



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**  
**FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICAS**  
**TRABAJO FINAL DE LA MATERIA INTEGRADORA**

**“DISEÑO DE UN MODELO DE DISTRIBUCIÓN PARA UNA  
EMPRESA COURIER LOCALIZADA EN GUAYAQUIL MEDIANTE  
LA APLICACIÓN DE UN MODELO CVRPTW”**

**Previo a la obtención del Título de:**

**INGENIERO EN LOGÍSTICA Y TRANSPORTE**

**Presentado por:**

**EVELYNNE VIVIANA CALLE RUIZ**

**ERICK FABRICIO GARCÍA ECHEVERRÍA**

**Guayaquil - Ecuador**

**Año: 2018**

## **AGRADECIMIENTOS**

A la Escuela Superior Politécnica del Litoral  
por permitirnos ser parte de tan célebre institución,  
por acogernos y brindarnos una  
educación de excelencia.

A nuestros docentes, en especial a nuestro  
Tutor de tesis y amigo Ing. Guillermo Baquerizo,  
por apoyarnos y ser parte de nuestra  
formación como profesionales  
desde el inicio de nuestra carrera.

## DEDICATORIA

A Dios por su amor incondicional, por brindarme la fuerza y determinación para alcanzar mis metas, por sus múltiples bendiciones y fortalezas que forjaron el ser humano que soy.

A mi padre y hermano porque son las personas más importantes e influyentes en mi vida, por apoyarme e impulsarme a ser mejor a pesar de las adversidades.

A mi familia, compañeros y amigos por ser partícipes y brindarme su apoyo en cada paso del camino recorrido.

Evelynne.

A Dios por brindarme vida, salud y su incondicional amor permitiéndome lograr con cada una de mis metas trazadas, a mis padres por todo el apoyo brindado y ser quienes me motivan a dar siempre lo mejor de mí.

A mi familia, profesores compañeros y amigos en especial mi compañera de tesis por la grata experiencia brindada de trabajo en equipo.

Erick.

## DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido desarrollado en la presente propuesta de la materia integradora corresponde exclusivamente al equipo conformado por:

Evelynne Viviana Calle Ruiz

Erick Fabricio García Echeverría

Y el patrimonio intelectual del mismo a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”.

---

Evelynne Viviana Calle Ruiz

---

Erick Fabricio García Echeverría

## RESUMEN

La empresa, objeto de estudio, se dedica a ofrecer el servicio de mensajería o Courier en la ciudad de Guayaquil. Al notar que la demanda crece, al igual que las exigencias de sus clientes, han decidido ser más competitivo en el mercado, otro motivo es la disminución en la cantidad de clientes en los últimos tres años, motivo por el cual desea implementar entregas con ventanas de tiempo y un indicador de desempeño para evaluar su desempeño.

Actualmente, su modelo de entrega consiste en la distribución de los sobres o valijas corporativas de forma diaria, presentándose problemas al momento de llegar a su destino, debido a que el cliente no se encuentra en el sitio, o no pueden recibir el producto en ese momento. Actualmente organizan la bitácora de entrega utilizando el método del vecino más cercano en forma empírica.

El estudio tiene como objetivo principal diseñar un modelo de distribución para la flota motorizada con el fin de reducir costos operativos logísticos, optimizar tiempos de entrega y minimizar distancia recorrida.

Cabe recalcar que el estudio se realizó para el servicio de valija corporativa con flota motorizada, pero la implementación de este modelo también se puede realizar en las otras actividades de entrega de la empresa.

## **ABSTRACT**

The company under study offers Courier service in the city of Guayaquil. Based on the demand growing as well as the increasing needs of its clients, has decided to be more competitive in the market, moreover considering the decrease in the number of customers in the last three years, so they plan to implement deliveries with time schedules as strict as possible and an indication of compliance to evaluate performance.

Currently, its delivery model consists of distributing the merchandise on a given day, having problems when reaching its destination because the client is not found or can not receive the product at that time. In addition, the delivery log is made using the closest neighbor's method in empirical form.

The main objective of the study is to design a distribution model for the motorized fleet in order to reduce logistical operating costs, optimize delivery times and minimize distance traveled.

It should be emphasized that the study was carried out for the corporate pouch service with motorized, but the implementation of this model can also be applied in the other delivery activities of the company.

## ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	III
ÍNDICE DE TABLAS .....	VII
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	IX
ABREVIATURAS.....	X
GLOSARIO.....	XI
PLANTEAMIENTO DE PROBLEMA.....	1
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	2
1.1.1. ANTECEDENTES.....	2
1.1.2. SITUACIÓN ACTUAL .....	4
1.1.3. DIAGRAMA DE LA PROBLEMÁTICA .....	6
1.1.4. HIPÓTESIS DEL TRABAJO.....	8
1.1.5. JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA .....	8
1.2. OBJETIVOS .....	9
1.2.1. OBJETIVO GENERAL .....	9
1.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	10
1.3. MARCO TEÓRICO.....	10
1.3.1. REVISIÓN DE LA LITERATURA.....	10
1.3.2. MARCO CONCEPTUAL.....	13
CAPÍTULO 2 .....	23
METODOLOGÍA.....	23
2.1. FLUJOGRAMA DE ACTIVIDADES.....	23
2.2. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.....	25
2.3. METODOLOGÍA A SEGUIR .....	26
2.3.1. ENTREVISTA.....	26

2.3.2.	TRATAMIENTO DE DATOS .....	26
2.4.	SOFTWARE .....	27
2.4.1.	CAPACIDADES TÉCNICAS .....	27
2.4.2.	MÉTODO DE APRENDIZAJE.....	28
2.4.3.	LICENCIA .....	28
	CAPÍTULO 3 .....	29
	ANÁLISIS DE DATOS .....	29
3.1.	RECOPIACIÓN DE DATOS.....	29
3.1.1.	NODO ORIGEN Y NODOS DESTINO .....	29
3.1.2.	PARÁMETROS DEL PROBLEMA .....	30
3.2.	COSTOS INVOLUCRADOS .....	34
3.2.1.	COSTOS FIJOS .....	34
3.2.2.	COSTO VARIABLE .....	34
3.3.	MODELO APLICADO.....	35
3.4.	RESULTADOS OBTENIDOS .....	39
3.4.1.	COMPARACIÓN DE RESULTADOS .....	59
3.4.2.	ANÁLISIS DE COSTOS OPERATIVOS.....	63
3.4.3.	PROPUESTA DE INDICADORES DE CONTROL .....	64
	CAPÍTULO 4 .....	66
	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	66
4.1.	CONCLUSIONES .....	66
4.2.	RECOMENDACIONES .....	67
	ANEXOS.....	68
	BIBLIOGRAFÍA.....	79



## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1. Ubicación de Oficinas .....	3
Tabla 1.2. Tamaño y Tipo de Flota .....	5
Tabla 3.3: Coordenadas de clientes .....	31
Tabla 3.4: Matriz de distancia Km (Cliente 1 al Cliente 5) .....	32
Tabla 3.5: Matriz de Tiempo (Min) Cliente 1 al cliente 5 .....	33
Tabla 3.6: Detalle de Ventanas horarias.....	34
Tabla 3.7: Costo fijo - Costo de Trabajador .....	34
Tabla 3.8: Resultados día 1 .....	39
Tabla 3.9: Asignación día 1 .....	40
Tabla 3.10: Resultados Día 2.....	40
Tabla 3.11: Asignación Día 2 .....	41
Tabla 3.12: Resultados Día 3.....	41
Tabla 3.13: Asignación Día 3 .....	42
Tabla 3.14: Resultados Día 4.....	42
Tabla 3.15: Asignación Día 4 .....	43
Tabla 3.16: Resultados Día 5.....	43
Tabla 3.17: Asignación Día 5 .....	44
Tabla 3.18: Resultados Día 6.....	44
Tabla 3.19: Asignación Día 6 .....	45
Tabla 3.20: Resultados Día 7 .....	45
Tabla 3.21: Asignación Día 7 .....	46
Tabla 3.22: Resultados Día 8.....	46
Tabla 3.23: Asignación Día 8 .....	47
Tabla 3.24: Resultados Día 9.....	47
Tabla 3.25: Asignación Día 9 .....	48
Tabla 3.26: Resultados Día 10.....	48
Tabla 3.27: Asignación Día 10 .....	49
Tabla 3.28: Resultados Día 11.....	49
Tabla 3.29: Asignación Día 11 .....	50
Tabla 3.30: Resultados Día 12.....	50
Tabla 3.31: Asignación Día 12 .....	51
Tabla 3.32: Resultados Día 13.....	51

Tabla 3.33: Asignación Día 13 .....	52
Tabla 3.34: Resultados Día 14.....	52
Tabla 3.35: Asignación Día 14 .....	53
Tabla 3.36: Resultados Día 15.....	53
Tabla 3.37: Asignación Día 15 .....	54
Tabla 3.38: Resultados Día 16.....	54
Tabla 3.39: Asignación Día 16 .....	55
Tabla 3.40: Resultados Día 17.....	55
Tabla 3.41: Asignación Día 17 .....	56
Tabla 3.42: Resultados Día 18.....	56
Tabla 3.43: Asignación Día 18 .....	57
Tabla 3.44: Resultados Día 19.....	57
Tabla 3.45: Asignación Día 19 .....	58
Tabla 3.46: Resultados Día 20.....	58
Tabla 3.47: Asignación Día 20 .....	59
Tabla 3.48: Análisis Comparativo - Cantidad de Km recorridos.....	63
Tabla 3.49: Análisis Comparativo de costos.....	64

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1.1. Estado Financiero - Empresa de Paquetería y Mensajería.....	6
Ilustración 1.2. Representación gráfica de la Distribución de la empresa Courier .....	6
Ilustración 1.3. Representación gráfica de Sectores .....	7
Ilustración 1.4. Proceso del servicio de planeación del servicio .....	8
Ilustración 1.5. Comparación gráfica TSP y VRP .....	15
Ilustración 2.6. Flujograma del Proyecto 1 de 2 .....	23
Ilustración 2.7. Flujograma del Proyecto 2 de 2 .....	24
Ilustración 2.8. Cronograma de actividades .....	25
Ilustración 3.9: Coordenadas del CEDI.....	29
Ilustración 3.10: Ubicación Geográfica de clientes.....	30
Ilustración 3.11: Cant. Rutas por semana.....	60
Ilustración 3.12: Cant. Km recorridos por semana .....	61
Ilustración 3.13: Comparación Situación actual vs Propuesta (Por día) .....	62

## ABREVIATURAS

<b>CEDI</b>	Centro de Distribución.
<b>CVRP</b>	(Capacited Vehicle Routing Problem) Problema de enrutamiento Vehicular capacitado.
<b>HVRP</b>	(Heterogeneous Vehicle Routing Problem) Problema de enrutamiento Vehicular para flota heterogénea.
<b>SVRP</b>	(Stochastic Vehicle Routing Problem) Problema de enrutamiento Vehicular con demanda estocástica.
<b>TSP</b>	(Traveling Salesman Problem) Problema del agente viajero.
<b>VRP</b>	(Vehicle Routing Problem) Problema de Ruteo Vehicular.
<b>VRPPD</b>	(Vehicle Routing Problem with Pickup and Delivery) Problema de Ruteo Vehicular con recogida y entrega.
<b>VRPTW</b>	(Vehicle Routing Problem Time Windows) Problema de Ruteo Vehicular con ventanas de tiempo.

## GLOSARIO

- C -

**Core- business:** Giro de negocio de una organización.

**Cross- Docking:** Sistema de distribución en el cual se establece que las unidades logísticas son recibidas en una plataforma física aislada, donde son almacenadas temporalmente y preparadas para su envío inmediato.

