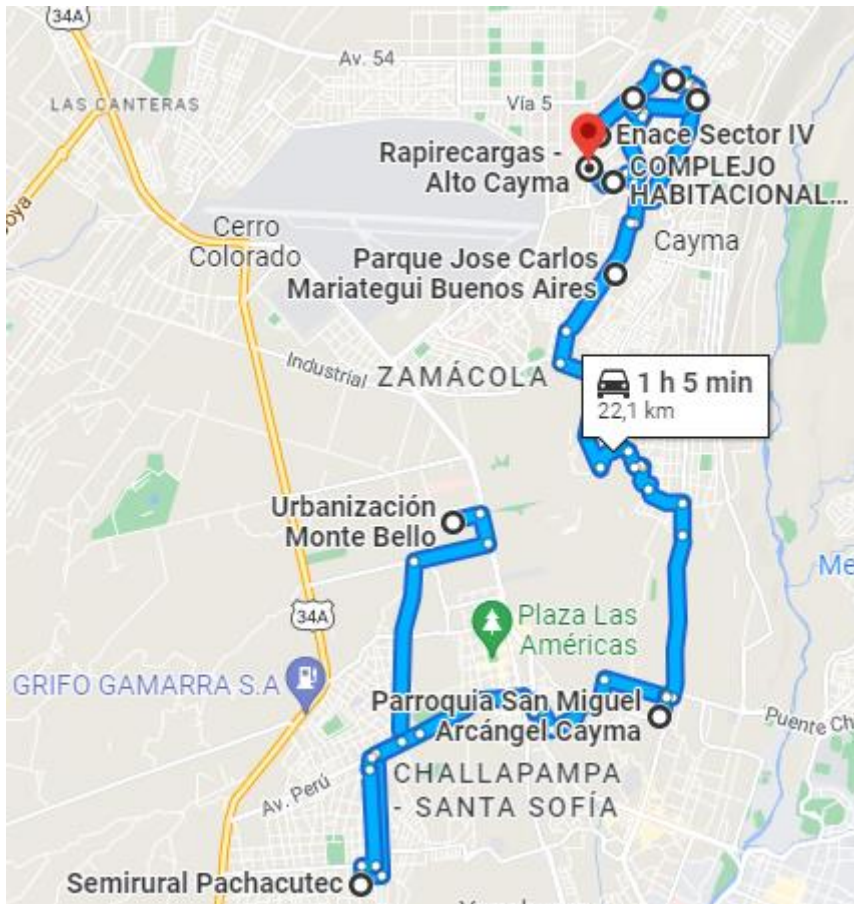
El día sábado cuenta con 4 rutas. La ruta 19 que se presenta en la figura 32 y tabla 20, tiene 15 clientes ubicados entre “ los distritos cerro colorado y Cayma”. Existen cinco direcciones que son referenciales por no estar en el GPS.

Tabla 20 Ruta 19- sábado

UNIDAD	V5L934		
Nro	Punto	Dirección	Distancia
1	Vito Service	K 11 - URB. MONTE BELLO Cerro Colorado	
2	Depósito	LOTE714 SEMIRURAL PACHACUTEC, CERRO COLORADO, AREQUIPA	4.1 km
3	CALISAYA CHOQUE BEATRIZ	ASOCIACION JUAN PABLO II ZONA B MANZANA 130 LT 8 ALTO CAYMA AREQUIPA	
4	CUCHO HUAYNACHO FRANCISCA	JOSE CARLOS MARIATEGUI MZA H LT 9 CASIMIRO CUADROS CAYMA AREQUIPA	
5	PACHECO TORIBIO YOLANDA	AV UPIS MZA O LOTE 11 CAYMA AREQUIPA	
6	TURPO ESPERILLA SHIRLEY ROSA	AV JOSE CRLOS MARIATEGUI ZONA B MZA G LT 12 CAYMA AREQUIPA	
7	RIVERA DIAZ MILAGROS	UPIS 19 DE ENERO MZA J LT 8 CAYMA AREQUIPA	
8	HOLGUIN MERMA EMILIANA	UPIS 19 DE ENERO MZ K LT 1 CAYMA AREQUIPA	
9	CHUCTAYA CORDOVA JUAN	URB JOSE CARLOS MARIATEGUI MZ H LT 11 CAYMA AREQUIPA	
10	MAMANI MAMANI DORIS	AAHH SAN MIGUEL MZZA C LT 4 CAYMA AREQUIPA	5.7 km
11	NEGRON QUIÑA GREGORIA	JOSE CARLOS MARIATEGUI ZONA B MZA B LT 10 CAYMA AREQUIPA	5.6 km
12	SAMALLOA QUISPE PAULINA	AV DEAN VALDIVIA SECTOR 5 O 26 CAYMA AREQUIPA	1.1 km
13	PARI PARI YSABEL	SECTOR 4 MZA J LT 10 CAYMA ENACE AREQUIPA (POLLERIA EL CHINITO)	1.2 km
14	SUPO CCAMA JULIA	DEAN VALDIVIA MZA B12 LT 11 ALTO CAYMA AREQUIPA (RESTAURANT SUMAC)	1.3 km
15	RAMOS CANCHIS MERY	DEAN VALDIVIA SECTOR 13 MZA G LT 7 ENACE CAYMA AREQUIPA (RESTAURANT MARICITA)	300 m
16	SALAZAR TRUJILLO CLAUDIA MILAGROS	COMPLEJO DEAN VALDIVIA SECTOR O MZA N LT 11 CAYMA AREQUIPA	1.7 km
17	CALLA GONZALES LEYDI	JIRON UCAYALI RAMIRO PRIALE 910 CAYMA AREQUIPA	8.8 km

Fuente: Elaboración propia

Figura 31 Ruta 19- sábado



Fuente: Elaboración propia

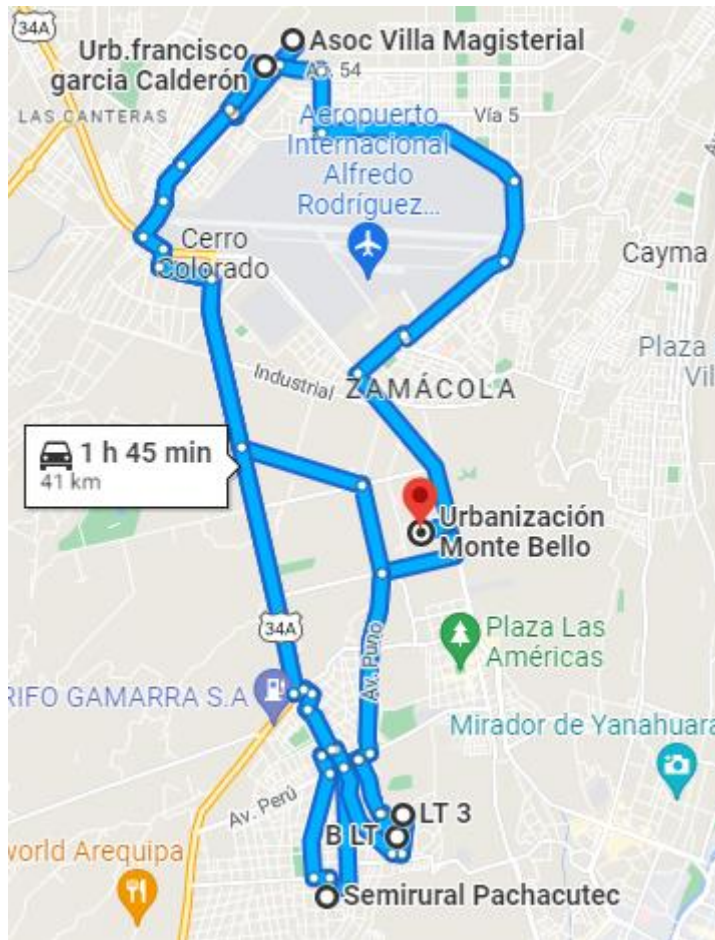
En la ruta 20 se realizan 19 entregas con direcciones ubicables por el chofer por su conocimiento de la zona del “Distrito Cerro Colorado”, tal como se presenta en la tabla 21 y figura 33.

Tabla 21 Ruta 20- sábado

UNIDAD	AFR 918		
Nro	Punto	Dirección	Distancia
1	Vito Service	K 11 - URB. MONTE BELLO Cerro Colorado	
2	Depósito	LOTE714 SEMIRURAL PACHACUTEC, CERRO COLORADO, AREQUIPA	4.1 km
3	GONZALES AQUUEPUCHO JOSE	ASOC. VILLA MAGISTERIAL MZA D LT 11 CERRO COLORADO	
4	FLORES VARGAS DIANA CAROLINA	ASOCIACION LAS FLORES ZONA 3 MZA I LT 12 CERRO COLORADO	
5	SANCA BALLON YESIKA RUTH	ASOCIACION LAS FLORES MZA L LT 1 CERRO COLORADO	
6	PAUCAR QUISPE FELICITAS RUFINA	LAS FLORES ZONA 2 MZA B LT 13 CERRO COLORADO	
7	CHIJA YAPO CESAR JESUS	LAS FLORES ZONA 3 MZA K LT 1 CERRO COLORADO	
8	CASA CCOTO NOEMI RUT	LAS FLORES ZONA 2 MZA D LT 14 CERRO COLORADO	
9	HUERTA TICONA FELIPE	LAS FLORES ZONA 1 MZA F LT 6 CERRO COLORADO	
10	CHAVEZ CASTRO VILMA SOLEDAD	LAS FLORES ZONA 1 MZA K LT 3 CERRO COLORADO	
11	MAMANI BUSTINCIO AGUSTINA	FRANCISCO GARCIA CALDERON ZONA 1 MZA C LT 10 CERRO COLORADO	
12	FERNANDEZ PEREZ BASILIA	LAS FLORES ZONA 1 MZA J LT 10 B CERRO COLORADO	
13	HUISA PACCO DE RODRIGO FILOMENA	ASOCIACION ANDRES AVELINO CACERES MZA B LT 1 CERRO COLORADO	
14	HUALLPA MASCA EDILBERTHA	ASOCIACION ANDRES AVELINO CACERES MZA K LT 13 CERRO COLORADO	
15	CAHUANA VASQUEZ ZULEMA	ASOC ANDRES AVELINO CACERES MZA L LT 6 CERRO COLORADO	
16	VILCAHUAMAN FLORES GLORIA	ASOC ANDRES AVELINO CACERES MZA R LT 2 CERRO COLORADO	
17	AMADO DAZ DE VERA CLAVIA VICTORIA	ASOC FRANCISCO GARCIA CALDERON MZA H LT 13 CERRO COLORADO	
18	CONDORI VILCA DE HUARCA PAULA ROBERTA	AV VILLA MAGISTERIAL MZA H LT 1 CERRO COLORADO	
19	BENAVENTE SALCEDO ANTONIA	AV FRANCISCO GARCIA CALDERON MZA I LT 16 CERRO COLORADO	
20	CHOQUEHUANCA MAMANI JULIO DIEGO	AV FRANCISCO GARCIA CALDERON MZA I LT 12 CERRO COLORADO	
21	ANAHUA RAMOS JOSE RAUL	AV FRANCISCO GARCIA CALDERON MZA G LT 4 CERRO COLORADO	

Fuente: Elaboración propia

Figura 32 Ruta 20- sábado



Fuente: Elaboración propia

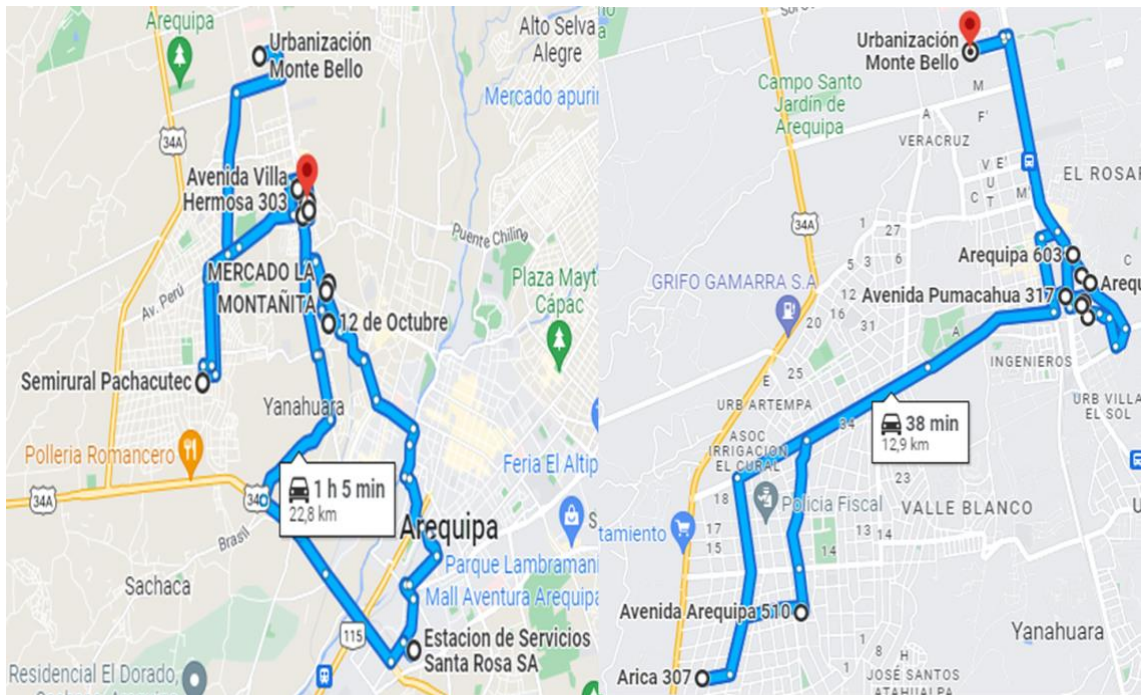
La ruta 21 también cubre el “Distrito Cerro Colorado, cuenta con 19 clientes de los cuales cuatro las ubica el chofer por conocer la zona por sus visitas semanales, como se plasma en la tabla 22 y la figura 34.

Tabla 22 Ruta 21 - sábado

UNIDAD	V6X938		
Nro	Punto	Dirección	Distancia
1	Vito Service	K 11 - URB. MONTE BELLO Cerro Colorado	1.7 km
2	Depósito	LOTE714 SEMIRURAL PACHACUTEC, CERRO COLORADO, AREQUIPA	4.1 km
3	MAWI SERVICIOS GENERALES SAC	CL VILLA HERMOSA 116A CERRO COLORADO	3.1 km
4	PACHECO LIZARRAGA DEYSI	CL VILLA HERMOSA 303 CERRO COLORADO	230 m
5	CHURO DE TORRES HIPOLITA	URB 12 DE OCTUBRE MZA H LT 1 CERRO COLORADO	300 m
6	LIMA ANCCO GLORIA VICTORIA	12 DE OCTUBRE MZA E LT 29 CERRO COLORADO	
7	VEGA AROTAYPE LEONCIA VERONICA	CL SAN JOSE 115 MERCADO LA MONTAÑITA CERRO COLORADO	
8	COMERCIALIZADORA SIERRA SAC	AV EJERCITO 611 CERRO COLORADO	1.1 km
9	SOTO DIAZ BETTY BRENDA	SANTA ROSA DE LIMA ZA R LT 16 CERRO COLORADO	4.6 km
10	CCACYAHUILLCA ALA MARISOL	URB ALBORADA MZA D LT 3 CERRO COLORADO	
11	CHOQUE GUSTINCE JOCELYN	AV PUMACAHUA 202 CERRO COLORADO	
12	LEIVA MAMANI NORMA	AV PUMACAHUA 317 B CERRO COLORADO	550 m
13	ALVAREZ CHAVEZ CARMEN LUCIA	SALAMANCA 301 CERRO VIEJO CERRO COLORADO	3.1 km
14	GUTIERREZ HUAYLAZO BRANDO	CL SALAMANCA 302 CERRO COLORADO	100 m
15	ZEGARRA FUENTES LESLI	AV AREQUIPA 328 CERRO VIEJO CERRO COLORADO	
16	PELAEZ PELAEZ PAREJA MARIA	CAL AREQUIPA 321 CERRO VIEJO CERRO COLORADO	
17	RIVERA DE PUMACOTA JULIA	CL AREQUIPA 411 CERRO COLORADO	300 m
18	CARDENAS ORTIZ JUANA	CAL CAREQUIPA 508 CERRO COLORADO	1.2 km
19	CONDORI ALFARO CARMEN MILAGROS	CL ARICA 307 CERRO COLORADO	4 km
20	DELGADO CARDENAS ALISSON	CAL AREQUIPA 510 CERRO COLORADO	
21	VENTURA VARGAS ALEJANDRO	CL AREQUIPA 603 CERRO COLORADO	110 m

Fuente: Elaboración propia

Figura 33 Ruta 21 - sábado



Fuente: Elaboración propia

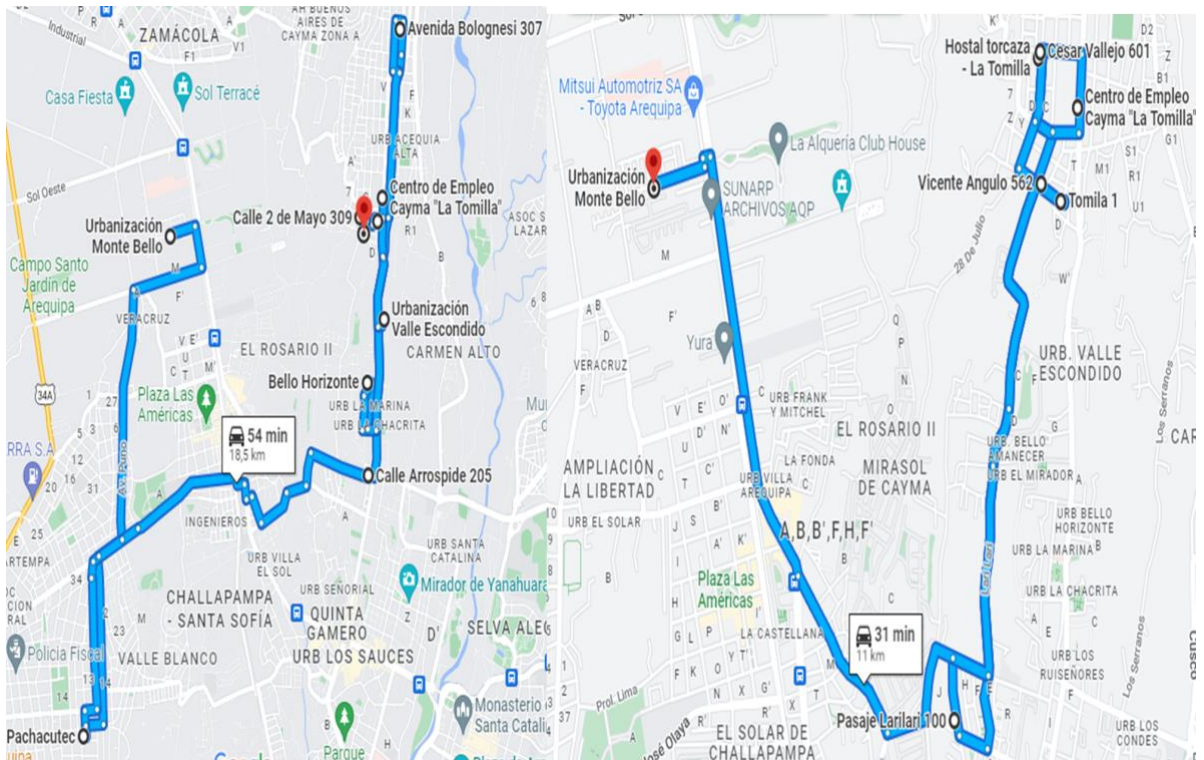
La última ruta del día sábado es la ruta 22 con 19 clientes con tres direcciones referenciales del “Distrito Cerro colorado”. Ver tabla 23 y figura 35.

Tabla 23 Ruta 22 - sábado

UNIDAD	F30896		
Nro	Punto	Dirección	Distancia
1	Vito Service	K 11 - URB. MONTE BELLO Cerro Colorado	
2	Depósito	LOTE714 SEMIRURAL PACHACUTEC, CERRO COLORADO, AREQUIPA	4.1 km
3	GOMEZ RODRIGUEZ JUAN ELARD	CL ARROSPIDE 205 CAYMA AREQUIPA	4.9 km
4	LA CANASTA	AV CORONEL FRANCISCO BOLOGNESI 200	76 m
5	BRAVA EIRL CARNICERIA	CAYMA AREQUIPA GRIFO PRIMAX AV CORONEL FRANCISCO BOLOGNESI 311	
6	LA FINCA EIRL RAMOS CHAMPI ANA CAROLINA	MZA G LT 1 CAYMA AV BOLOGNESI 307 CAYMA	
7	MERMA ALA WILLMAN	AV BOLOGNESI 312 CAYMA	15 m
8	DEMARIN TORRES DINA	BELLO HORIZONTE CAYMA	600 m
9	GUTIERREZ BELLOTA ERICK	URB VALLE ESCONDIDO MZA B LT 6 CAYMA	1.1 km
10	PAZ GALLEGOS LORENA SANDRA	AV RAMON CASTILLA 403 A CAYMA	
11	GALLEGOS CARDENAS DE FERREL JUANA	CL 2 DE MAYO 143 LA TOMILLA CAYMA	
12	GAONA TORRES JANETH	CL PROGRESO 291 LA TOMILLA CAYMA	250 m
13	VIZA ALMONTE DE CARRILLO NURY	CL 2 DE MAYO 309 LA TOMILLA CAYMA	250 m
14	GAONA TORRES ROSA LUZ	CL VICENTE ANGULO 562 LA TOMILLA CAYMA	500 m
15	HANCCO HUILCA HENRY	CL LARI LARI 100 LA TOMILLA CAYMA	550 m
16	CORNEJO CUSIHUAMAN JUANA	AV HUAYNA CAPAC 320 LA TOMILLA CAYMA	
17	SUAÑA CAHUI MARISOL	CL CESAR VALLEJO 601 CAYMA	
18	PANIURA QUISPE ROSA	CL STA ROSA 102 LA TOMILLA CAYMA	350 m
19	HUILLCA DE VARGAS IRENE	CL SANTA ROSA 140 CAYMA	700 m
20	HUARZA PILCO MIGUEL	AV 28 DE JULIO 725 LA TOMILLA CAYMA	190 m
21	GARRAFA GIL JOSE ANTONIO	CL 22 DE MARZO MZA D LT 1A LA TOMILLA CAYMA	

Fuente: Elaboración propia

Figura 34 Ruta 22 - sábado



Fuente: Elaboración propia

Al realizar las ubicaciones de las rutas de lunes a sábado y determinados los nodos de cada ruta, se puede afirmar que la mayoría de las direcciones de los clientes son referenciales, la distancia entre un cliente y otro es de metros, es decir de una tienda a otra, además que en un mercado hay varios clientes, por lo tanto, esto no puede considerarse como nodo individual si no grupal. También, se observó que no existe planificación de las rutas por distancia ni tiempo.

4.2. Interrelación de los factores que se consideran para la asignación de las rutas de la empresa Don Vito Services SAC

Los factores que se consideraron para asignar rutas son:

- Experiencia del conductor
- Asignación diaria de vehículos según las entregas
- Costos promedios de rendimiento por camión

La tabla 24 contiene los costos de mantenimiento promedio anuales por camión, siendo el costo fijo USD \$ 18,900 y el variable 0.12, estos se calculan por la distancia entre un nodo a otro:

$$P_1(x_1, y_1)$$

$$P_2(x_2, y_2).$$

Estos forman el costo de ventas de la prestación del servicio y poder determinar la rentabilidad de la Vito Services.