- D -

**Delivery:** Actividad de entrega puerta a puerta de un bien o servicio.

**Demanda:** Solicitud de un bien o servicio específico por parte de un cliente.

- E -

**Estocástica:** Usado para denotar que es sometido al azar o se da de forma aleatoria.

- H -

**Heurística:** Metodología o técnica que se implementa para resolver un problema que tiene una solución difícil de hallar, a través de algoritmos que permiten hallar una respuesta muy cercana a la óptima.

- P -

**Packing:** Proceso de empaquetamiento para proteger la mercancía antes de ser transportada o distribuida.

**Picking:** Procedimiento de despacho, en el cual se recoge material extrayendo pequeñas unidades de un empaque de mayor volumen o superior.

- T -

**Tracking:** Herramienta mediante la cual se hace seguimiento o rastreo a un producto o servicio.

- V -

**Ventanas de tiempo:** Período de tiempo que contempla una hora de inicio y de fin en el cual se debe visitar una ubicación.

**Valijas Corporativa:** Correo interinstitucional de una empresa.

- W -

**Warehousing:** Almacenamiento de un bien o producto, que incluye actividades como guardar, custodiar un bien que no se encuentra en proceso de producción o transporte.

# CAPÍTULO 1

## PLANTEAMIENTO DE PROBLEMA

### 1. INTRODUCCIÓN

La planificación de rutas para una empresa que ofrece el servicio de entrega de mensajería o Courier es parte vital para la correcta gestión de la misma; la coordinación, supervisión y asignación son partes de un servicio integrado que llega a manos de sus clientes; que pueden ser, desde una persona común hasta una entidad empresarial o financiera, clientes a los cuales se ofrece el mejor servicio posible, siempre que no afecte económicamente a la misma.

Cuando se evidencia un problema con los costos operativos y la rentabilidad que genera el servicio a la empresa, generalmente es porque existe un problema de planificación, coordinación y manejo de recursos, lo que termina siendo un inconveniente fundamental para el empresa que otorga el servicio, razón por la que, debe idearse una solución para la disminución de costos, tomando en cuenta que además se debe cumplir con la alta competitividad del mercado manteniendo la fidelidad del cliente y haciendo que esta última se proyecte y replique hacia otros.

Este proyecto cuenta con cuatro capítulos que le permiten poseer una estructura de fácil comprensión y aplicación, en el Primero detalla el planteamiento del problema, antecedentes, objetivos y la visualización conceptual, revisión de trabajos afines o parecidos para la elaboración de una solución; el Segundo capítulo en base a un cronograma, permite enfocarse en la planeación de las actividades a realizar, metodología y técnicas a seguir.

En el Tercer capítulo se detalla un análisis de la información obtenida a través de las técnicas antes mencionadas, elaboración de una propuesta y comparación de la situación actual de la empresa con los resultados obtenidos.

Finalmente, el cuarto capítulo especifica y puntualiza las recomendaciones y conclusiones que se ofrecen a la empresa Courier, para que la misma tome en cuenta la propuesta ofertada.

## **1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA**

### **1.1.1. ANTECEDENTES**

La empresa en la cual se centra el presente análisis, es una compañía de mensajería y paquetería con presencia en el país desde hace 21 años; empezó sus operaciones ofreciendo el servicio de correo privado doméstico en las principales ciudades del Ecuador; Guayaquil, Quito y Cuenca, además de abrir sucursales en Manta, Machala y Esmeraldas.

Con los años logró consolidarse y alcanzó a entregar grandes volúmenes de paqueterías mensuales, forjando alianzas con las principales instituciones bancarias, telefonías, tiendas departamentales y tarjetas líderes del mercado.

Esta empresa de distribución postal, posee una vasta experiencia y capacidad de llegar a mercados masivos, con efectividad de entrega a millones de personas en sus residencias u oficinas a diario.

Gradualmente ha expandido sus operaciones y portafolio de servicios a todas las ciudades del país, actualmente cuenta con 32 oficinas a nivel nacional, adquiriendo representación en 23 de las 24 provincias del Ecuador.

Cuenta con una red de distribución que le permite llegar de forma directa a la población de cada país, tienen cobertura en: Ecuador, Perú, Colombia, Chile y Honduras, logrando en el último año la cantidad de 170 millones de envíos físicos totales. Posee una fuerza laboral de 6000 empleados en los cinco países, personal especializado y con un alto nivel de expertise en cada proceso, recursos que le permiten ejecutar con gran eficiencia las entregas y que ofrecen un servicio al cliente de calidad.



REGIÓN	PROVINCIA	CIUDAD	CANTIDAD DE OFICINAS
Costa	Esmeraldas	Esmeraldas	1
	Manabí	Manta	1
		Portoviejo	1
		Bahía de Caráquez	1
		Chone	1
	Guayas	Libertad	1
		Guayaquil	1
		Milagro	1
		Naranjal	1
		Playas	1
	El Oro	Machala	1
	Los Ríos	Babahoyo	1
		Quevedo	1
Sierra	Carchi	Tulcán	1
	Imbabura	Ibarra	1
	Pichincha	Quito	1
		Cayambe	1
	Santo Domingo de los Tsáchilas	Santo Domingo	1
	Tungurahua	Ambato	1
	Cañar	Azogues	1
	Azuay	Cuenca	1
	Bolívar	Guaranda	1
	Cotopaxi	Latacunga	1
	Chimborazo	Riobamba	1
Loja	Loja	1	
Oriente	Sucumbíos	Lago Agrio	1
	Orellana	Orellana	1
	Morona Santiago	Morona	1
	Napo	Tena	1
	Pastaza	Puyo	1
	Zamora Chinchipe	Zamora	1
Insular	Galápagos	Santa Cruz	1

**Tabla 1.1. Ubicación de Oficinas**

*Fuente: Elaboración Propia*

Actualmente maneja un amplio portafolio de servicios y ofrece soluciones estratégicas a todos sus clientes, éstas incluyen:

- Warehousing
- Picking & Packing
- Valijas Corporativas
- Courier Express
- Delivery
- Entrega de productos delicados o medicinas
- Colocación de tarjetas de crédito
- Embalaje

El presente proyecto se centra en el análisis del servicio de valija corporativa que se ofrece en Guayaquil, haciéndose en promedio 200 entregas diarias, representando el 20% de los ingresos de la empresa. Para este servicio actualmente se utilizan 9 motorizados, los cuales transportan una valija con un límite de peso de 5 kg.

### **1.1.2. SITUACIÓN ACTUAL**

El creciente mercado de comercio electrónico está produciendo a nivel global y local impactos en la operatividad de las diversas empresas de distribución; las exigencias del mercado, los plazos más ajustados, las entregas en horarios personalizados y el aumento en la demanda de entregas puerta a puerta, presiona a las empresas a elevar la inversión y redimensionar las plantillas y flota, tanto en diversidad como en tamaño.

Con la meta de cumplir con la demanda de los clientes, las empresas han incurrido en grandes costos logísticos, el presente análisis o estudio busca proponer mejoras en el proceso de distribución de paquetería de una Empresa Courier, centrándose en el servicio de valija corporativa y teniendo como horizonte la disminución de costos operativos, los cuales

en los últimos años han sido causantes de pérdida directa para la empresa.

Actualmente la empresa cuenta con una flota heterogénea mixta y maneja en el mercado tres líneas de servicio:

1. Logística liviana, compuesta por una flota propia y tercerizada
2. Logística externa, compuesta por una flota propia y tercerizada
3. Postal, compuesta por una flota motorizada tercerizada.

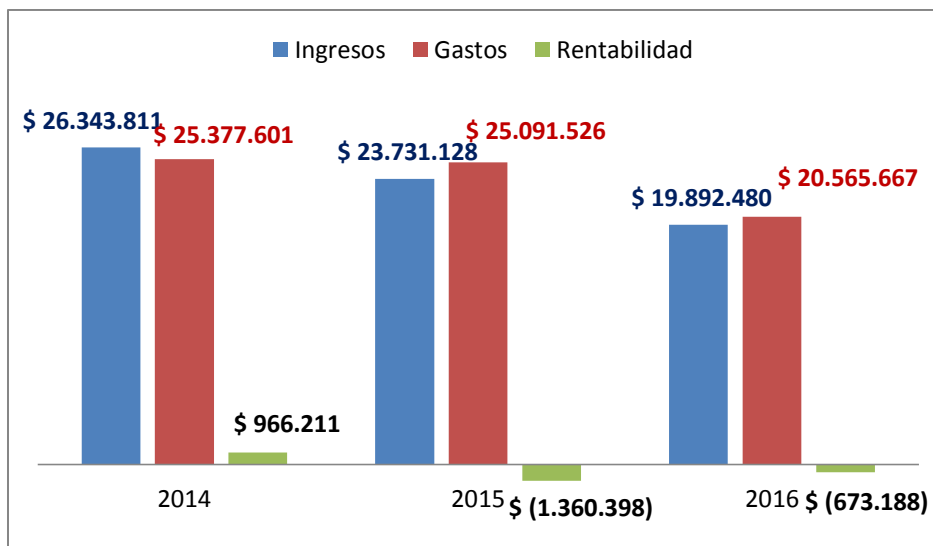
Las líneas de logística liviana y externa cuentan con 34 vehículos para la recolección y entrega de producto; la flota en la cual se centrará el análisis, es la línea Postal la cual cuenta con 9 motorizados. En general la relación vehículo- empleado es de uno a uno, es decir por cada vehículo se cuenta con un empleado.

Línea de servicio	Tipo de flota	Cantidad
Logística Liviana		24
Logística Externa		10
Postal		9

**Tabla 1.2. Tamaño y Tipo de Flota**

*Fuente: Elaboración Propia*

La empresa gestiona indicadores para la mayor parte de sus actividades y trabaja con una plataforma tipo tracking que le permite tener trazabilidad de todas las entregas realizadas. En vista de la alta competitividad del sector de mensajería y paquetería, la organización en cuestión se ha visto en la necesidad de disminuir el tiempo de entrega, quedando este reducido a una brecha o período horario conocido como ventana de tiempo, reducir los costos operativos, ya que de acuerdo a la Ilustración 1.1, se ha observado pérdida de mercado y rentabilidad en los dos últimos años, esto ha impulsado a la empresa a mejorar y agregarle valor al servicio de valijas corporativas.



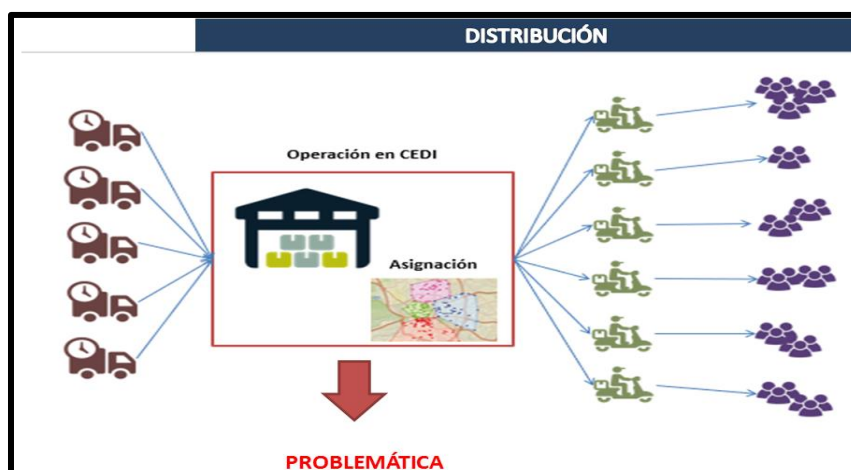
**Ilustración 1.1. Estado Financiero - Empresa de Paquetería y Mensajería**

*Fuente: Superintendencia de Compañías*

### 1.1.3. DIAGRAMA DE LA PROBLEMÁTICA

El servicio de entrega de valija corporativa inicia con la recepción de las mismas en el Centro de distribución (CEDI). El cliente determina el día en el cual quiere recibir el envío, al manejarse esta operación con entidades financieras y empresas multinacionales, esto queda definido al momento de elaboración del contrato.