Costos fijos:

- Compra del camión: el valor especificado por el concesionario, teniendo en cuenta la depreciación anual del automóvil comprado, al cual se le asigno una vida útil de 5 años.
- Impuestos: de acuerdo a la ley se debe pagar impuesto vehicular a partir de realizado la inscripción en el Registro de propiedad vehicular del 1% del costo de vehículo, cada año debe tomarse la tabla referencial que publica el ministerio de finanzas.
- Seguro: este depende de la compañía de seguros que se contrate, por lo que se considero el 4% del valor del camión
- Baterías: se consideró la experiencia en cuanto a la vida útil de estas según sugerencias del fabricante del camión.
- Lavado: este debe ser realizado con lavado de motor y los productos adecuados.
- Mantenimiento: este es de vital importancia para mantener operativo el camión en las mejores condiciones, siguiendo las indicaciones por kilometraje que da el fabricante.

Costos variables

- Combustible se utilizó la fórmula: $Costo\ combustible = \frac{Precio}{galón}$

- Filtros aceite, combustible, aire y cambio de aceite.

$$(\text{Costo aceite}) \left(\frac{\$}{\text{km}} \right) = \text{Precio} * \text{Consumo} = \frac{\$}{\text{galón}} * \frac{\text{galón}}{\text{km}}$$

Tabla 24 costos fijos por camión

Costos operativos del camión		
Camión	5 TM	\$ USD
Fijo		
Chasis + Furgón	\$ 34000	
Depreciación anual		6,800.00
Impuestos c/año		340.00
Seguro c/año 4%		1,360.00
Batería		280.00
Sueldo chofer año		8,500.00
Lavado todo el año		420.00
Mantenimiento		1,200.00
Costo anual		18.900
Variable		
Combustible galón rendimiento	\$5.38 galón	0.07
Llantas (4)	\$ 4,000	
Rendimiento promedio de llantas	80,000 km	
Costo llantas por km		0.02
Aceite y filtro por 5,000 km	\$76.32	0.03
Costo por km		0.12

F

Fuente: Elaboración propia

El costo promedio operativo del año 2019 por ruta se presenta en la tabla 25, también se presenta el rendimiento porcentual. Como se presentó en el punto anterior la mayoría de las rutas tienen tiendas cercanas con diferencia hasta de 14 m o están ubicados en un mercado, por lo tanto, el Google maps no encuentra direcciones referenciales porque en realidad no es una ruta cada cliente, si no

un grupo de clientes sería un nodo, trayendo como consecuencia un aumento del costo de esa ruta.

Fórmula:

$$\text{Costo de distribución} = \text{Costo Fijo} + \text{Costo Variable} * \text{Distancia}$$

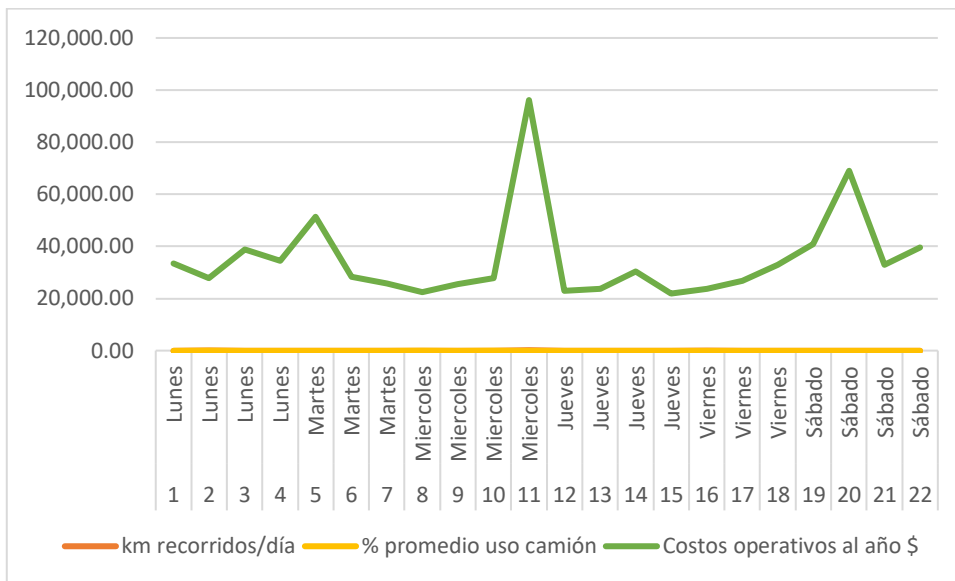
Tabla 25 Costos operativos promedio por ruta año 2021

Costos operativos actuales				
Ruta	Día	km recorridos/día	% Promedio uso camión	Costos operativos al año \$
1	Lunes	22.44	21.00%	33,460.00
2	Lunes	49.35	80.00%	27,800.00
3	Lunes	31.62	25.00%	38,704.00
4	Lunes	38.85	46.00%	34,587.00
5	Martes	19.81	17.70%	51,444.00
6	Martes	20.40	33.20%	28,325.00
7	Martes	15.55	19.40%	25,831.00
8	Miercoles	16.90	12.00%	22,540.00
9	Miercoles	11.80	24.00%	25,440.00
10	Miercoles	26.50	11.00%	27,894.00
11	Miercoles	45.80	69.80%	96,155.00
12	Jueves	18.29	23.60%	22,987.00
13	Jueves	22.55	33.80%	23,595.00
14	Jueves	24.15	31.88%	30,422.00
15	Jueves	19.27	35.00%	21,893.00
16	Viernes	10.90	19.00%	23,598.00
17	Viernes	21.20	29.30%	26,874.00
18	Viernes	24.50	31.00%	32,899.00
19	Sábado	22.10	28.00%	40,874.00
20	Sábado	41.00	74.00%	68,940.00
21	Sábado	24.50	38.70%	32,897.00
22	Sábado	29.05	41.00%	39,674.00

Fuente: Elaboración propia

En la figura 35 se pudo observar que el costo es mayor en la ruta 11 los días miércoles, el sábado en la ruta 20 y el lunes con la ruta 5. Las demás rutas se encuentran con variaciones mínimas. Esto se debe a la inadecuada forma de hacer las rutas.

Figura 35 Costos operativos promedio por ruta año 2021



Fuente: Elaboración propia

Los costos calculados son para realizar entregas de mercancía a un total de 400 clientes semanales utilizando en promedio 4 unidades como se muestra en la tabla 26, la frecuencia de visita es de una vez por semana.

Tabla 26 Cantidad de clientes

Día	Clientes	Frecuencia	Unidades
Lunes	76	1	4
Martes	56	1	3
Miércoles	67	1	4
Jueves	73	1	4
Viernes	56	1	3
Sábados	72	1	4
Total	400		

Fuente: Elaboración propia

4.3. Tiempos de las rutas

Los tiempos de las rutas se consideran dentro de las horas de trabajo de los choferes de 9 horas diarias, considerando los descansos de desayuno y almuerzo.

En la tabla 27 se une las rutas del día lunes y miércoles por ubicación, cantidad de unidades utilizadas y cantidad de clientes visitados; el tiempo de la ruta es de 8 horas.

Tabla 27 Ruta lunes-miércoles

Ruta lunes- miercoles						
Descripción	Tiempo		Hora inicial	Hora final	Total	Total ruta
Tiempo de ruta	7:00:00	Hora primer cliente	07:30	07:45	9:00:00	08:00:00
Tiempo de entrega	7:10:00	Hora ultimo cliente	16:20	16:30		
Tiempo de separación	0:55:00	Tiempo desayuno	08:00	08:10	00:10:00	
Promedio de entrega por pedido	0:08:00	Tiempo almuerzo	13:00	14:00	01:00:00	
Tiempo de separación de pedidos	0:02:20	Tiempo reporte	18:00	18:20	00:20:00	
Clientes visitados	143					

Fuente: Elaboración propia

Los días martes y viernes son los días donde se entrega a menos cantidad de 112 clientes, y se utiliza 3 unidades. El tiempo de ruta 7:30 hrs., tal como se muestra en la tabla 28. También, se consideran los descansos establecidos.

Tabla 28 Ruta martes-viernes

Ruta martes-viernes						
Descripción	Tiempo		Hora inicial	Hora final	Total	Total ruta
Tiempo de ruta	7:00:00	Hora primer cliente	07:30	07:45	9:00:00	07:30:00
Tiempo de entrega	7:10:00	Hora último cliente	16:20	16:00		
Tiempo de separación	0:55:00	Tiempo desayuno	08:00	08:10	00:10:00	
Promedio de entrega por pedido	0:08:00	Tiempo almuerzo	13:00	13:40	00:40:00	
Tiempo de separación de pedidos	0:02:20	Tiempo reporte	18:00	18:15	00:15:00	
Clientes visitados	112					

Fuente: Elaboración propia

Los jueves y sábados es cuando se visitan un número mayor de clientes, por lo tanto, la ruta se toma 9:00 hrs., aunque los tiempos de los descansos son menos tiempo por motivación de los mismos conductores. Así mismo, se consideró que los sábados existe mayor volumen vehicular. (Ver tabla 29)

Tabla 29 Ruta jueves-sábado

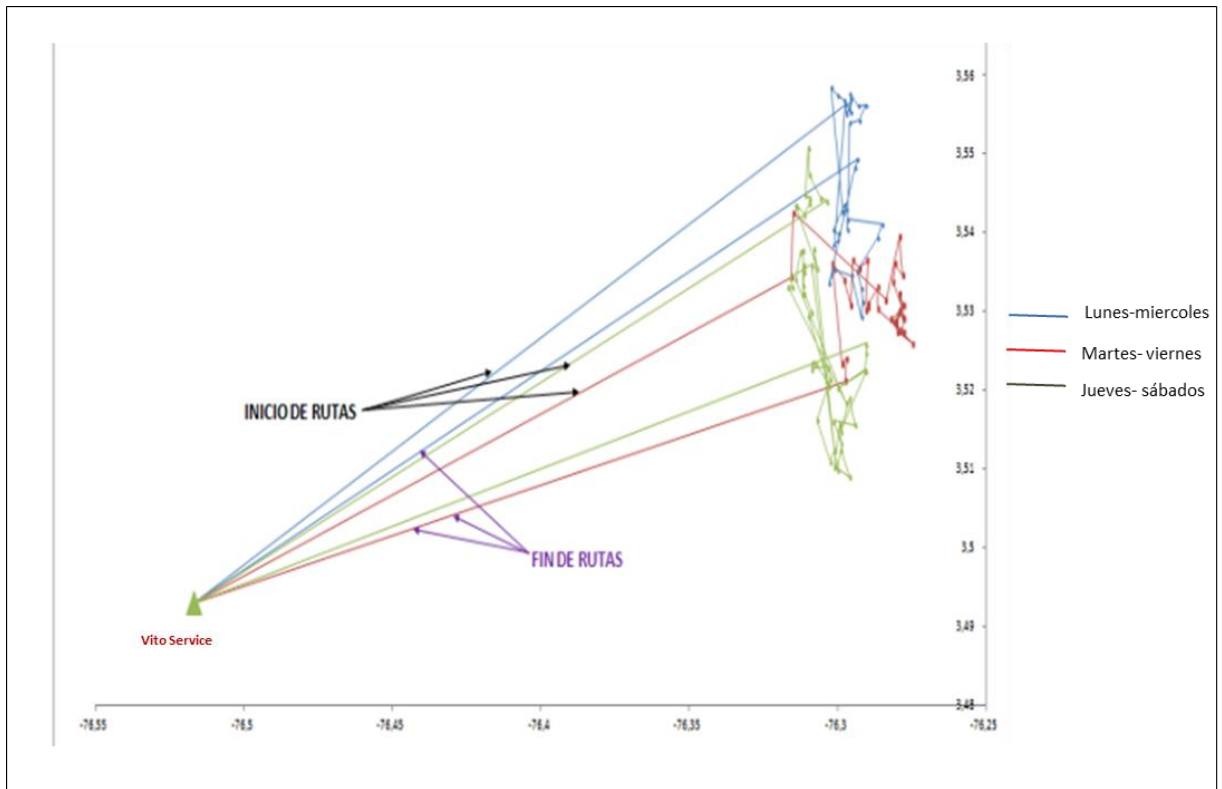
Ruta jueves-sábado						
Descripción	Tiempo		Hora inicial	Hora final	Total	Total ruta
Tiempo de ruta	7:00:00	Hora primer cliente	07:30	07:45	9:00:00	09:00:00
Tiempo de entrega	7:10:00	Hora último cliente	16:20	17:00		
Tiempo de separación	0:55:00	Tiempo desayuno	08:00	08:10	00:10:00	
Promedio de entrega por pedido	0:08:00	Tiempo almuerzo	13:00	13:30	00:30:00	
Tiempo de separación de pedidos	0:02:20	Tiempo reporte	18:00	18:10	00:10:00	
Cientes visitados	145					

Fuente: Elaboración propia

En términos de enrutamiento, existen clientes en una ubicación donde estos otros clientes a entregar, sin embargo, se va a otro cliente fuera de la zona y se debe regresar, esto se puede observar en la figura 36. Además, otros días se visita el mismo sector, no hay un orden secuencial por ubicación del cliente de acuerdo al sector. Esto se debe exponer a la distribuidora para reorganizar las rutas de acuerdo al diagnóstico realizado.