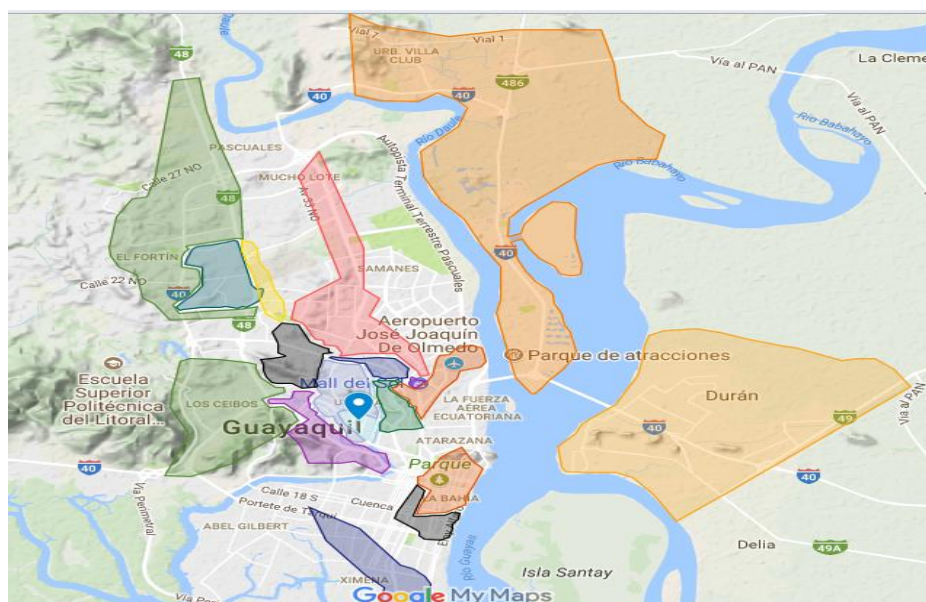
Actualmente solo se define el parámetro día de entrega, la empresa Courier quiere disminuir el tiempo de entrega dejándolo definido en una brecha horaria o ventanas de tiempo.



**Ilustración 1.2. Representación gráfica de la Distribución de la empresa Courier**

*Fuente: Elaboración propia*

Si la empresa contara con esta ventaja competitiva en el mercado, el departamento comercial podría enfocarse en captar más clientes para el servicio de valija corporativa, de este modo se recuperaría mercado y aumentaría la rentabilidad. Por esto es primordial la imposición de ventanas de tiempo en un servicio de alta competitividad en el cual se debe impresionar constantemente a los clientes actuales y potenciales.

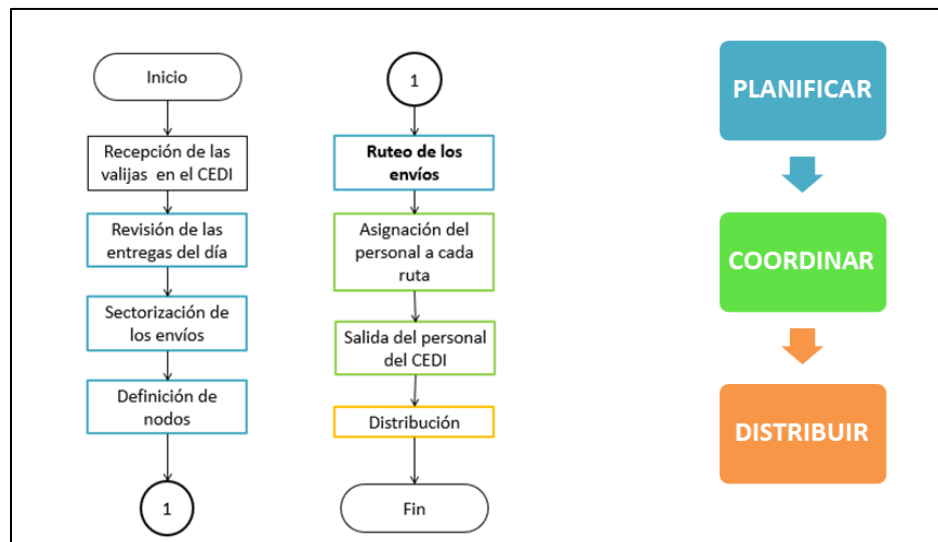


### Ilustración 1.3. Representación gráfica de Sectores

*Fuente: Elaboración propia*

La planificación empieza revisando y organizando las entregas que han sido programadas a entregarse en el día, se procede a sectorizar los envíos de acuerdo a su ubicación; en general la empresa define 18 sectores en Guayaquil; esto para todos los servicios que oferta.

El planificador de ruta define el orden de visita que debe cumplir cada motorizado, la planificación o ruteo se realiza de forma manual y empírica con el algoritmo conocido como Vecino más cercano, ruta que después será ejecutada por el motorizado.



**Ilustración 1.4. Proceso del servicio de planeación del servicio**

*Fuente: Elaboración propia*

#### 1.1.4. HIPÓTESIS DEL TRABAJO

La construcción de un modelo de distribución CVRP con ventanas de tiempo para una flota motorizada disminuirá los costos operativos logísticos de la empresa Courier y le dará un valor agregado al servicio actualmente ofrecido.

#### 1.1.5. JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

En la actualidad las empresas del sector logístico se encuentran en una búsqueda constante e implementación de metodologías y estrategias para disminuir los costos y aumentar la rentabilidad, siempre manteniendo como enfoque el mejor servicio al cliente.

La ventaja competitiva y el valor agregado que se le pueda añadir al servicio de valija corporativa son los puntos referentes para la empresa Courier. El transporte es clave para este tipo de empresas y más aún cuando el core business de éstas es la distribución de correspondencia, ya que sitúa los productos en el lugar y hora indicados por el cliente.

El problema de ruteo, la gestión del transporte y disminución de tiempos de entrega son elementos a mejorar para que la empresa se adapte a los cambios en el mercado y la demanda de los clientes.

La mala planificación de ruta para los motorizados de la empresa Courier se refleja en los altos costos logísticos, por esto se debe considerar la optimización de este proceso, para que se pueda gestionar de manera fluida las entregas, sin retrasos, en una brecha o período de tiempo y con toda la seguridad del caso para que las instituciones financieras, quienes representan el mayor porcentaje del servicio de valija corporativa, sientan plena confianza y compromiso en la mejora continua por parte de la empresa Courier.

Mediante la construcción de un modelo de distribución se desea mejorar la situación actual, disminuyendo los tiempos de entrega, abaratando costos logísticos de la empresa para que se pueda enfocar en captar mayor clientela y garantizar la fiabilidad de las entregas.

## **1.2. OBJETIVOS**

Un objetivo es la meta en la cual se enfoca la sucesión o creación de un conjunto de acciones, también conocidos como objetivos específicos; los objetivos de un proyecto sirven para definir las actividades, procesos y pasos a realizarse con el fin de lograr una meta, la cual en este caso específico es la presentación de una propuesta para resolver el problema de enrutamiento de una empresa Courier.

### **1.2.1. OBJETIVO GENERAL**

Diseñar un modelo de distribución para la flota motorizada de una empresa de mensajería o Courier con el fin de reducir costos operativos logísticos, optimizar tiempos de entrega y minimizar distancia recorrida.

### **1.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Evaluar la operación actual del departamento de distribución para determinar problemas o cuellos de botella que estén afectando la operación.
- Disminuir costos operativos logísticos utilizando un modelo matemático de distribución para el servicio de valija corporativa.
- Optimizar la cantidad de motorizados a utilizar para las entregas de valijas corporativas.
- Minimizar la distancia total recorrida cumpliendo con el tiempo de entrega propuesto al cliente.
- Proponer estrategias para mejorar el funcionamiento del servicio de valija corporativa.

### **1.3. MARCO TEÓRICO**

La elaboración del marco teórico es una parte esencial para cualquier proyecto, ya que es la fundamentación conceptual y teórica que sirve como base para el desarrollo del proyecto.

#### **1.3.1. REVISIÓN DE LA LITERATURA**

La revisión de literatura es una metodología muy utilizada cuyo fin es el de economizar esfuerzos, ya que se basa en la investigación de documentos y reportes que se encuentran en el medio y que han sido presentados por colegas, con temas afines al tema propio de investigación, documentos que en la mayoría de los casos presentan comentarios, observaciones y recomendaciones que surgieron al analizar o resolver problemas de similares características, materiales que pueden ser útiles al propósito del estudio.



## **Artículo N. 1**

**Nombre de la Publicación:** Cross- Docking with vehicle routing problem. A state of art review

**Autor:** Elsa Cristina González-La Rotta, Mauricio Becerra-Fernández.

**Instituto/Universidad:** Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.

**Fecha de publicación:** 16 de febrero de 2017.

### **Resumen**

Este documento sintetiza las definiciones conceptuales básicas sobre ruteo vehicular y habla puntualmente sobre como una estrategia de Cross-Docking, mejor conocida como plataforma de intercambio de mercancías; puede beneficiar a una organización. Aporta información necesaria para entender que actividades u operaciones se encuentran relacionadas con Cross- Docking; como ruteo vehicular, planificación horaria, correcta consolidación de carga, buscando optimización en la distancia recorrida, disminución de costos, reducción de tiempo de recorrido, sin embargo, indica que existe un área que no se ha explorado; incertidumbre de la demanda.

Menciona algunos trabajos realizados en el medio, que pueden clasificarse como modelos que maximicen el flujo de material, modelos orientados a costos operativos, modelos de consolidación, modelos de tipo ambiental orientados a la disminución de Emisiones de CO<sub>2</sub>.

### **Dirección Electrónica:**

[http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0012-73532017000100271](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0012-73532017000100271)

## **Artículo N.2**

**Nombre de la Publicación:** Solución del problema de ruteo de vehículos con demandas estocásticas mediante la optimización por espiral.

**Autor:** Natalia Alejandra Gelves-Tello, Ricardo Andrés Mora-Moreno, Henry Lamos-Díaz.

**Instituto/Universidad:** Universidad Industrial de Santander.

**Fecha de Publicación:** 28 de marzo de 2016.

### **Resumen**

Estudio que plantea como se puede establecer un modelo de ruteo vehicular tomando en cuenta que la demanda de los clientes, es de tipo estocástica, en la cual su valor es conocido solo en el instante en el que el camión llega a la localización del cliente. Para lo cual se implementó y observó que la metaheurística aplicada, optimización por espiral muestra soluciones viables, además establece la importancia de aplicación de operadores de mutación para mejorar la función objetivo. Muestra una comparación del resultado de la función objetivo con optimización por espiral y un híbrido, al cual se le agregar los operadores de mutación y la heurística 2opt.

### **Dirección electrónica:**

<http://revistas.uptc.edu.co/index.php/ingenieria/article/view/4626/3807>

## **Artículo N.3**

**Nombre de la publicación:** Modelo matemático para la planificación de servicios y programación de rutas en empresas prestadoras de servicios de control de plagas.

**Autor:** *John Willmer Escobar.*

**Instituto/Universidad:** University of Bologna: Bologna, Italy.

**Fecha de publicación:** 2017 (Enero - Junio).

## **Resumen**

Este documento indica que en la actualidad las compañías que prestan servicios de control de plaga en Colombia realizando la programación de rutas de manera empírica, por un coordinador de servicios. También detalla que los efectos más significativos son: Reducción en los ingresos, pérdidas de clientes y disminuye su competitividad en el mercado. Tiene como objetivo fundamental es minimizar los costos de transporte y los costos asociados al tiempo ocioso de los operarios asignando los clientes a las rutas.