Es importante señalar que los clientes no cierran al medio día lo que facilita las entregas, pero hay zonas que se congestionan a esa hora por encontrarse en zonas de venta de menús.

Figura 36 Rutas actuales



Fuente: Elaboración propia

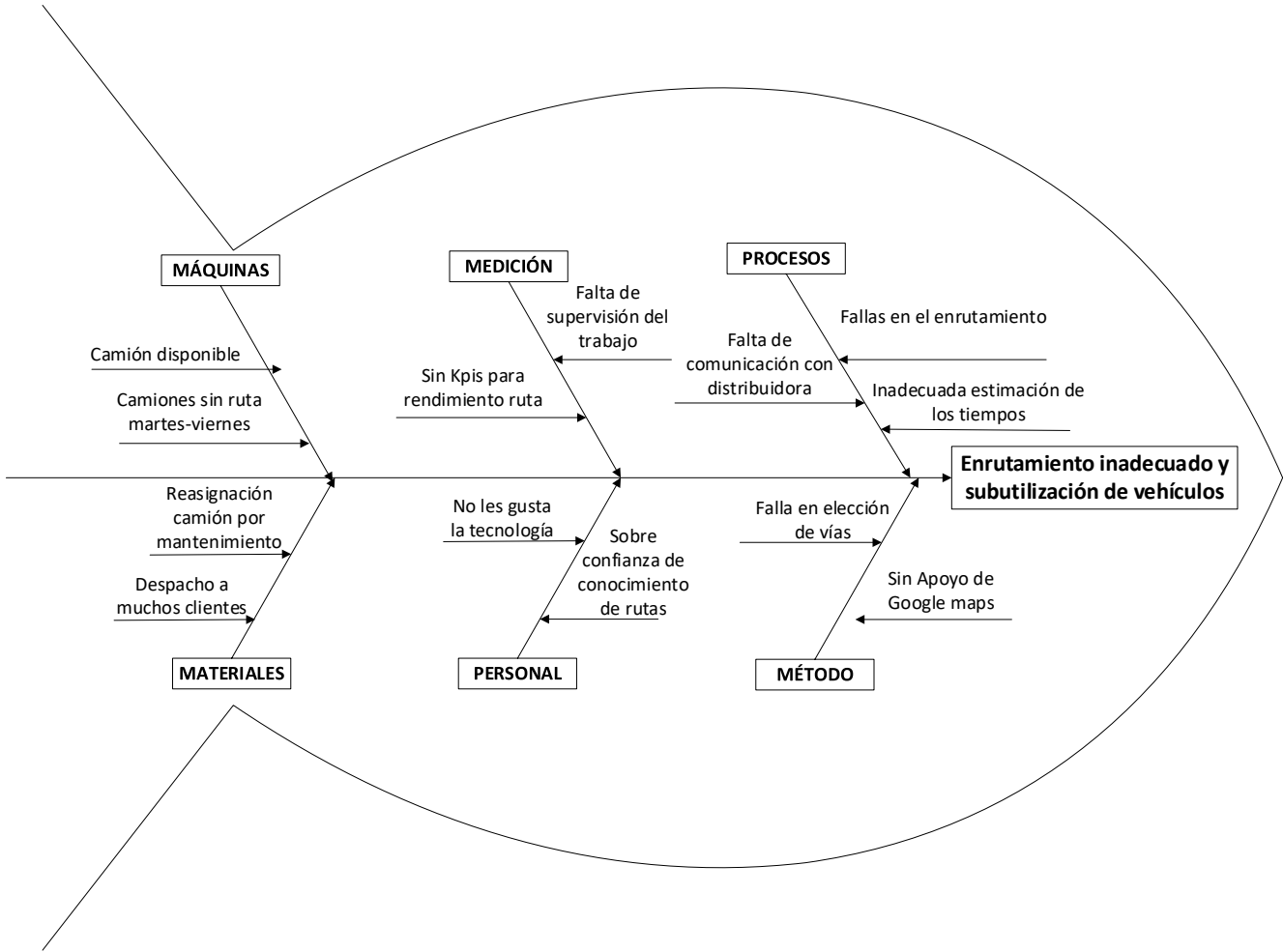
4.4. Diagrama Espina de pescado

En la figura 37 se observa la relación causa efecto del problema de un inadecuado mala asignación de rutas, esto se origina por:

Las rutas las asigna la distribuidora

- Existe fallas de comunicación entre Vito Services y la distribuidora
- Los martes y viernes solo se utilizan 3 unidades, generando dos unidades paradas ese día ya que la empres cuenta con un total de 5 camiones.
- No esta coordinado los mantenimientos, por lo tanto, no se informa a tiempo a la distribuidora
- Los conductores confían en su criterio y no les gusta usar la tecnología informativa de rutas.
- Falta de control de gestión de las rutas por no utilizar KPIs.
- Fallas en el enrutamiento porque se da cruce de clientes porque no se considera la zonas para unificar las entregas.

Figura 37 Diagrama espina de pescado de rutas Vito Services



Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO V: PROPUESTA DE MEJORA

5.1. Modelo de ruteo

- Separación de pedidos en la distribuidora
- Mapeo de clientes
- Método Clarke & Wright

Las rutas fueron hechas de forma aleatoria sin considerar el parámetro de ahorro, es decir sin algoritmo de ahorro, por lo que, se propone utilizar el método Clarke & Wright. Este algoritmo heurístico clásico de VRP, es un proceso simple que limita la exploración del espacio de búsqueda y proporciona una solución de calidad más o menos aceptable en un tiempo moderado calculado.

La distancia entre los clientes se obtiene mediante la técnica de Manhattan con la siguiente fórmula:

$$\text{Distancia } (P_1, P_2) = (|x_1 - x_2| + |y_1 - y_2|);$$

Donde (x_1, y_1) y (x_2, y_2) son las coordenadas del punto P_1 y P_2

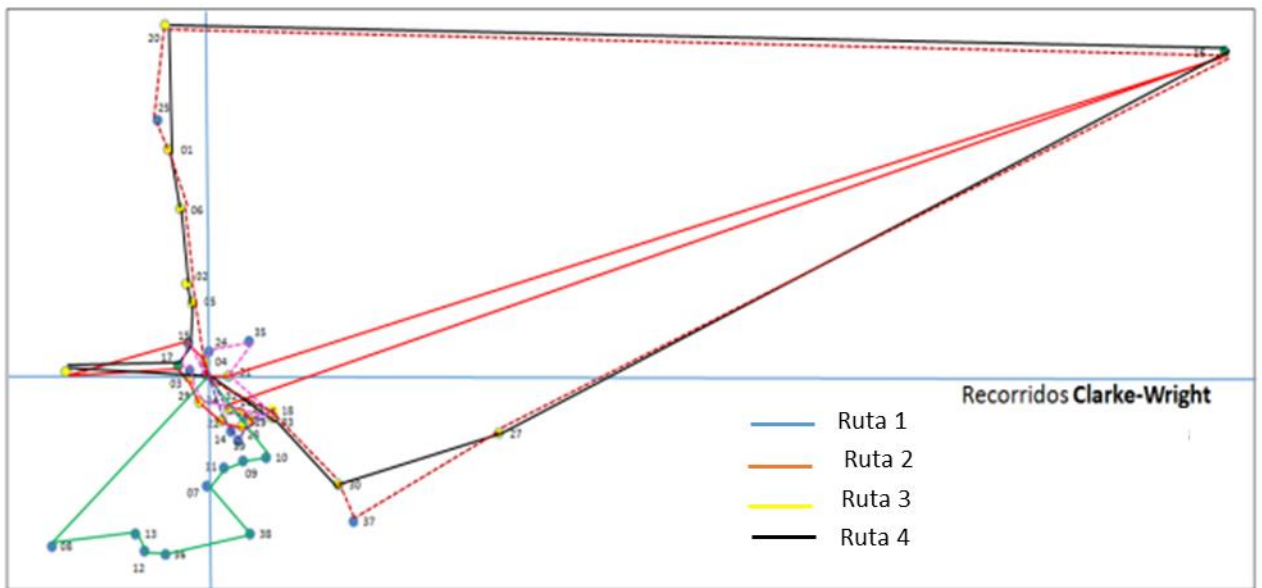
Lo primero que se debe elaborar la matriz de ahorro la que se realiza con los clientes a visitar en mapa de referencia común, la cual se elaboró con una hoja de Excel.

Para encontrar las ubicaciones en un mapa de referencia común, se ubica cada coordenada del nodo individualmente en el Google maps, de donde se obtienen las coordenadas UTM, permite ubicarlos en el mismo marco de referencia.

Después de colocar los puntos en el mismo marco de referencia, realizando cálculos de correlación, se obtiene una matriz de ahorro, en la que la distancia de cada punto de acceso con respecto al centro de distribución está relacionada con la distancia entre cada arco, ejemplo: 1-Distribuidora, 1-2,1-3, 1-4.....1-19), la cuales se presentan en el anexo 1.

Rutas del día lunes obtenidas con el método de ahorro se presentan en la figura 38.

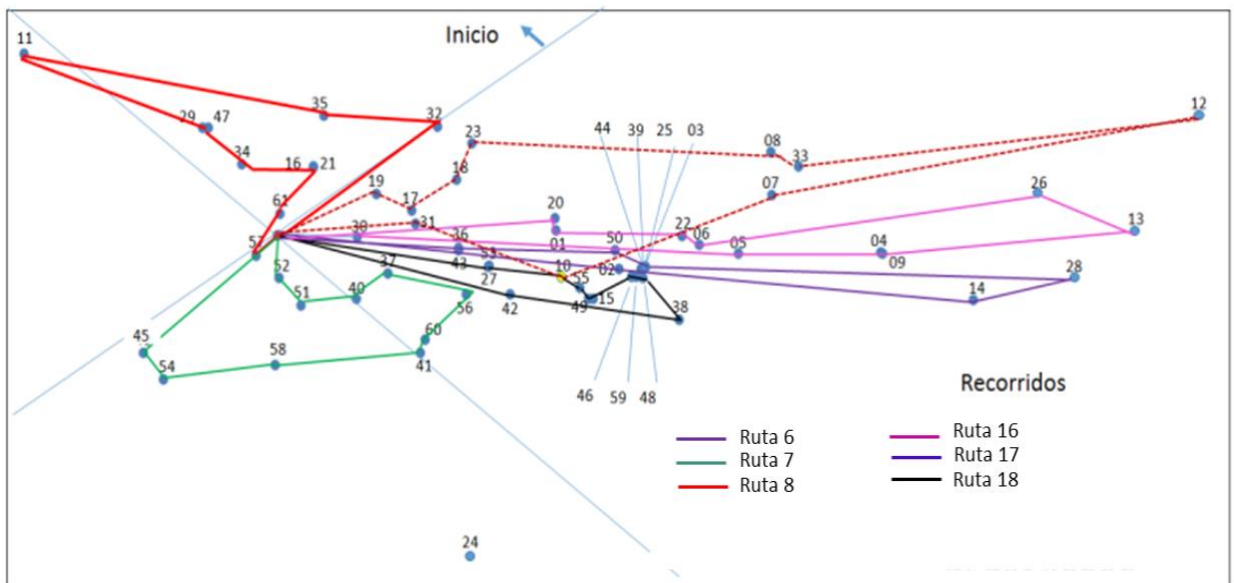
Figura 38 Rutas día lunes en base Clarke & Wright



Fuente: Elaboración propia

Las rutas del martes y viernes se realizaron juntas porque van a los mismos distritos, cuentan de 3 rutas cada día, además hay clientes en las mismas calles, aunque con una distancia de 13 metros como se refleja en la figura 39. Se pudo lograr el ahorro en las rutas.