El autor propone un modelo matemático para resolver un problema de ruteo vehicular con ventanas de tiempo (VRPTW), donde considera los aspectos como: la capacidad instalada, la demanda, el número de operarios y otros elementos para la elaboración del modelo. Se programó el modelo matemático en AMPL y se ha ejecutado utilizando el solver CPLEX®. Teniendo como resultado la reducción del tiempo ocioso en un 81.32% y un 23.71% en costos totales por día.

### **Dirección electrónica:**

<http://revistasojs.unilibrecali.edu.co/index.php/entramado/article/view/471>

### **1.3.2. MARCO CONCEPTUAL**

En el marco conceptual se expresa de forma general la información que se utilizará en el desarrollo del proyecto, está compuesto por definiciones, ideas, argumentos o teorías afines a la disciplina que se investiga.

La logística es el nexo que logra la conectividad entre todas las áreas de una empresa y de la cadena de suministro, considerada como el conjunto de actividades que permiten que los productos necesarios lleguen al lugar previsto, en la cantidad y condiciones adecuadas, en el tiempo adecuado para satisfacer la demanda del mercado, así es como

**Francesc Robusté Antón** lo define en su libro **Logística del Transporte**. (Antón, 2005)

La distribución es el proceso final y más importante de una cadena de suministro pues permite que los productos lleguen a manos de los clientes, la parte vital y la razón de ser de la logística, cumplir con las expectativas de los mismos y aumentar el nivel de servicio que se ofrece, se reflejan de manera efectiva en la parte económica y financiera de una organización.

Las mejoras en el diseño de redes de distribución de un producto, son parte de la planificación estratégica, táctica y operativa de las empresas, una óptima red de distribución permite que se maneje de forma consecutiva y directa el movimiento de un producto, teniendo como meta el ahorro de costes, pues la distribución, clave en la expectativa del cliente.

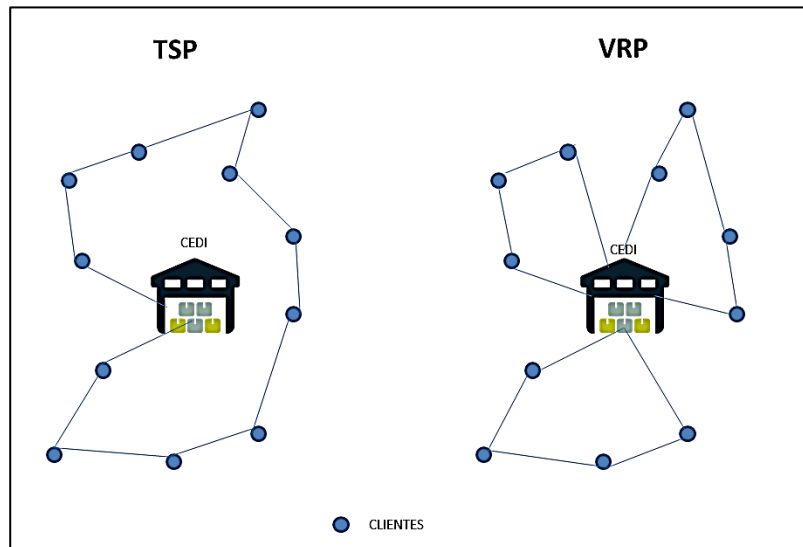
Aunque el horizonte es la reducción de costos es necesario tomar en cuenta otras variables como los tiempos, variedad, concepto de devolución, y características del producto o servicio.

## **MODELOS DE PLANIFICACIÓN DE RUTAS**

Desde los años sesenta y en vista de los grandes cambios en el modo de vida de la humanidad, los modelos de distribución o transporte se han convertido en una parte clave de la expansión comercial de las empresas que buscan llegar a todos sus clientes, y al mismo tiempo representan uno de los problemas más difíciles de controlar debido a sus características, gran cantidad de variables y restricciones o parámetros.

Los modelos son la representación matemática simplificada de la realidad de una empresa, los modelos de transporte la planificación de rutas es parte de las estrategias operativas de una organización, para determinar las rutas se puede hacer uso de diversas técnicas y herramientas que buscan mejoras efectivas en tiempo, utilización de recursos y reducción de costes.

En la actualidad uno de los modelos de transporte más utilizado para dar solución a los problemas de ruteo, es el TSP (Traveling Salesman Problem), y para casos de múltiples rutas, VRP (Vehicle Routing Problem).



**Ilustración 1.5. Comparación gráfica TSP y VRP**

*Fuente: Elaboración propia*

## MODELO VRP

El modelo VRP o Problema de enrutamiento vehicular, se define como un modelo que busca determinar el conjunto de rutas óptimas para una flota vehicular, que atiende a un conjunto de clientes distribuidos geográficamente en uno o varios depósitos. En los problemas de planificación de rutas estándar se debe tomar en cuenta los siguientes supuestos:

- Capacidad vehicular conocida
- Clientes no tienen un periodo de visita
- Flota homogénea
- Los vehículos salen de un depósito central
- El orden de visita no es importante

- El vehículo solo entrega o recibe la carga

En la mayoría de los casos este tipo de modelos se usan para enrutamiento de transporte terrestre, existen variaciones del VRP, las cuales se ajustan de acuerdo a las características y restricciones definidas:

**CVRP:** (Capacited Vehicle Routing Problem) o problema de enrutamiento vehicular capacitado, en el cual la flota vehicular es de tipo homogénea y cuentan con una capacidad limitada.

**HVRP:** (Heterogeneous Vehicle Routing Problem) o problema de enrutamiento vehicular capacitado, en el cual la flota vehicular heterogénea o diferente capacidad.

**VRPTW:** (Vehicle Routing Problem with Time Windows) o problema de enrutamiento vehicular con ventanas de tiempo, que incluye una restricción de tipo temporal, en donde adicional a lo que se debe enviar, se establecer un periodo de tiempo en el cual se debe realizar la entrega.

**VRPPD:** (Vehicle Routing Problem with Pickup and Delivery) o problema de enrutamiento con recolección y entrega, en el cual las actividades de recolección y entrega se hacen de forma simultánea.

**SVRP:** (Stochastic Vehicle Routing Problem) o problema de enrutamiento vehicular con demanda estocástica, es decir que se conoce solo al momento de arribar al lugar donde se encuentran ubicado el cliente.

Para el presente análisis se enfocará en CVRPTW ya que de acuerdo a las necesidades de los clientes y a la creciente competitividad de otras empresas con el mismo core business, la empresa Courier de mensajería desea incrementar un indicador de ventanas de tiempo para ajustarse a las necesidades del mercado y agregarle valor a su servicio.

## MODELIZACIÓN CVRP

### DATOS DE ENTRADA

Grafo  $G = (V, A)$ , un grafo con

$$V := \{0\} \cup N, \quad N := \{1, \dots, n\}$$

Siendo  $V$  el conjunto de vértices y  $A$  el conjunto de arcos,  $N$  el conjunto de nodos.

El depósito es representado por el nodo 0, donde se localizan los  $K$  vehículos,  $K$  es el tamaño de la flota.

Cada vehículo tiene una capacidad  $C$

$C_{ij}$  Es el costo del viaje desde el vértice  $i$  al vértice  $j$

$S$  Es el conjunto de clientes visitado por cada ruta

Cada cliente  $i \in V \setminus \{0\}$  nodos  $1, \dots, n$  tiene una demanda asociada  $d_i$  que va desde  $d_1, \dots, d_n$ .

La ruta  $r$  es un circuito cerrado dirigido que va desde 0 (deposito) y concluye en el mismo:

$$r := \langle i_0, i_1, \dots, i_k, i_0 \rangle$$

El costo  $c(r)$  está dado por:

$$c(r) := \sum_{s=1}^K c_{i_{s-1}, i_s} + c_{i_k, i_0}$$

Sea  $S \in V$   $r$  es factible si la suma de las demandas de los clientes no excede la capacidad  $C$ .

### Variable Binaria

Para determinar si el **arco**  $(i, j)$  se utiliza o no en la solución

$$x_{ij} := \begin{cases} 1, & \text{si } (i, j) \text{ pertenece a alguna ruta en la solución} \\ 0, & \text{si } (i, j) \text{ no pertenece a alguna ruta en la solución} \end{cases}$$

Dado  $S \subset N$ , sea  $r(s)$  una cota inferior a la cantidad mínima de vehículos para cumplir con la demanda y atender a los clientes de  $S$ .

$$r(s) = \left\lceil \frac{\sum_{i \in S} d_i}{C} \right\rceil$$

## **Función objetivo y restricciones**

### **Costo total de la solución**

$$F.O: \quad \min \sum_{(i,j) \in A} c_{ij} x_{ij}$$

Sujeto a:

Todas las rutas de  $K$  salen y llegan al depósito  $i_0$

$$\sum_{(0,j) \in A} x_{0j} = \sum_{(j,0) \in A} x_{j0} = K$$

Todo cliente  $i$  va a ser asignado a una ruta

$$\sum_{(i,j) \in A} x_{ij} = \sum_{(j,i) \in A} x_{ij} = 1$$

$$\forall_i \in N$$

Eliminación de subtours – Demanda total de los clientes visitados no puede exceder capacidad  $C$

$$\sum_{(i,j) \in S} x_{ij} \geq r(S)$$

$$x_{ij} \in \{0,1\}, \forall_{(i,j) \in A}$$

## **MÉTODOS DE OPTIMIZACIÓN**

Se conoce como heurística al conjunto de técnicas o métodos para resolver un problema, proviene del griego εὕρισκειν que significa “hallar, inventar”.



También es vista por los humanos como el arte de inventar, con el fin de procurar estrategias, métodos, criterios, que permitan resolver problemas mediante la creatividad, pensamiento lateral o divergente.

## **MÉTODO HEURÍSTICO**

Conjunto de técnicas y métodos que se usan con el fin de encontrar y solucionar un problema cuya solución óptima es difícil de hallar.

Por tal razón, en las disciplinas científicas se suele emplear el método heurístico a fin de alcanzar el mejor resultado ante un problema en específico. Los métodos heurísticos clásicos para un diseño de rutas son:

### **MÉTODO DE BARRIDO**

El método de barrido puede describirse como:

1. Localizar todos los clientes, incluyendo el depósito, sobre un mapa o cuadrícula.
2. Trazar una línea recta desde el depósito en cualquier dirección. Girar la línea en el sentido de las manecillas de reloj, o en sentido contrario, hasta que intercepte un cliente.
3. Dentro de cada ruta se efectúa una secuencia de paradas para minimizar la distancia.

El algoritmo para realizar el método del barrido es el siguiente:

**Paso 1:** Calcular  $\theta_i$  y  $r_i$ , Siendo  $\theta_i$  el ángulo entre dos clientes  $i$  e  $i+1$  con respecto al depósito y  $r_i$  su radio.

**Paso 2:** (Inicialización). Se ordenan los clientes según el ángulo de manera creciente. Si existen varios clientes generan un mismo ángulo con el depósito, colocar primero el nodo con menor radio (distancia).

**Paso 3:** Seleccionar el primer nodo de la lista

**Paso 4:** Mientras existan clientes no asignados a algún clúster, repita:

**Paso 4.1:** Seleccionar el siguiente nodo en la lista

**Paso 4.2:** Utilizar el clúster actual

**Paso 4.3:** Verificar si la asignación es factible (no viola restricciones de capacidad).

- Si no supera la capacidad: Agregar nodo al clúster.
- Si supera la capacidad: Crear un nuevo clúster, Agregar nodo al clúster

**Paso 5:** Para cada clúster, resolver el problema TSP.

## MÉTODO DE CLARKE AND WRIGHT

Busca minimizar la distancia recorrida para satisfacer la demanda y al mismo tiempo busca minimizar el número de vehículos usados. Los pasos para implementar este método son:

### Variables:

$n$ : número de clientes.

$\delta_{ij}$ : ahorro generado del cliente  $i$  al cliente  $j$ .

$C(i, j)$ : matriz de costos.

### Paso 1: Algoritmo 1

1: for  $i = 1$  to  $n - 1$  do

2:   for  $j = i + 1$  to  $n$  do

3:

$$\delta_{ij} = C(F1(U(v1)), p0) + C(p0, F2(1)) - C(F1(U(v1)), F2(v1))$$

4:   end for

5: end for  
 6: for  $k = 1$  to  $n$  do  
 7:      $F_k(1) = k$   
 8: end for

**Paso 2:** Ordenar en orden descendente cada  $\delta_{ij}$

**Paso 3:** Escoger una ruta  $F_q$  que no haya sido escogida. Si no existe, terminar el proceso.

**Paso 4:** Determinar cuál es el primer  $\delta_{ij}$  ordenado con el cual exista otra ruta  $F_p$  tal que  $F_p(1) = p_i$  y  $F_q(U(v_q)) = p_j$  o tal que  $F_q(U(v_p)) = p_i$  y  $F_q(1) = p_j$ . Si existe, unir las rutas y repetir este paso, de lo contrario ir al paso 3.

## ALGORITMO DE FISHER Y JAIKUMAR

Se basa en determinar unas “semillas”, una para cada vehículo, a partir de las cuales se formarán las rutas. La solución final dependerá de cómo se hayan escogido las semillas.

**Paso 1:** Escoger  $m$  clientes para ser semillas de rutas y asignar un vehículo a cada una de ellas.

**Paso 2:** Para cada cliente  $i$  y para cada ruta  $k$ , calcular el coste de inserción  $d_{ik}$  relativo a la semilla de la ruta.

**Paso 3:** Resolver el problema de asignación.

**Paso 4:** Conectar los puntos dentro de cada ruta definida.

$$F. O: \quad \min \sum_{k=1}^n \sum_{i \in V \setminus \{0\}} d_{ik} x_{ik}$$

$$s. a. \sum_{k=1}^n x_{ik} = 1 \quad \forall i \in V \setminus \{0\}$$

$$\sum_{i \in V \setminus \{0\}} q_{ik} x_{ik} \leq Q \quad \forall k = 1, \dots, n$$

$$x_{ik} \in \{0, 1\} \quad \forall i \in V \setminus \{0\}, \forall k = 1, \dots, n$$

Estos métodos heurísticos son los más utilizados para el diseño de rutas, para la resolución del caso de estudio se utilizará el método de Clarke and Wright o también conocido como método de los ahorros.

# CAPÍTULO 2

## METODOLOGÍA

### 2.1. FLUJOGRAMA DE ACTIVIDADES

Es una muestra visual de los pasos que se deben seguir para el cumplimiento de un proceso, el presente se encuentra dividido en cinco secciones o fases, las cuales han sido detalladas para una mejor comprensión:

1. Planteamiento del problema e Investigación
2. Trabajo de campo
3. Análisis de datos
4. Modelización y análisis de resultados
5. Presentación final



**Ilustración 2.6. Flujograma del Proyecto 1 de 2**

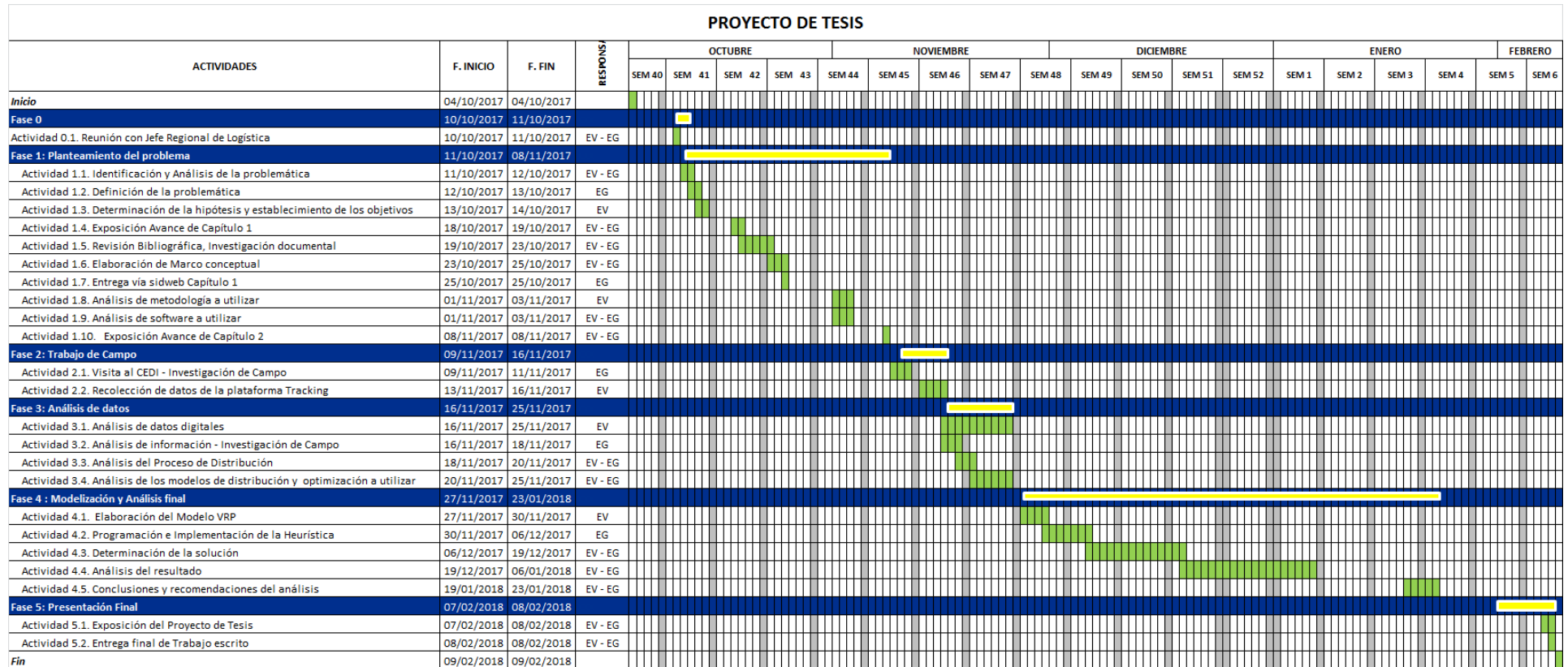
*Fuente: Elaboración Propia*



**Ilustración 2.7. Flujograma del Proyecto 2 de 2**

*Fuente: Elaboración Propia*

## 2.2. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES



**Ilustración 2.8. Cronograma de actividades**

Fuente: Elaboración Propia

RESPONSABLES: EV: Evelynne Calle EG: Erick García

DURACIÓN DE UNA FASE:

## **2.3. METODOLOGÍA A SEGUIR**

La Metodología es un conjunto de mecanismos, procedimientos que se emplean para el logro de un objetivo, en este caso la recolección de información que se analizara más adelante.

Los métodos que se utilizarán para la obtención de información para dar solución al caso de estudio se detallan a continuación:

### **2.3.1. ENTREVISTA**

La entrevista permite la recolección de datos y saber cuál es la situación actual de la empresa a través de una reunión con una persona de cargo superior, en este caso con el gerente de operaciones. La estructura para las preguntas será la de Diamante, que consiste en empezar la entrevista con preguntas cerradas y a medida que avanza éstas se hacen abiertas para dar oportunidad de opinar al entrevistado y conocer posibles detalles de la empresa que no se obtienen con preguntas cerradas, para finalizar se retoman las preguntas cerradas para evitar que se pierda el enfoque de la entrevista. (Ver Anexo1)

### **2.3.2. TRATAMIENTO DE DATOS**

Como la información de la empresa se encuentra en la plataforma tracking llamada P&P; se exportará la información necesaria para el caso de estudio hacia el formato Excel, para el respectivo análisis y manipulación de esta.

### **2.3.3. ANÁLISIS DE DATOS DIGITALES**

Con este método se analizará información de la empresa como: procedimientos, demanda, localización, etc. que se encuentra en la plataforma tipo tracking que ésta maneja, para posteriormente ser comparada con los resultados de la solución propuesta.



#### **2.3.4. OBSERVACIÓN DIRECTA**

Consiste en observar al objeto de estudio dentro de una situación particular. Esto se hace sin intervenir ni alterar el ambiente en el que éste se desenvuelve. Se lo hace para la recolección de datos que no se encuentra en la plataforma de la empresa y también para ver si las actividades relacionadas al caso de estudio se realizan bajo los estándares establecidos.

Para este método se planificará visitas a la empresa para constatar las actividades realizadas, revisar el cumplimiento de sus indicadores y posible de extracción de información no considerada.

#### **2.4. SOFTWARE**

El software a utilizar para ejecutar el modelo matemático y obtener la ruta óptima es Wolfram Mathematica. Es un programa utilizado en áreas científicas, de ingeniería, matemáticas y áreas computacionales, un lenguaje de programación poderoso de propósito general.

##### **2.4.1. CAPACIDADES TÉCNICAS**

Los sitios dinámicos que computan resultados, a medida interactúan con usuarios para los cuales la programación del mismo representa un reto, sin contar los otros factores como la funcionalidad y confiabilidad, los cuales son fundamentales para la elección de un software de programación.

*WebMathematica* es diferente porque provee una solución de comienzo a fin que combina el poder computacional para un desarrollo fácil y una implementación de alta escalabilidad. Se puede usar el contenido de *WebMathematica* para construir una infraestructura de servicios computacionales a nivel de organización.

Provee acceso fácil a los algoritmos computacionales de alto nivel más recientes, así como un poderoso análisis de datos, gráficos y funciones de composición tipográfica. No importa cuál sea el tamaño de la

aplicación que se cree, desarrollarla en *WebMathematica* reducirá drásticamente el tiempo de desarrollo y hará a la aplicación más robusta y más fácil de usar y mantener.

#### **2.4.2. MÉTODO DE APRENDIZAJE**

*WebMathematica* cuenta con cursos en línea, manuales electrónicos y explicaciones de uso incorporadas en cada una de sus funciones, haciéndola una plataforma amigable y de fácil manejo.

Este software también cuenta con seminarios virtuales, libro introductorio de Wolfram Language, programas de verano, videos, etc. Para acelerar su aprendizaje.

#### **2.4.3. LICENCIA**

El costo de la licencia de Wolfram Mathematica para una empresa es de \$7.570 que viene con un año de servicio Premier Plus que cuenta con las siguientes características:

- Mathematica en línea
- Actualizaciones
- Soporte empresarial 24/7
- Licencia de uso personal
- Desarrollo de Enterprise CDF

# CAPÍTULO 3

## ANÁLISIS DE DATOS

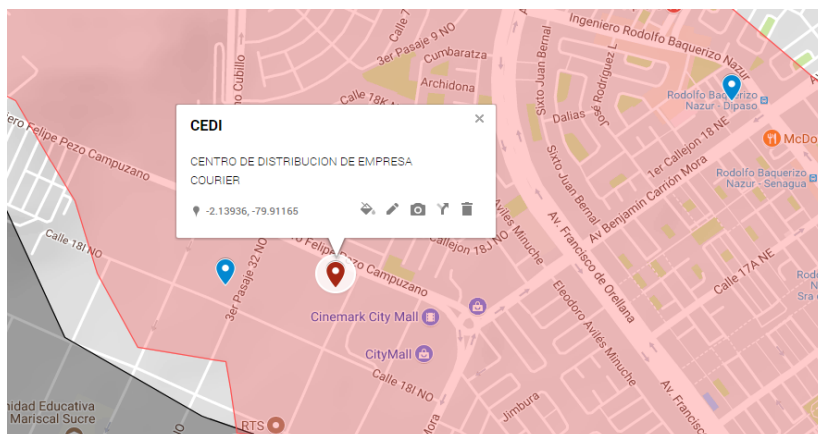
### 3.1. RECOPIACIÓN DE DATOS

La recopilación de datos comprende al uso de diversidad de técnicas para la obtención de información; la empresa Courier proporcionó la dirección de cada uno de los clientes y del CEDI, además de permitir la toma de tiempos de entrega y de servicio a través de visitas de campo.