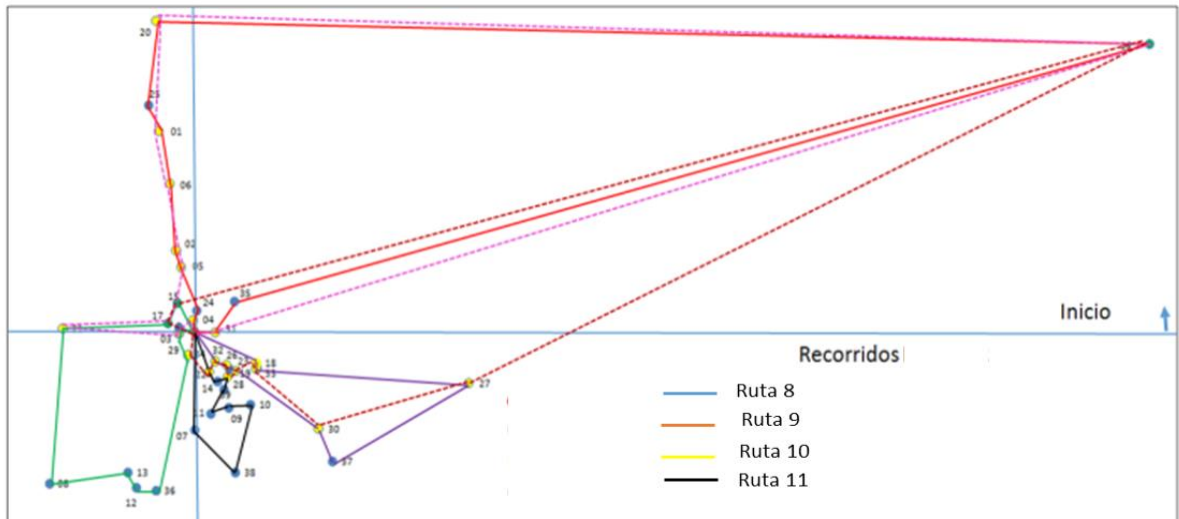
Figura 39 Rutas Martes-viernes base Clarke & Wright



Fuente: Elaboración propia

Las rutas del día miércoles están dirigidas a los distritos de Cayma, Sachaca, Cerro Colorado y Jacobo Hunter, los clientes están ubicados en la misma manzana, zona, calle o avenida con distancias cortas. Razón por la cual, se ve puntos de visita muy unidos como se presenta en la figura 40.

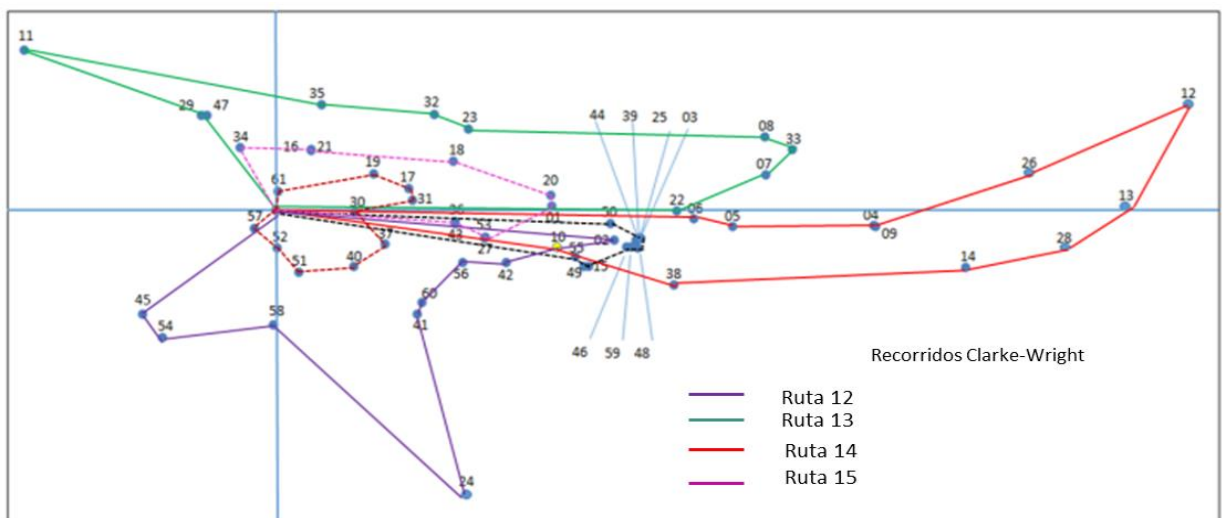
Figura 40 Rutas miércoles base Clarke & Wriarth



Fuente: Elaboración propia

La figura 41 contiene las rutas del día jueves con el ahorro de terminado en base Clarke & Wriarth, en la ruta 12 es donde hay unión de los clientes por estar ubicados en el mercado señor de los milagros del distrito Cerro Colorado.

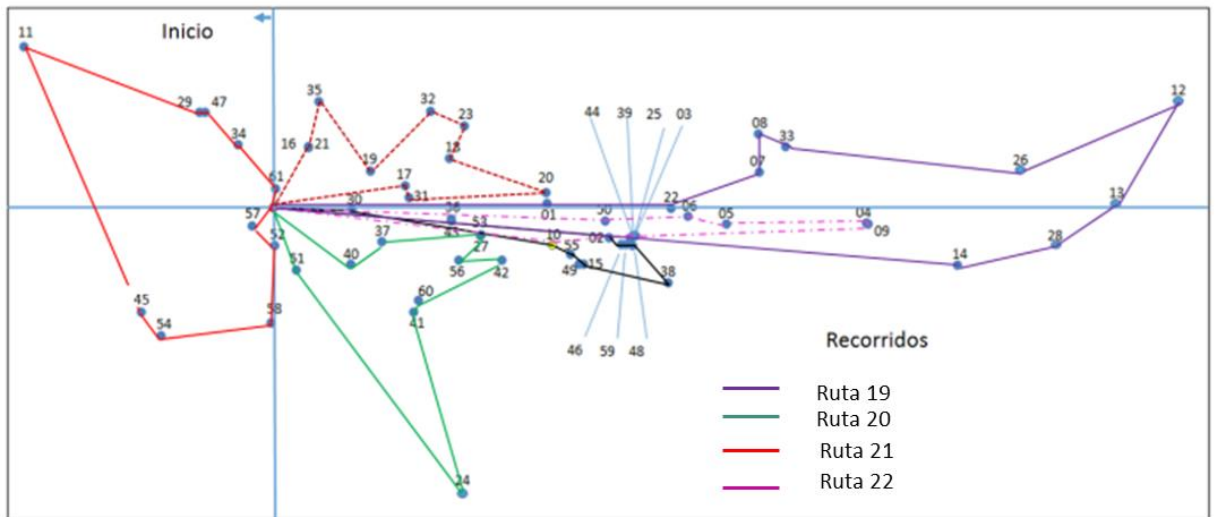
Figura 41 Rutas jueves base Clarke & Wriarth



Fuente: Elaboración propia

Cuando se procedió a llenar los datos en la hoja de Excel VPR Clarke & Wriqh resultaron las interacciones diversas, siendo las rutas con mayor ahorro en relación a las distancias por rutas como se presenta en la figura 42.

Figura 42 Rutas Sábado base Clarke & Wriqh



Fuente: Elaboración propia

5.2. Propuesta uso del aplicativo driv. In

Drivin es un TMS SaaS que se adapta a las necesidades logísticas de una empresa a través de una plataforma modular muy fácil de implementar.

- Planificación de rutas: El motor de planificación de Drivin genera planes de ruta para varios vehículos, teniendo en cuenta las limitaciones de la vida real. Al crear un escenario, el sistema permite a los usuarios configurar fácilmente un nuevo plan con todas las restricciones comerciales y operativas requeridas por los clientes. Se desarrolla un plan óptimo para entregar la lista de envíos asignados a cada vehículo y su secuencia de entrega, teniendo en cuenta todas las restricciones comerciales y operativas ingresadas.

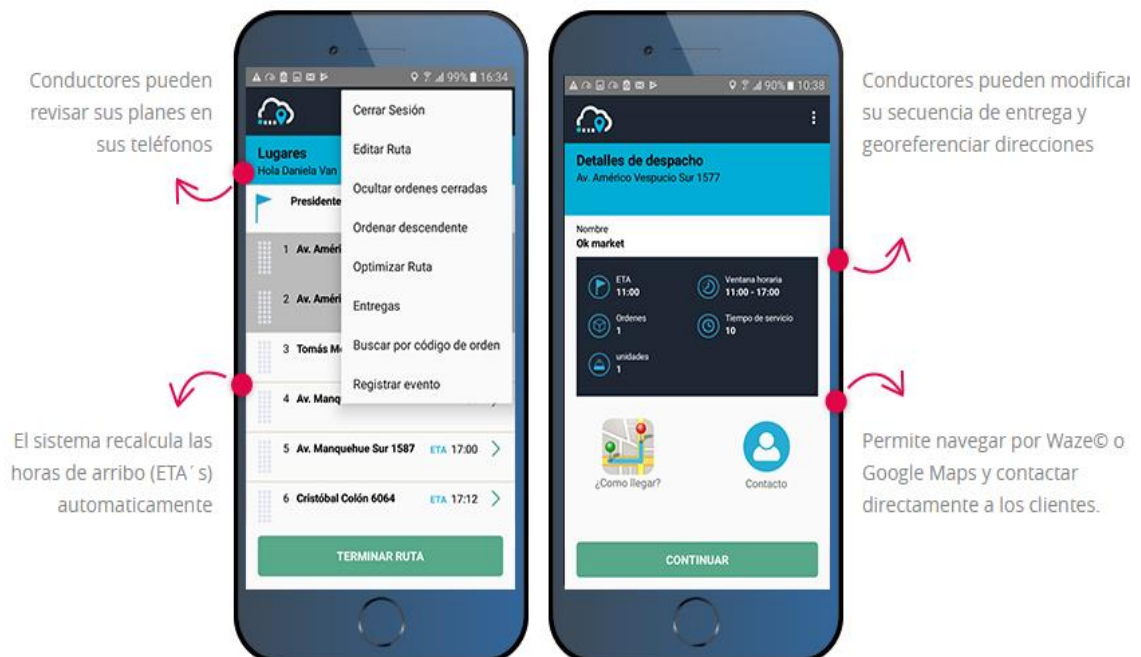
- Crear planes: Genera planes de ruta y los pedidos se cargan manualmente al sistema utilizando archivos de texto o Excel o automáticamente desde su plataforma utilizando el API de integración.
- Ventanas horarias: Pueden generarse ventanas horarias para cumplir con expectativas de los clientes.
- Tiempo de servicio: Determinar el tiempo de entrega por cada cliente.
- Asignación de vehículos: Se debe asignar por la experiencia y responsabilidad del conductor.