#### 3.1.1. NODO ORIGEN Y NODOS DESTINO

Las actividades del servicio de entrega de valija corporativa dentro del centro de distribución inician a las 7h00, esto para programar las entregas que se van a realizar en el día.

Las entregas regularmente inician a las 7h30, momento en el cual se entrega la bitácora de ruta a cada motorizado. El punto de partida o nodo de origen será el centro de distribución de la empresa (CEDI) ubicado en las calles Ing. Felipe Campuzano y 2do Pasaje 32NO, detrás del centro comercial City Mall. Las coordenadas utilizadas para el análisis [-2.13936, -79.91165] fueron obtenidas de Google Maps.

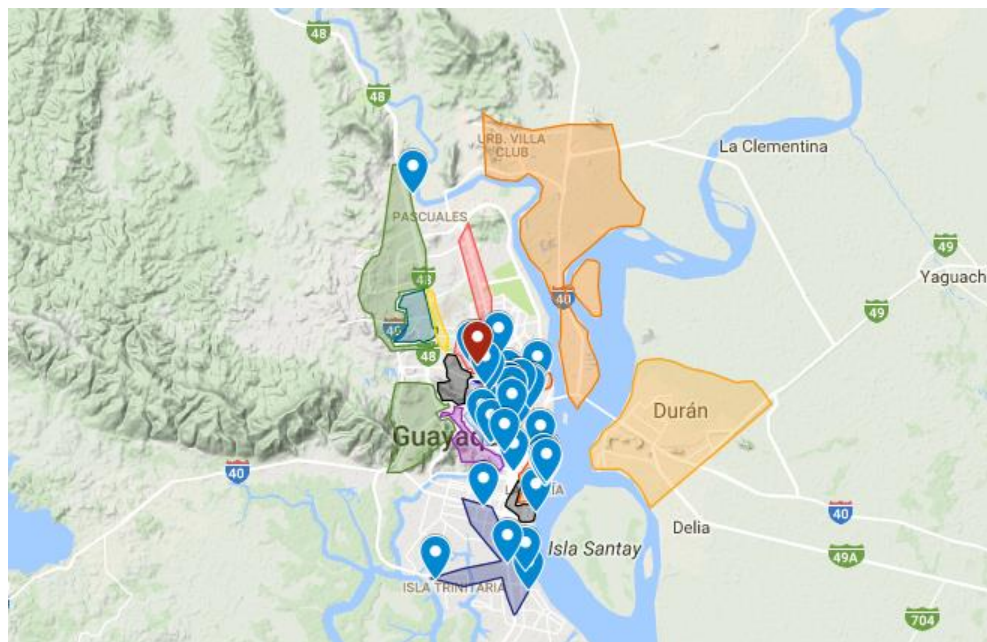


**Ilustración 3.9: Coordenadas del CEDI**

*Fuente: Elaboración propia*

Desde el presente punto de partida la flota de motorizados realizará el recorrido hacia los respectivos clientes, al terminar el mismo, las motos deberán retornar y pernoctar en la empresa

A continuación se muestra una representación gráfica de la ubicación geográfica de los 40 clientes, los cuales estarán representados como nodos. La empresa Courier proporciona la dirección de cada cliente y con la ayuda de Google Maps y la aplicación My Maps se obtienen las coordenadas de los clientes.



**Ilustración 3.10: Ubicación Geográfica de clientes**

*Elaboración: Fuente Propia*

### 3.1.2. PARÁMETROS DEL PROBLEMA

Respecto a las características de la flota motorizada se tiene, el modelo de moto utilizado es Suzuki con rendimiento de 30km/lt, un tanque con capacidad de 10 lt.

Cabe recalcar que la empresa Courier no es propietaria de estos vehículos, ya que los terceriza, por lo tanto, los gastos de mantenimiento e inversión no le conciernen. Sin embargo, el Courier cubre los gastos de Combustible, mano de obra, horas extras y pago de alquiler mensual de moto.

	ABREVIATURA	Descripción	X	Y
0	CEDI	CEDI	-2.13936	-79.91165
1	RN1	Cliente 1	-2.15202	-79.89828
2	RN2	Cliente 2	-2.16027	-79.90086
3	RN3	Cliente 3	-2.15965	-79.90177
4	RN4	Cliente 4	-2.16672	-79.89555
5	RN5	Cliente 5	-2.16446	-79.89592
6	RN6	Cliente 6	-2.15651	-79.89295
7	RN7	Cliente 7	-2.14809	-79.88412
8	RN8	Cliente 8	-2.16654	-79.89235
9	RN9	Cliente 9	-2.15859	-79.88741
10	RN10	Cliente 10	-2.15879	-79.8876
11	RN11	Cliente 11	-2.15766	-79.8975
12	RN12	Cliente 12	-2.15657	-79.89169
13	RN13	Cliente 13	-2.15774	-79.89752
14	RN14	Cliente 14	-2.15949	-79.89574
15	RN15	Cliente 15	-2.16446	-79.89592
16	RN16	Cliente 16	-2.15953	-79.89574
17	RS1	Cliente 17	-2.23695	-79.93115
18	RS2	Cliente 18	-2.24169	-79.88854
19	RS3	Cliente 19	-2.23316	-79.89008
20	RS4	Cliente 20	-2.18954	-79.88108
21	RS5	Cliente 21	-2.20626	-79.88486
22	RC1	Cliente 22	-2.19369	-79.88016
23	RC2	Cliente 23	-2.18954	-79.88108
24	RC3	Cliente 24	-2.17953	-79.88305
25	RC4	Cliente 25	-2.19077	-79.88155
26	RC5	Cliente 26	-2.19357	-79.8818
27	RC6	Cliente 27	-2.19365	-79.88094
28	RC7	Cliente 28	-2.19283	-79.88039
29	RC8	Cliente 29	-2.18756	-79.89499
30	RP1	Cliente 30	-2.20346	-79.90907
31	RP2	Cliente 31	-2.13488	-79.90247
32	RP3	Cliente 32	-2.15063	-79.90647
33	RP4	Cliente 33	-2.17388	-79.9061
34	RP5	Cliente 34	-2.06069	-79.94132
35	RP6	Cliente 35	-2.1702	-79.90978
36	RP7	Cliente 36	-2.1747	-79.90571
37	RP8	Cliente 37	-2.17893	-79.89914
38	RP9	Cliente 38	-2.16488	-79.89594
39	RP10	Cliente 39	-2.1393	-79.9142
40	RP11	Cliente 40	-2.14818	-79.90807

**Tabla 3.3: Coordenadas de clientes**

*Fuente: Elaboración Propia*

Es necesario diferenciar entre tiempo en ruta y tiempo de entrega, para fines de este proyecto se identificará como tiempo de ruta, al tiempo de

recorrido, es decir cuánto tarda en llegar desde el nodo A al nodo B. y El tiempo de entrega será los minutos desde que el motorizado llega al punto B o destino y se dirige a entregar el sobre o paquete de valija corporativa. En el análisis se considerará la suma del tiempo en ruta y el tiempo de entrega como el tiempo del servicio.

Cada motorizado puede transportar un peso máximo de 5 kg, con la ayuda del formato Bitácora, detallado en la parte de anexos, se corroboró que el tiempo promedio de entrega es de 7.5 minutos, además el tiempo se mantenía en un rango 3 a 12 minutos.

Para la obtención de los datos de coordenada de clientes, la empresa proporcionó las direcciones de cada uno de ellos. Con esta información se procedió a la localización de cada uno de los 40 clientes en Google Maps, inclusive se le otorgó una representación gráfica para su fácil observación, tal como se muestra en la ilustración 3.10.

Para comprobar que las distancias fueran las más parecidas a la realidad, mediante Google Maps se consultó la distancia entre más de 20 clientes, ya que existen otras fórmulas en Wolfram que otorgan distancias que no consideran diversos factores y debido a esto, puede arrojar distancias irreales, lo que tiene un impacto directo a la solución del problema.

Para facilitar la comprensión del escrito con antelación, detallamos a continuación la distancia entre el CEDI y los 5 primeros clientes, en la parte de anexos se puede observar la tabla completa.

	<b>CEDI</b>	<b>Cliente 1</b>	<b>Cliente 2</b>	<b>Cliente 3</b>	<b>Cliente 4</b>	<b>Cliente 5</b>
<b>CEDI</b>	-	2,62	3,91	4,08	4,86	5,10
<b>Cliente 1</b>	3,84	-	1,37	1,54	2,32	2,56
<b>Cliente 2</b>	4,11	1,41	-	0,17	1,37	1,61
<b>Cliente 3</b>	3,31	1,23	0,40	-	1,64	1,88
<b>Cliente 4</b>	4,51	2,31	1,11	1,28	-	0,24
<b>Cliente 5</b>	4,27	2,06	0,87	1,04	0,77	-

**Tabla 3.4: Matriz de distancia Km (Cliente 1 al Cliente 5)**

*Fuente: Elaboración Propia*

De igual forma para la obtención de tiempos entre los diferentes nodos, se utilizó la el comando TravelTime y para corroborar la información obtenida en Wolfram se comparó el tiempo con el cálculo de Google Maps, en la parte de anexos se puede observar la tabla completa.

	CEDI	Cliente 1	Cliente 2	Cliente 3	Cliente 4	Cliente 5
CEDI	-	5,23	7,13	7,60	8,08	8,55
Cliente 1	6,18	-	2,88	3,55	4,28	4,75
Cliente 2	8,08	5,23	-	0,67	2,85	3,26
Cliente 3	8,08	4,28	1,52	-	3,80	4,28
Cliente 4	7,60	4,75	3,55	4,28	-	0,41
Cliente 5	7,13	4,75	3,14	3,80	1,39	-

**Tabla 3.5: Matriz de Tiempo (Min) Cliente 1 al cliente 5**

*Fuente: Elaboración Propia*

## VENTANAS HORARIAS

Una ventana horaria es un periodo de tiempo fijado por el analista del problema, para este proyecto, la empresa Courier converso con sus 40 clientes y propuso periodos horarios, para que los 9 motorizados realicen las entregas, esto se hace para evitar que la programación se cambie durante el día.

Durante la visita de campo, se observó que se produce un cuello de botella durante las entregas, debido a que muchos clientes exigen que las entregas se realicen antes de lo programada, incluso han llegado a advertir la cancelación del servicio, si el motorizado no cumple con las exigencias solicitadas en ese momento.

Lo que finalmente afecta de forma global a la programación del día que se cambia el orden de entrega y el proceso de retrasos y reclamos se vuelve a repetir convirtiéndose en un ciclo vicioso. A continuación, se detalla una tabla con los datos que el modelo programado en Wolfram Matemáticas importa desde los archivos Excel. En anexos se expone la tabla completa.

	INICIO	FIN	T. ENTREGA. Hrs
Cliente 1	8:00	9:00	0,06
Cliente 2	8:00	9,5	0,1
Cliente 3	10	11	0,08
Cliente 4	9	10,5	0,06
Cliente 5	8	10,5	0,06
Cliente 6	9	11	0,07
Cliente 7	9	11,5	0,09
Cliente 8	9	11,5	0,06
Cliente 9	8	12	0,1
Cliente 10	8	10	0,05

**Tabla 3.6: Detalle de Ventanas horarias**

*Fuente: Elaboración Propia*

## 3.2. COSTOS INVOLUCRADOS

### 3.2.1. COSTOS FIJOS

Para el cálculo y análisis de costos operativos se tomará como parte del costo fijo, un pronóstico del sueldo, en vista de que el presente estudio se realizó antes de que el Ministerio de Trabajo del Ecuador fijara el sueldo previsto para el año 2018, los beneficios sociales de cada motorizado y demás tomaron como base el pronóstico de sueldo, detallado a continuación, se muestra el desglose de costos que se invierten por trabajador.