5.2.1. Aplicación móvil propuesta

El conductor puede actualizar el estatus de la entrega: (Ver figura 38)

- Aceptación Total / Parcial o Rechazo de las órdenes a nivel de sku
- Detallar los motivos de rechazo y aceptación en caso de requerirlo
- Tomar Fotografías
- Firma digital
- Agregar comentarios
- Descarga en PDF el documento de prueba de entrega

Figura 43 Información para los conductores mediante sus teléfonos celulares



Fuente: Web Driv.in

Beneficios de utilizar la Driv.in:

- **Ahorros en los costos de transporte:** A través de algoritmos matemáticos, este software entrega las soluciones más eficientes y por tanto maximizan el uso de los vehículos, disminuyen de manera importante los kilómetros recorridos y el uso de combustible. La experiencia indica que los ahorros pueden llegar a ser alrededor de un 30% de los costos de transporte.
- **Disminución en los tiempos de planificación:** Armar las rutas de manera manual, además de ser complejo, puede tardar horas, dado que son muchas las variables a considerar. Por un lado, están las restricciones operacionales: vehículos disponibles con sus distintas capacidades y el horario de trabajo de los conductores. También hay que considerar lo que se va a despachar: órdenes con sus ventanas horarias y características propias de estas (carga seca/congelada), el tiempo que tardamos en despachar, etc. Pero eso no es todo, el tráfico puede alterar toda la planificación. Los softwares de optimización de ruta generan rutas que consideran todas estas variables, y entregan una solución en solo un par de minutos.
- **Aumento en la capacidad para gestionar pedidos:** Al maximizar el uso de los vehículos, se está considerando la capacidad de los camiones y horario de trabajo de sus conductores. Si los vehículos están autorizados a hacer más de un recorrido, esto se considerará en la planificación. El resultado es que los vehículos hacen cuantas vueltas alcancen de acuerdo a su jornada laboral. De esta manera se disminuye la capacidad ociosa del transporte y la empresa es capaz de gestionar más pedidos.
- **Mejoras en el nivel de servicio:** Los clientes demandan cada vez más puntualidad en sus pedidos o soporte técnico, y ser capaz de garantizar este servicio debe ser una prioridad. Atrás quedan los días en los que los clientes se conformaban con ventanas horarias de 9 a 21 horas. Estos softwares consideran en la planificación todos los requerimientos de sus clientes, disminuyendo de manera importante las visitas “sin moradores” o los productos que no vienen en las condiciones requeridas de despacho.

Las empresas deben ser rentables, pero además deben estar alineadas con las exigencias del mercado, que demandan por empresas eficientes que escuchen a sus clientes y que mejor que aprovechar la tecnología que está a su alcance.

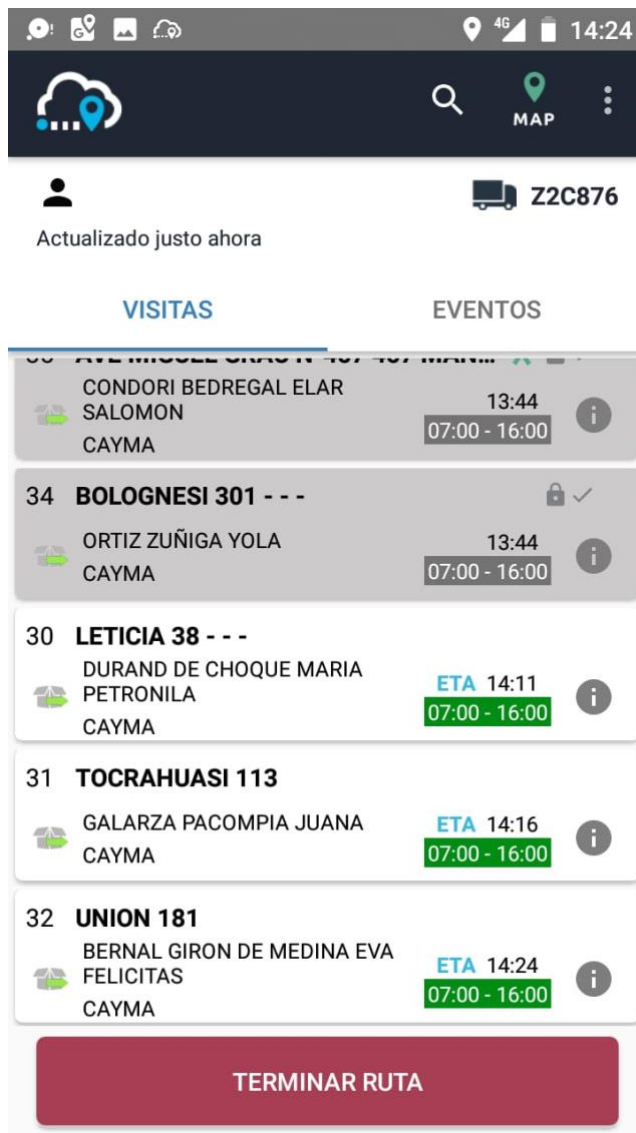
Driv.in es una buena alternativa de optimizador de ruta. A través de un software muy fácil de usar, el sistema realiza una planificación óptima entregando un listado de los despachos asignados a cada vehículo y su secuencia de entrega, considerando todas las restricciones comerciales y operacionales del negocio. Además, cuenta con un editor de ruta, que hace posible modificar el plan de ruta, y hacer frente a cambios de última hora (que sabemos que son recurrente en la industria logística)

Cuenta con una aplicación móvil para los conductores, donde estos pueden revisar sus planes con toda la información acerca de la secuencia de entrega, el cliente y las órdenes en cada parada. También, a través de la app, es posible conectarse a Waze para obtener información de tráfico en tiempo real.

Cuando se hace la entrega al cliente, el conductor puede actualizar en línea su estado mediante: fotografía, firma digitalizada y agregando comentarios. Toda esta información puede ser revisada en tiempo real desde la plataforma o a través de reportes que son entregados vía correo electrónico. Toda la información de la flota también puede ser revisada en tiempo real, comparar rutas planificadas vs reales, alertas sobre paradas, prueba de entrega y mucho más. Driv.in además genera múltiples reportes que permiten tomar decisiones con información precisa acerca de la operación logística.

Se procedió a utilizar el demo del Driv.in y se utilizó la información generada con el algoritmo Clarke & Wright realizada en el punto 5.1. La ruta elegida para utilizar el demo fue la 22 del día sábado como se muestra en la figura 39.

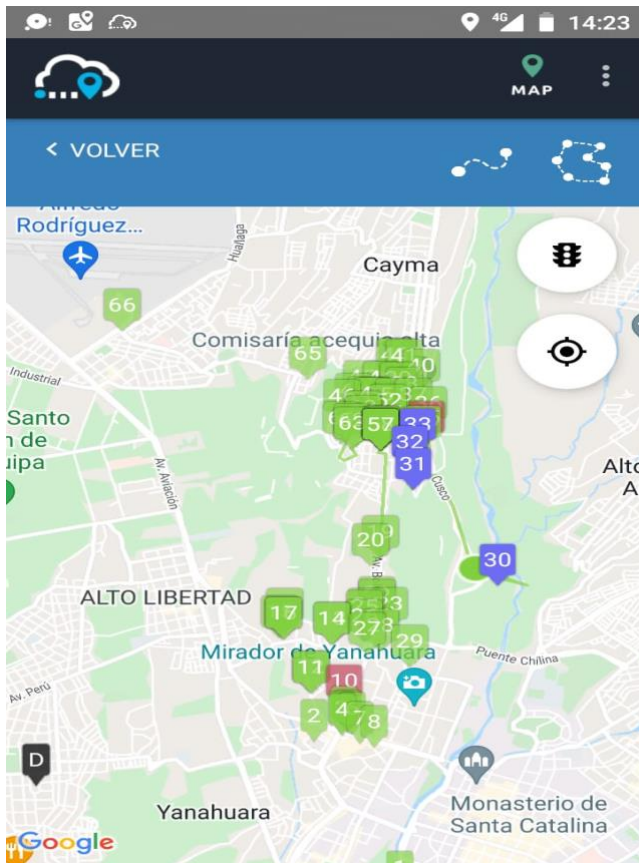
Figura 44 Ruta piloto 22 sábado



Fuente: Elaboración propia

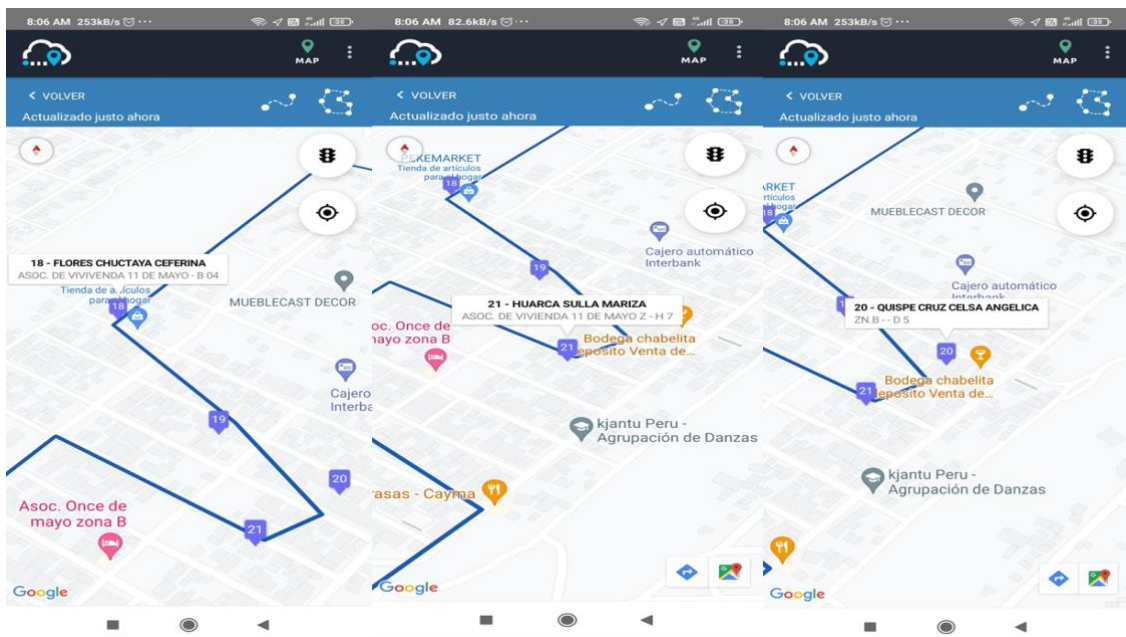
En la figura 40 se visualiza los 19 clientes a quienes se les debe hacer las entregas. Igualmente, se puede notar la cerca que están nueve clientes, razón por la cual el Google maps no puede mostrar, pero este aplicativo si, debido que se realizó el enrutamiento con los ahorros obtenidos con el algoritmo Clarke & Wright. (Ver figura 45,46)

Figura 45 Nodos clientes para entregas día sábado ruta 22



Fuente: Elaboración propia

Figura 46 Clientes día sábado ruta 22



Fuente: Elaboración propia

5.3. Viabilidad económica de la implementación de la mejora propuesta mediante el VRP Heurística Método Clarke Wright de la empresa Don Vito Services SAC

- Pago mensual por vehículo
- No es necesario invertir en software solo se requiere internet
- Plan especial para pymes como un demo para prueba piloto, que se solicito para aplicar el algoritmo Clarke & Wright. (Ver figura 47)

Figura 47 Solicitud de demo Driv.in



driv.in ¡Solicita una DEMO sin costo!
Deja tu rutas en nuestras manos

Escribe tu nombre

Escribe tu apellido

Teléfono

Correo electrónico

Empresa

Flota*

País*

¿Qué te gustaría resolver con DRIVIN hoy?

- Crear rutas de manera simple y rápida
- Monitorear mi flota en tiempo real
- Comunicar los estados de envío a mis clientes
- Trazabilidad en mis entregas
- Otro

Fuente: Web Driv.in

Las características del Driv.in se presentan en la figura 48, las cuales permiten el crecimiento de las pequeñas y medianas empresas de servicio de transporte de carga de alimentos no perecederos

Figura 48 Características de Driv.in



Fuente: Web Driv.in

En la tabla 30 se realizó el cálculo del costo de la propuesta en un año, debido que el driv.in cobra S/ 250 por persona que maneje el aplicativo en el caso de Vito Services el gerente y los 5 choferes usaran el mismo. La capacitación se realizará on line para los 6 usuarios. El acompañamiento es para poder realizar la carga correcta de las rutas con el algoritmo Clarke & Wright que es el más fácil entendimiento y manejo. Es importante aclarar el aplicativo permite otros algoritmos el cliente elige. El monto total de la inversión es de S/ 30,100.

Tabla 30 Costo de la propuesta

Descripción	Cantidad	Costo unitario S/	Total S/
Capacitación	6	250.00	1,500.00
Tiempo de acompañamiento Driv.in			7.600.00
Uso de Drivin anual	6	250.00	21,000.00
			30,100.00

Fuente: elaboración propia

La tabla 31 muestra el ahorro al aplicar el VPR Clarke-Wright en el aplicativo Driv.in siendo un total en USD \$ 20,014 y 27.59 kilómetros.

S/30, 100/ 4 tasa de cambio de dolar = USD \$ 7,525

Tabla 31 Ahorro por uso del aplicativo Driv.in

Costos operativos actuales					Costos operativos propuestos					
Ruta	Día	km recorridos	% promedio uso camión	Costos operativos al año \$	km recorridos	% promedio uso camión	Costos operativos al año \$	Ahorro km	Ahorro % uso camión	Ahorro \$
1	Lunes	22.44	21.00%	33,460.00	21.42	18.50%	32,360.00	1.02	2.50%	1,100.00
2	Lunes	49.35	80.00%	27,800.00	46.88	75.00%	26,400.00	2.47	5.00%	1,400.00
3	Lunes	31.62	25.00%	38,704.00	30.05	23.00%	37,700.00	1.57	2.00%	1,004.00
4	Lunes	38.85	46.00%	34,587.00	36.93	44.50%	33,776.00	1.92	1.50%	811.00
5	Martes	19.81	17.70%	51,444.00	18.84	16.80%	50,854.00	0.97	0.90%	590.00
6	Martes	20.40	33.20%	28,325.00	19.38	31.20%	27,257.00	1.02	2.00%	1,068.00
7	Martes	15.55	19.40%	25,831.00	14.78	18.50%	24,714.00	0.77	0.90%	1,117.00
8	Miercoles	16.90	12.00%	22,540.00	16.08	11.00%	21,320.00	0.82	1.00%	1,220.00
9	Miercoles	11.80	24.00%	25,440.00	11.23	23.00%	24,310.00	0.57	1.00%	1,130.00
10	Miercoles	26.50	11.00%	27,894.00	25.18	10.00%	26,791.00	1.32	1.00%	1,103.00
11	Miercoles	45.80	69.80%	96,155.00	43.53	67.00%	95,510.00	2.27	2.80%	645.00
12	Jueves	18.29	23.60%	22,987.00	17.37	22.70%	21,888.00	0.92	0.90%	1,099.00
13	Jueves	22.55	33.80%	23,595.00	21.43	32.50%	22,537.00	1.12	1.30%	1,058.00
14	Jueves	24.15	31.88%	30,422.00	22.93	30.90%	29,354.00	1.22	0.98%	1,068.00
15	Jueves	19.27	35.00%	21,893.00	18.30	33.90%	20,798.00	0.97	1.10%	1,095.00
16	Viernes	10.90	19.00%	23,598.00	10.38	18.40%	22,379.00	0.52	0.60%	1,219.00
17	Viernes	21.20	29.30%	26,874.00	20.13	26.80%	25,461.00	1.07	2.50%	1,413.00
18	Viernes	24.50	31.00%	32,899.00	23.28	30.88%	31,752.00	1.22	0.12%	1,147.00
19	Sábado	22.10	28.00%	40,874.00	20.98	27.15%	39,871.00	1.12	0.85%	1,003.00
20	Sábado	41.00	74.00%	68,940.00	38.93	73.55%	67,594.00	2.07	0.45%	1,346.00
21	Sábado	24.50	38.70%	32,897.00	23.28	37.94%	31,795.00	1.22	0.76%	1,102.00
22	Sábado	29.05	41.00%	39,674.00	27.58	40.20%	38,398.00	1.47	0.80%	1,276.00
Total ahorro								27.59		24,014.00

Fuente: Elaboración propia

Costo beneficio =Beneficio/ Costo

C/B= 24,014/7,525

C/B= 3.19

Siendo el beneficio 3.19 es rentable la inversión porque los ahorro superan la inversión.

5.4. Plan de implementación de la propuesta de mejora

Según el diagnóstico realizado se detectó que las rutas tenían direcciones referenciales que no se encuentran en Google maps. La propuesta está fundamentada en utilizar el método de ahorro Clarke & Wright, este algoritmo

permite la incorporación de los datos obtenidos al software Driv.in en línea, por lo que no se requiere comprarlo, se paga mensual por la cantidad de personas que lo tienen que utilizar en la empresa. La empresa desarrolladora, con su deseo de apoyo a las pymes facilita un demo para realizar la carga de unas rutas piloto, con el fin de conocer su manejo y los beneficios que ofrece a Vito Services.

Cada ruta implica el uso de un camión el cual genera costos fijos y variables que se deben cubrir con la prestación de servicio de calidad a su principal cliente actual con miras a tener nuevos clientes ya que dispone de un camión que no se usa en la semana y días en que quedan dos disponibles.

“La tabla 31 se presenta el plan de implementación de la mejora propuesta”.

Tabla 32 Plan de implementación de la propuesta de mejora

Fases	Tareas	Objetivo	Fechas
Presentar la propuesta de mejora	Reunión del gerente con los choferes	Incentivar al personal el uso de la tecnología	Primera semana marzo de 2022
Diagnóstico, preparación de la propuesta de mejora	Ubicación de las hojas de ruta	Determinar las rutas actuales y número de clientes	Segunda, tercera y cuarta semana de marzo 2022
	Revisión de las hojas de ruta	Identificar las direcciones de los clientes en el Google maps	Primera semana ab 2022
	Revisión de las direcciones de los clientes con la distribuidora	Establecer los lineamientos para realizar las nuevas hojas de ruta que se elaboraran el algoritmo Clarke & Wright	Segunda semana abril 2022
Planificar	El ahorro por ruta al aplicar el algoritmo Clarke & Wright	“Identificar cada dirección del cliente de acuerdo a sus documentos en la distribuidora”.	Tercera semana abril 2022
	Establecer las responsabilidades en los choferes de utilizar la tecnología para prestar un mejor servicio	Enseñar el uso del Google maps	Cuarta semana abril 2022
	Comunicar a la distribuidora los cálculos de ahorro obtenidos en cada ruta	Garantizar que el personal de la distribuidora solo envíe el día anterior los clientes a visitar para cargar el app Driv.in	Primera semana mayo 2022
Sensibilización y formación	Capacitación en el uso del aplicativo Driv.in	Informar que la asistencia de la capacitación vía on line e obligatoria	Segunda semana mayo 2022

Fases	Tareas	Objetivo	Fechas
	Solicitar el demo a Driv.in	Realizar el piloto de manejo de rutas obtenidas con el máximo ahorro	Tercera semana mayo 2022
	“Realizar pruebas del uso del Driv.in a los choferes”.	“Determinar si las capacitaciones han logrado llegar a los conductores	Cuarta semana mayo 2022
“Implementación de la propuesta de mejora”	Cargar las rutas al Driv.in	“Comparar los resultados actuales con los propuestos con el uso del aplicativo”	Primera semana junio 2022
	“Entrega de manual de usuario a los conductores”.	“Garantizar que el personal no tenga excusa del buen uso del aplicativo”.	Segunda semana junio 2022
	“Puesta en marcha del uso del aplicativo Driv.in”.	“Llevar a la práctica los conocimientos adquiridos en las capacitaciones. Solicitar el acompañamiento si es necesario	Tercera semana de junio 2022
	“Seguimiento y supervisión de la implementación propuesta.”	“Verificar las rutas y elaborar un indicador de gestión de control”.	Cuarta semana junio 2022

CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones

- La propuesta de mejora al proceso de transporte de la empresa Don Vito Services SAC, mediante el VRP Heurística Método Clarke-Wright, se realizó en una hoja de cálculo de Excel obteniendo la matriz de ahorro de distancia por cada ruta. Para no utilizar el Google map para realizar las rutas obtenidas se propuso el uso del Driv.in que es un aplicativo que se utiliza en la computadora y en el teléfono como aplicativo, sin necesidad de comprar el software, siendo de bajo costo porque se paga por usuario. La ventaja de este aplicativo es que acepta los diferentes algoritmos y se puede la hoja de Excel con los datos obtenidos del VRP Heurística Método Clarke-Wright. El uso de este aplicativo hará más efectiva y eficaz la entrega de la mercadería a los clientes y tener el control de las rutas prestando un mejor servicio a la distribuidora de alimentos.
- Del diagnóstico la situación actual del del proceso de transporte de la empresa Don Vito Services SAC, se observó: a) De lunes a sábado se realizan las entregas a un total de 400 clientes. b) Existen un total de 22 rutas distribuidas en los distritos de Sachaca, Cerro Colorad, Cayma, Jacabo Hunter. c) La experiencia sobre el conocimiento de la zonas donde están ubicados los clientes hace posible las entregas, debido que las direcciones en las hojas de ruta son más referencias que direcciones que las reconozca el Google map, esto impide conocer el flujo de transito en una ventana horaria especifica. De cinco camiones solo se utilizan 4 menos los días martes y viernes que solo hay tres rutas.
- La interrelación de los factores que se consideran para la asignación de las rutas de la empresa Don Vito Services SAC, estos están relacionados con la experiencia del conductor, asignación de vehículos según la capacidad del camión para las entregas y los costos promedios fijos y variables de rendimiento por camión
- El plan de implementación de la mejora de ahorro de las rutas de transporte mediante el VRP Heurística Método Clarke-Wright esta

conformado por: a) Diagnóstico b) planificar, c) Sensibilización y formación, d) "implementación de la propuesta de mejora"

- La propuesta es viable económicamente porque para su implementación se requiere invertir en un año S/ 30,100, los pagos serán realizados de forma mensual por 6 usuarios del aplicativo.

6.2. Recomendaciones

Se recomienda

- Utilizar el aplicativo Driv.in con los datos obtenidos del cálculo del VRP Heurística Método Clarke Wright y evaluar mensualmente su efectividad-
- Realizar de forma trimestral un diagnóstico de funcionamiento de las rutas con el aplicativo para tomar los correctivos de ser necesarios y evaluar al personal su pericia en el manejo del mismo.
- Evaluar los factores que se consideran para la asignación de las rutas eliminar o incluir los que permitan tener costos que permitan rentabilidad adecuada a la empresa, y así poder reinvertir para crecer en el mercado
- Realizar la mejora continua de ahorro de las rutas de transporte mediante el VRP Heurística Método Clarke Wright de la empresa Don Vito Services SAC, es decir revisar y realizar la matriz de ahorro para evitar se pierda el ahorro logrado, el fin es lograr mayor ahorro.
- Realizar presupuesto anual de costos y gastos por rutas incluyendo gastos administrativos. Incluir costo de capacitación y formación del personal.