	SUELDO 2018	APORTE PATRONAL	DECIMO TERCERO	DECIMO CUARTO	VACACIONES	FONDOS DE RESERVA	UNIFORME
MOTORIZADO	390,00	45,56	31,25	31,25	15,63	31,24	22,50
						<b>TOTAL</b>	<b>567,43</b>

**Tabla 3.7: Costo fijo - Costo de Trabajador**

*Fuente: Elaboración Propia*

Otro costo fijo involucrado es el pago de alquiler de moto, que mensualmente le cuesta a la empresa \$100.00 sin IVA.

### 3.2.2. COSTO VARIABLE

El costo variable involucrado para esta operación de ruteo, es el costo de combustible ECOPAÍS es de \$0,39 el litro, en Ecuador el costo de gasolina es uno de los más bajos de la región. Los costos de mantenimiento o reparación de vehículo motorizado los asume la empresa propietaria de las motos y por



ende ese costo variable no forma parte de los parámetros para el cálculo del presente análisis.

### 3.3. MODELO APLICADO

La descripción del problema se centrará en la creación de rutas en la ciudad de Guayaquil cuya función objetivo busca minimizar el tiempo total y distancia recorrida.

Respetando una cantidad de restricciones, tomando en cuenta la capacidad máxima por motorizado, ventanas de tiempo en los clientes y demanda del cliente. Definiendo un modelo CVRPTW descrito a continuación:

#### Índices

$i$  nodo denominado como cliente inicial.  $\forall i = 1, 2, 3, \dots, n$

$j$  nodo denominado como cliente final.  $\forall j = 1, 2, 3, \dots, n; i \neq j$

$n$  cantidad de nodos total.

$0$  nodo inicial y nodo final.

$K$  vehículos  $\forall k = 1, 2, 3, \dots, K$

#### Variables

$X_{(i,j,k)} = 1$  Si el vehículo  $k$  se asigna para cubrir el arco  $i,j$  ;  $0$  caso contrario.

$Y_{(i,j)} = 1$  Si se realiza el recorrido desde  $i$  hasta  $j$  ;  $0$  caso contrario.

$K$  = Número de vehículos a utilizar

$P_i$  = Tiempo de inicio del servicio al cliente  $i$

## Parámetros

$C_{(i,j)}$  = Costo de transporte de  $i$  a  $j$

$D_i$  = Demanda del cliente  $i$

$U_k$  = Capacidad del vehículo  $k$

$S_i$  = Tiempo de servicio para el cliente  $i$

$H$  = Costo por vehículo

$[E_i, L_i]$  = Límite inferior y superior de ventanas de tiempo

$A_i$  = Tiempo de inicio de la ventana de tiempo para el cliente  $i$

$B_i$  = Tiempo de cierre de la ventana de tiempo para el cliente  $i$

FO MIN  $Z = \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^K H X_{(o,j,k)} + \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n C_{(i,j)} Y_{(i,j)}$

## Restricciones

$$\text{Rt1} \quad \sum_{k=1}^K X_{(i,j,k)} = Y_{(i,j)} \quad ; \forall i = 1,2,3, \dots, n$$

$$\text{Rt2} \quad \sum_{j=1}^n Y_{(i,j)} = 1 \quad ; \forall i = 1,2,3, \dots, n$$

$$\text{Rt3} \quad \sum_{i=1}^n Y_{(i,j)} = 1 \quad ; \forall j = 1,2,3, \dots, n$$

$$\text{Rt4} \quad \sum_{j=1}^n Y_{(0,j)} = K$$

$$\text{Rt5} \quad \sum_{i=1}^n Y_{(i,0)} = K$$

$$\text{Rt6} \quad \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^n X_{(i,j,k)} D_i \leq U_k \quad ; \quad \forall k = 1,2,3, \dots, K$$

$$\text{Rt7} \quad X_{(i,j,k)} [P_i + S_i + T_{(i,j)}] \leq P_j \quad ; \quad \forall k = 1,2,3, \dots, K$$

$$\text{Rt8} \quad E(i) \leq P_i \leq L_i \quad ; \quad \forall i = 1,2,3, \dots, n$$

$$\text{Rt9} \quad A(i) \sum_{j=1}^n X_{(i,j,k)} \leq P_i \leq B_i \sum_{j=1}^n X_{(i,j,k)}$$

$$; \quad \forall i = 1,2, \dots, n ; \quad \forall k = 1,2, \dots, K$$

$$\text{Rt10} \quad Y_{(i,j)} \in \{0, 1\}$$

$$\text{Rt11} \quad X_{(i,j,k)} \in \{0,1\}$$

Detalle breve de cada una de las restricciones indicadas con anterioridad.

La restricción (1) se encarga de hacer obligatoria la asignación de un vehículo a la ruta  $(i, j)$ , para esto 1 si esta es recorrida y 0 si no.

La restricción (2) obliga a que de un nodo inicial parta un solo arco a cualquier otro nodo.

La restricción (3) obliga a que hacia un nodo final este asignado un solo arco de cualquier otro nodo.

Las restricciones (4 y 5) indican que  $k$  es la cantidad de vehículos utilizados en la solución y que todos los que parten de la bodega deben regresar a la misma.

La restricción (6) garantiza que la carga asignada a un vehículo no sobrepase su capacidad.

La restricción (7) garantiza que el vehículo respete las ventanas de tiempo que se tenga en cada punto.

La restricción (8) asegura que la solución no contenga ciclos usando los nodos  $1, 2, \dots, n$ .

La restricción (9) obliga a que  $P(i)$  sea igual a 0 cada vez que el vehículo  $k$  no visite al cliente  $i$ .

Las restricciones (10 y 11) muestran que las variables son binarias.

La función objetivo busca reducir los costos asociados a la transportación, en primera instancia disminuir los costos asociados al uso de vehículos y por otro lado disminuir los costos por ruta.

### 3.4. RESULTADOS OBTENIDOS

Para continuar, se detallarán los resultados obtenidos por día, la cantidad de rutas que se deben realizar para el cumplimiento de la demanda tomando en cuenta el parámetro de ventana de tiempo. El detalle de la tabla incluye: Hora de inicio, hora de fin, tiempo en ruta, tiempo de entrega, detalle de trayectoria.

Se puede observar que la aplicación del VRP con ventanas de tiempo, utilizando como parámetro de selección de nodo, el algoritmo de ahorros Clarke & Wright.

Indica que el día 1 se debe realizar 12 rutas, muchas de las rutas tienen un tiempo de duración de máximo 2 horas, por lo que se procede a realizar la asignación de rutas a los nueve motorizados.

	TRAYECTORIA	Dist. (Km)	Hora Inicio	Hora Fin	Tiem. de trayecto (min)	Tiem. de entrega (min)	Tiem. total (min)	Peso (Kg)
<b>RUTA 1</b>	{"CeDi", "Cliente 17", "Cliente 18", "Cliente 19", "CeDi"}	37,35	10:00:00	10:38:00	0:15:48	0:22:12	0:38:00	4,26
<b>RUTA 2</b>	{"CeDi", "Cliente 24", "Cliente 25", "Cliente 26", "Cliente 27", "CeDi"}	21,7	9:00:00	9:43:00	0:22:00	0:21:00	0:43:00	4,29
<b>RUTA 3</b>	{"CeDi", "Cliente 37", "Cliente 29", "Cliente 21", "Cliente 20", "CeDi"}	28,09	9:00:00	10:05:00	0:38:36	0:26:24	1:05:00	4,48
<b>RUTA 4</b>	{"CeDi", "Cliente 33", "Cliente 30", "Cliente 36", "CeDi"}	21,66	8:30:00	9:56:00	1:09:48	0:16:12	1:26:00	4,13
<b>RUTA 5</b>	{"CeDi", "Cliente 38", "Cliente 5", "Cliente 15", "Cliente 4", "CeDi"}	10,39	9:00:00	10:36:00	1:09:36	0:26:24	1:36:00	4,43
<b>RUTA 6</b>	{"CeDi", "Cliente 6", "Cliente 23", "Cliente 22", "Cliente 28", "CeDi"}	19,95	9:00:00	10:12:00	0:40:12	0:31:48	1:12:00	4,15
<b>RUTA 7</b>	{"CeDi", "Cliente 10", "Cliente 9", "Cliente 7", "Cliente 12", "CeDi"}	14,54	9:30:00	9:59:00	0:11:36	0:17:24	0:29:00	4,66
<b>RUTA 8</b>	{"CeDi", "Cliente 16", "Cliente 8", "Cliente 14", "CeDi"}	9,47	9:00:00	10:18:00	0:57:00	0:21:00	1:18:00	4,11
<b>RUTA 9</b>	{"CeDi", "Cliente 1", "Cliente 2", "Cliente 3", "CeDi"}	7,47	8:30:00	10:09:00	1:15:00	0:24:00	1:39:00	4,02
<b>RUTA 10</b>	{"CeDi", "Cliente 13", "Cliente 11", "Cliente 35", "CeDi"}	12,02	8:30:00	9:52:00	1:04:00	0:18:00	1:22:00	3,88
<b>RUTA 11</b>	{"CeDi", "Cliente 31", "Cliente 32", "Cliente 40", "CeDi"}	8,46	8:30:00	9:15:00	0:33:00	0:12:00	0:45:00	4,43
<b>RUTA 12</b>	{"CeDi", "Cliente 34", "Cliente 39", "CeDi"}	29,09	10:00:00	10:34:00	0:22:36	0:11:24	0:34:00	2,71
<b>Total Km Recorridos - Día 1</b>		<b>220,19</b>						

**Tabla 3.8: Resultados día 1**

*Fuente: Elaboración Propia*

La asignación de las 12 rutas del día 1 para los nueve motorizados queda de la siguiente manera:

ASIGNACIÓN	INICIO	FIN	DETALLE DE RUTAS
Moto 1	8:30:00	10:38:00	RUTA 11 RUTA 7 RUTA 1
Moto 2	8:30:00	10:34:00	RUTA 10 RUTA 12
Moto 3	8:30:00	10:09:00	RUTA 9
Moto 4	9:00:00	9:43:00	RUTA 2
Moto 5	9:00:00	10:05:00	RUTA 3
Moto 6	8:30:00	9:56:00	RUTA 4
Moto 7	9:00:00	10:36:00	RUTA 5
Moto 8	9:00:00	10:12:00	RUTA 6
Moto 9	9:00:00	10:18:00	RUTA 8

**Tabla 3.9: Asignación día 1**

*Fuente: Elaboración Propia*

Siendo el motorizado 1 el que debe realizar 3 rutas, el motorizado 2, debe realizar 2 rutas y el resto de motorizados deben cumplir con una ruta de entrega al día. En el día 2 se deben realizar 12 rutas, con tiempo de duración que va desde 25 minutos a una hora con 16 minutos.