6.3 Bibliografía

- Álvarez, R. (2017). *Propuesta de Solución al Problema de Ruteo de Vehículos en el Operador Logístico Oppear S.A. para el Transporte y Distribución de Productos Alimenticios Secos del Grupo NUTRESA S.A.* Bogotá DC: Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Obtenido de <https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/5756/%C1lvar ezHern%E1ndezRub%E9nJes%FA%2016.pdf;jsessionid=31DB8FC12C84CA3EBF200CDBC731623D?sequence=1>
- Anbuudayasankar, S., Ganesh, K., & Mohapatra, S. (2014). *Models for Practical Routing Problems in Logistics*. New York : Springer Cham.
- Baldacci, R., Vigo, D., & Toth, P. (2011). Exact solution of the capacitated vehicle routing problem. *Wiley Encyclopedia of Operations Research and Management Science, American Cancer Society*, 1-12.
- Barcia, K. F., Gutiérrez, R. A., & Víctor H. González. (2019). Ruteo Vehicular con Ventanas de Tiempo Aplicando el Algoritmo Clarke & Wright para una Empresa de v. *Industry, Innovation, And Infrastructure for Sustainable Cities and Communities* (págs. 1-10). Jamaica: Escuela Superior Politécnica del Litoral, ESPOL. Obtenido de http://laccei.org/LACCEI2019-MontegoBay/full_papers/FP110.pdf
- Bräysy Olli, M. G. (2002). Tabu search heuristics for the vehicle routing problem with time windows. *Top 10* (2).
- Carraco, J. (2011). *Gestión de Procesos*. Santiago: Evolución S.A.
- Christofides, N., Mingozzi, A., & Toth, P. (1979). *The vehicle routing problem*. Wiley, Chichester, UK: Combinatorial Optimization.
- Clarke, G., & Wright, J. (1964). Scheduling of vehicles from a central depot to a number of delivery points. *Operations Research*, 568-581.
- Cordeau, J., & Laporte, G. (2005). Tabu Search Heuristics for the Vehicle Routing Problem. *Springer US, Boston, MA*, pp. 145–163.
- Cortes, Y. E., & Fonseca, C. D. (2019). *Propuesta de ruteo para vehículos de carga en la distribución de productos en la empresa la EMPRETRIZ S.A.S.*

Bogotá D.C: Universitaria Agustiniiana. Obtenido de <https://repositorio.uniagustiniana.edu.co/bitstream/handle/123456789/976/NaranjoCortes-YimmyEsneider-2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Cuadros, M. d. (2019). *Mejora del Flujo de Transporte de Trigo a Granel para la Empresa Alicorp S.A.A., mediante el uso del Algoritmo Clarke Y Wriigth*. Arequipa: Universidad Católica San Pablo.
- Dantzig, J., & Ramser, J. (1959). The truck dispatching problem. *Management Science* , 80-91.
- Dorigo, M. (1992). *Optimization, Learning and Natural Algorithms, PhD thesis*. Milano: Politecnico di Milano.
- Gaskell, T. (1967). Bases for vehicle fleet scheduling. *Operational Research Quarterly*, 281-295.
- Glover, F. (1989). Tabu search – part I. *INFORMS Journal on Computing* , 190-206.
- Golden, B., Magnanti, T., & Nguyen, H. (1977). Implementing vehicle routing algorithms. *Networks*, 113-148.
- Golden, B., Raghavan, S., & Wasil, E. (2008). *The Vehicle Routing Problem Latest Advances and New Challenges* . Washington, DC: Springer Science+Business Media, LLC.
- Gudmundsson, H., Hall, R., Marsden, G., & Zietsman, J. (2016). *Sustainable Transportation: Indicators, Frameworks and Performance Management*. New York: Springer. doi:DOI 10.1007/978-3-662-46924-8
- Ho, S., & Haugland, D. (2004). A tabu search heuristic for the vehicle routing problem with time windows and split deliveries. 1-22. doi:DOI:10.1016/S0305-0548(03)00155-2
- Kappauf, J., Lauterbach, B., & Koch, M. (2012). *Logistic Core Operations with SAP*. New York: Springer. doi:DOI 10.1007/978-3-642-18202-0
- Labadie, N., Prins, C., & Prodhon, C. (2016). *Metaheuristics for Vehicle Routing Problems*. London: Wiley.

- Mogollón, F., & Zafra, A. (2019). *Diseño de un Modelo de Distribución y Transporte y su Impacto en los Costos del Centro de Distribución de la Empresa Costa Gas S.A.C.* Trujillo: Universidad Privada Antenor Orrego. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12759/4801>
- Nalepa, J. (2020). *Smart Delivery Systems Solving Complex Vehicle Routing Problems.* Amsterdam: Elsevier.
- Rocha, V., & Salaberry, J. (2019). *Un Método de Resolución para el Problema de Ruteo de Vehículos con Múltiples Depósitos.* Montevideo, Uruguay: Universidad de la República Montevideo. Obtenido de <https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/bitstream/20.500.12008/20533/1/tg-Rocha-Salaberry.pdf>
- Taillard, É. (1993). Parallel iterative search methods for vehicle routing problems. *Networks* 23, 661–673.
- Talarico, L., Sörensen, K., & Springael, L. (2015). The k-dissimilar vehicle routing problem. *European Journal of Operational Research* , 129–140.
- Toth, P., & Vigo, D. (2002). *The Vehicle Routing Problem.* Philadelphia: Society for Industrial and Applied Mathematics.
- Toth, P., & Vigo, D. (2014). *Vehicle Routing Problems, Methods, and Applications.* Philadelphia: Siam.
- Vansteenwegen, P., & Gunawan, A. (2019). *Orienteering Problems Models and Algorithms for Vehicle Routing Problems with Profits.* Switzerland: Springer .
- Verma, O., Jain, R., & Chhabra, V. (2014). Solution of travelling salesman problem using. *International Journal of Swarm Intelligence*, 179-1792.
- Vigo, D. (1996). A heuristic algorithm for the asymmetric capacitated vehicle routing problem. *European Journal of Operational Research*, 108-126.
- Wang, X. (2015). *Operational Transportation Planning of Modern Freight Forwarding Companies.* Bremen, Germany: Springer Gabler.
- Yellow, P. (1970). A computational modification to the savings method of vehicle scheduling. *Operational Research Quarterly*, 281-283.

Zanjirani, R., Rezapour, S., & Kardar, L. (2011). *Logistics Operations and Management*. New York: Elsevier Inc.

Zhang, J., Cai, S., Ye, F., Si, Y., & Nguyen, T. (2017). A hybrid algorithm for a vehicle routing problem with realistic constraints. *Information Sciences* , 167-182.

6.4 Anexos

Anexo 1 Matriz de ahorros Clarke & Wriqth día lunes

N°	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
1	0.3	8.4	0.8	1.1	6.6	15.1	0.1	2.4	0.1	0.4	0.0	0.7	0.9	0.1	3.2	10.3	2.0	1.0	0.3	20.5	6.0
2	0.4	4.5	0.8	1.1	6.6	8.4	0.1	1.5	0.0	0.2	0.0	0.5	0.7	0.0	3.2	4.2	1.9	0.7	0.2	8.4	4.0
3	0.4	4.1	0.8	0.4	0.8	0.8	0.9	1.5	0.5	0.4	0.7	1.2	1.3	0.5	1.0	0.0	1.5	1.0	0.3	0.8	1.6
4	0.5	3.7	0.8	3.3	1.1	1.1	0.0	0.2	0.0	0.1	0.0	0.1	0.1	0.0	1.1	0.6	0.7	0.2	0.1	1.1	0.6
6	0.5	3.3	0.9	2.9	4.1	6.6	0.0	1.2	0.0	0.2	0.0	0.4	0.5	0.0	3.2	3.4	1.8	0.6	0.2	6.1	3.3
7	0.6	2.9	0.9	2.5	3.7	0.5	0.0	2.0	0.1	0.4	0.0	0.6	0.8	0.0	3.2	7.8	1.9	0.9	0.3	15.1	5.2
8	0.6	2.5	1.0	2.1	3.3	0.1	3.8	7.7	7.1	6.4	8.0	9.2	8.8	0.1	0.2	3.3	0.9	4.2	4.0	0.0	3.3
9	0.7	2.1	1.0	1.7	2.9	0.3	1.5	3.7	4.9	4.2	5.9	14.7	14.6	4.9	1.2	1.1	2.1	2.2	2.4	2.6	9.9
10	0.7	1.7	1.1	1.3	2.5	0.7	5.3	3.3	3.3	7.7	7.5	6.4	5.9	3.4	0.0	4.7	0.4	5.5	4.9	0.1	1.6
11	0.8	1.3	1.1	0.9	2.1	1.1	4.6	2.9	2.9	0.3	6.8	5.8	5.3	5.5	0.0	6.2	0.2	6.5	5.2	0.5	1.1
12	0.8	0.9	1.2	0.5	1.7	2.9	0.7	2.5	2.5	0.1	1.2	7.3	6.9	5.3	0.1	3.7	0.6	4.6	4.4	0.0	2.3
13	0.9	0.5	4.1	0.1	1.3	2.5	0.9	2.1	2.1	0.2	4.3	4.1	15.5	5.3	0.6	2.9	1.5	3.4	3.4	0.7	6.5
14	0.9	0.1	3.7	0.3	0.9	2.1	1.2	1.7	1.7	0.3	0.8	3.7	2.1	4.3	0.7	2.3	1.6	3.1	3.1	0.9	7.0
15	1.0	0.3	3.3	0.8	0.5	1.7	6.9	1.3	7.8	4.0	0.5	3.3	1.7	2.9	0.0	3.1	0.3	4.3	4.5	0.1	1.2
16	1.0	0.7	2.9	0.8	3.3	1.3	1.1	0.5	3.3	2.4	0.9	2.9	1.3	2.5	1.3	1.2	2.0	0.1	0.0	3.2	2.4
17	1.1	1.1	2.5	0.9	2.9	0.9	2.3	0.6	1.1	4.9	2.1	2.5	0.9	2.1	0.9	3.3	0.2	6.3	3.8	15.8	0.3
18	1.1	1.5	2.1	0.9	2.5	0.5	0.0	2.1	4.7	5.2	1.9	2.1	0.5	1.7	0.5	2.9	3.3	0.0	0.1	1.9	2.8
19	1.2	1.9	1.7	1.0	2.1	0.1	2.0	4.3	6.2	4.4	1.9	1.7	0.1	1.3	0.1	2.5	2.9	0.6	4.9	1.2	0.3
20	0.8	0.7	0.3	0.4	0.6	0.3	6.2	0.7	3.7	3.4	0.6	0.3	0.3	0.9	0.3	2.1	2.5	3.4	4.2	0.4	0.6
21	0.6	1.1	3.1	1.3	0.7	2.9	1.5	3.4	2.9	3.1	1.5	3.1	2.9	0.5	0.8	1.7	2.1	7.8	0.0	0.5	6.4

Anexo 2 Simulaciones de 20 distancias de recorrido método ahorro

	Variable Distancia					
Simulación	1	2	3	4	5	6
Lunes – Jueves	43,81	43,58	43,08	31,86	31,23	34,55
Martes - Viernes	32,08	31,45	30,42	35,26	35,53	40,41
Miércoles - Sábado	34,73	35,30	36,83	43,49	43,14	34,99
TOTAL	110,62	110,33	110,33	110,61	109,90	109,95
Simulación	7	8	9	10	11	12
Lunes – Jueves	35,4	31,38	31,34	31,27	31,42	31,37
Martes - Viernes	31,45	43,82	43,14	42,45	43,65	43,29
Miércoles - Sábado	43,04	34,83	35,6	36,19	34,83	34,83
TOTAL	109,89	110,03	110,08	109,91	109,90	109,49
Simulación	13	14	15	16	17	18
Lunes – Jueves	30,28	43,8	31,69	31,55	35,03	31,35
Martes – Viernes	35,73	30,28	43,17	43,62	34,58	43,08
Miércoles – Sábado	43,96	35,71	34,83	34,88	40,48	35,5
TOTAL	109,97	109,79	109,69	110,05	110,09	109,93
Simulación	19	20				
Lunes – Jueves	31,37	31,55				
Martes – Viernes	43,35	43,35				
Miércoles – Sábado	34,98	34,83				
TOTAL	109,70	109,73				