	TRAYECTORIA	Dist. (Km)	Hora Inicio	Hora Fin	Tiem. de trayecto (min)	Tiem. de entrega (min)	Tiem. total (min)	Peso (Kg)
RUTA 1	{"CeDi", "Cliente 20", "Cliente 17", "Cliente 18", "Cliente 19", "CeDi"}	36,72	10:00:00	10:51:00	0:23:24	0:27:36	0:51:00	4,73
RUTA 2	{"CeDi", "Cliente 24", "Cliente 25", "Cliente 26", "Cliente 27", "CeDi"}	21,7	9:00:00	9:43:00	0:22:00	0:21:00	0:43:00	4,96
RUTA 3	{"CeDi", "Cliente 37", "Cliente 23", "Cliente 22", "Cliente 28", "CeDi"}	18,95	9:00:00	10:12:00	0:42:00	0:30:00	1:12:00	4,22
RUTA 4	{"CeDi", "Cliente 15", "Cliente 5", "Cliente 38", "CeDi"}	10,38	9:30:00	9:55:00	0:04:36	0:20:24	0:25:00	4,2
RUTA 5	{"CeDi", "Cliente 36", "Cliente 29", "Cliente 21", "Cliente 30", "CeDi"}	23,31	9:00:00	9:46:00	0:20:12	0:25:48	0:46:00	4,97
RUTA 6	{"CeDi", "Cliente 33", "Cliente 35", "CeDi"}	10,35	8:30:00	9:06:00	0:25:48	0:10:12	0:36:00	2,78
RUTA 7	{"CeDi", "Cliente 6", "Cliente 7", "Cliente 9", "Cliente 10", "CeDi"}	15,31	9:00:00	9:38:00	0:14:36	0:23:24	0:38:00	4,67
RUTA 8	{"CeDi", "Cliente 3", "Cliente 4", "Cliente 8", "CeDi"}	11,28	10:00:00	10:47:00	0:29:00	0:18:00	0:47:00	4,08
RUTA 9	{"CeDi", "Cliente 2", "Cliente 11", "Cliente 13", "CeDi"}	8,47	8:30:00	9:46:00	0:58:00	0:18:00	1:16:00	4,19
RUTA 10	{"CeDi", "Cliente 1", "Cliente 12", "Cliente 14", "Cliente 16", "CeDi"}	9,65	8:30:00	9:24:00	0:24:00	0:30:00	0:54:00	4,47
RUTA 11	{"CeDi", "Cliente 31", "Cliente 32", "Cliente 40", "CeDi"}	8,46	8:30:00	9:15:00	0:33:00	0:12:00	0:45:00	3,54
RUTA 12	{"CeDi", "Cliente 34", "Cliente 39", "CeDi"}	29,09	10:00:00	10:34:00	0:00:00	0:11:24	0:34:00	2,3
<b>Total Km Recorridos - Día 2</b>		<b>203,67</b>						

**Tabla 3.10: Resultados Día 2**

*Fuente: Elaboración Propia*

La asignación de las 12 rutas a los nueve motorizados queda detallada de la siguiente manera:

ASIGNACIÓN	INICIO	FIN	DETALLE DE RUTAS
Moto 1	8:30:00	10:51:00	RUTA 11 RUTA 4 RUTA 1
Moto 2	8:30:00	10:47:00	RUTA 9 RUTA 8
Moto 3	9:00:00	10:34:00	RUTA 5 RUTA 12
Moto 4	9:00:00	9:43:00	RUTA 2
Moto 5	9:00:00	10:12:00	RUTA 3
Moto 6	8:30:00	9:06:00	RUTA 6
Moto 7	9:00:00	9:38:00	RUTA 7
Moto 8	8:30:00	9:24:00	RUTA 10

**Tabla 3.11: Asignación Día 2**

*Fuente: Elaboración Propia*

En el día 3 se deben realizar 11 rutas con tiempo de duración que va desde 30 minutos a una hora con 44 minutos.

	TRAYECTORIA	Dist. (Km)	Hora Inicio	Hora Fin	Tiem. de trayecto (min)	Tiem. de entrega (min)	Tiem. total (min)	Peso (Kg)
RUTA 1	{"CeDi", "Cliente 20", "Cliente 17", "Cliente 18", "Cliente 19", "CeDi"}	36,72	10:00:00	10:51:00	0:23:24	0:27:36	0:51:00	4,9
RUTA 2	{"CeDi", "Cliente 24", "Cliente 25", "Cliente 26", "Cliente 27", "CeDi"}	21,7	9:00:00	9:43:00	0:22:00	0:21:00	0:43:00	4,47
RUTA 3	{"CeDi", "Cliente 29", "Cliente 21", "Cliente 30", "CeDi"}	23,51	9:00:00	9:40:00	0:19:00	0:21:00	0:40:00	4,14
RUTA 4	{"CeDi", "Cliente 37", "Cliente 23", "Cliente 22", "Cliente 28", "CeDi"}	18,95	9:00:00	10:12:00	0:42:00	0:30:00	1:12:00	4,83
RUTA 5	{"CeDi", "Cliente 38", "Cliente 5", "Cliente 15", "Cliente 3", "CeDi"}	9,46	9:00:00	10:06:00	0:39:36	0:26:24	1:06:00	4,72
RUTA 6	{"CeDi", "Cliente 12", "Cliente 6", "Cliente 14", "Cliente 16", "CeDi"}	11,21	9:00:00	9:36:00	0:09:00	0:27:00	0:36:00	4,48
RUTA 7	{"CeDi", "Cliente 32", "Cliente 2", "Cliente 4", "Cliente 8", "CeDi"}	10,95	9:00:00	10:44:00	1:20:00	0:24:00	1:44:00	4,68
RUTA 8	{"CeDi", "Cliente 1", "Cliente 11", "Cliente 13", "CeDi"}	7,45	8:30:00	9:46:00	0:52:00	0:24:00	1:16:00	4,4
RUTA 9	{"CeDi", "Cliente 35", "Cliente 33", "Cliente 36", "Cliente 40", "CeDi"}	12,28	9:00:00	9:30:00	0:12:00	0:18:00	0:30:00	4,71
RUTA 10	{"CeDi", "Cliente 31", "Cliente 7", "Cliente 9", "Cliente 10", "CeDi"}	16,74	8:30:00	9:33:00	0:45:36	0:17:24	1:03:00	4,83
RUTA 11	{"CeDi", "Cliente 34", "Cliente 39", "CeDi"}	29,09	10:00:00	10:34:00	0:22:36	0:11:24	0:34:00	2,38
<b>Total Km Recorridos - Día 3</b>		<b>198,06</b>						

**Tabla 3.12: Resultados Día 3**

*Fuente: Elaboración Propia*

La asignación de las 11 rutas a los nueve motorizados queda detallada de la siguiente manera:

ASIGNACIÓN	INICIO	FIN	DETALLE DE RUTAS	
Moto 1	9:00:00	10:51:00	RUTA 2	RUTA 1
Moto 2	9:00:00	10:34:00	RUTA 3	RUTA 11
Moto 3	9:00:00	10:12:00	RUTA 4	
Moto 4	9:00:00	10:06:00	RUTA 5	
Moto 5	9:00:00	9:36:00	RUTA 6	
Moto 6	9:00:00	10:44:00	RUTA 7	
Moto 7	8:30:00	9:46:00	RUTA 8	
Moto 8	9:00:00	9:30:00	RUTA 9	
Moto 9	8:30:00	9:33:00	RUTA 10	

**Tabla 3.13: Asignación Día 3**

*Fuente: Elaboración Propia*

Siendo el motorizado 1 y 2, los que deben realizar 2 rutas cada uno, el resto de motorizados deben cumplir con una ruta de entrega al día.

En el día 4 se deben desarrollar 11 rutas, cada ruta visita de 1 a 4 clientes y tiene un tiempo de duración desde 28 minutos a una hora con 9 minutos.

	TRAYECTORIA	Dist. (Km)	Hora Inicio	Hora Fin	Tiem. de trayecto (min)	Tiem. de entrega (min)	Tiem. total (min)	Peso (Kg)
RUTA 1	{"CeDi", "Cliente 34", "CeDi"}	28,2	10:00:00	10:06:00	0:02:24	0:03:36	0:06:00	1,29
RUTA 2	{"CeDi", "Cliente 30", "Cliente 17", "Cliente 18", "Cliente 19", "CeDi"}	37,06	9:30:00	10:35:00	0:35:36	0:29:24	1:05:00	4,94
RUTA 3	{"CeDi", "Cliente 23", "Cliente 22", "Cliente 28", "CeDi"}	17,92	9:30:00	10:15:00	0:22:12	0:22:48	0:45:00	4,27
RUTA 4	{"CeDi", "Cliente 24", "Cliente 25", "Cliente 26", "Cliente 27", "CeDi"}	21,7	9:00:00	9:43:00	0:22:00	0:21:00	0:43:00	4,37
RUTA 5	{"CeDi", "Cliente 29", "Cliente 21", "Cliente 20", "CeDi"}	27,34	9:00:00	10:09:00	0:49:48	0:19:12	1:09:00	4,61
RUTA 6	{"CeDi", "Cliente 35", "Cliente 37", "Cliente 33", "Cliente 36", "CeDi"}	13,17	9:00:00	9:28:00	0:05:48	0:22:12	0:28:00	3,92
RUTA 7	{"CeDi", "Cliente 6", "Cliente 15", "Cliente 5", "Cliente 38", "CeDi"}	12,73	9:00:00	9:52:00	0:22:36	0:29:24	0:52:00	4,64
RUTA 8	{"CeDi", "Cliente 3", "Cliente 4", "Cliente 8", "CeDi"}	11,28	10:00:00	10:47:00	0:29:00	0:18:00	0:47:00	3,92
RUTA 9	{"CeDi", "Cliente 12", "Cliente 14", "Cliente 16", "CeDi"}	9,91	9:00:00	9:27:00	0:09:00	0:18:00	0:27:00	3,84
RUTA 10	{"CeDi", "Cliente 1", "Cliente 7", "Cliente 9", "Cliente 10", "CeDi"}	13,76	8:30:00	9:33:00	0:36:36	0:26:24	1:03:00	4,69
RUTA 11	{"CeDi", "Cliente 31", "Cliente 32", "Cliente 40", "CeDi"}	8,46	8:30:00	9:15:00	0:33:00	0:12:00	0:45:00	4,2
<b>Total Km Recorridos - Día 4</b>		<b>201,53</b>						

**Tabla 3.14: Resultados Día 4**

*Fuente: Elaboración Propia*

La asignación de las once rutas a los siete motorizados queda detallada de la siguiente manera:



ASIGNACIÓN	INICIO	FIN	DETALLE DE RUTAS	
Moto 1	8:30:00	10:35:00	RUTA 11	RUTA 2
Moto 2	9:00:00	10:15:00	RUTA 9	RUTA 3
Moto 3	9:00:00	10:06:00	RUTA 7	RUTA 1
Moto 4	9:00:00	10:47:00	RUTA 4	RUTA 8
Moto 5	9:00:00	10:09:00	RUTA 5	
Moto 6	9:00:00	9:28:00	RUTA 6	
Moto 7	8:30:00	9:33:00	RUTA 10	

**Tabla 3.15: Asignación Día 4**

*Fuente: Elaboración Propia*

Siendo el motorizado 1, 2, 3 y 4 los que deben realizar 2 rutas, y el resto de motorizados deben cumplir con una ruta de entrega al día.

En el día 5 se deben desarrollar 12 rutas, con un tiempo que va desde 6 minutos hasta a una hora con 35 minutos.

	TRAYECTORIA	Dist. (Km)	Hora Inicio	Hora Fin	Tiem. de trayecto (min)	Tiem. de entrega (min)	Tiem. total (min)	Peso (Kg)
RUTA 1	{"CeDi", "Cliente 34", "CeDi"}	28,2	10:00:00	10:06:00	0:02:24	0:03:36	0:06:00	1,51
RUTA 2	{"CeDi", "Cliente 23", "Cliente 22", "Cliente 28", "CeDi"}	17,92	9:30:00	10:15:00	0:22:12	0:22:48	0:45:00	4,43
RUTA 3	{"CeDi", "Cliente 24", "Cliente 25", "Cliente 26", "Cliente 27", "CeDi"}	21,7	9:00:00	9:43:00	0:22:00	0:21:00	0:43:00	4,87
RUTA 4	{"CeDi", "Cliente 29", "Cliente 21", "Cliente 20", "CeDi"}	27,34	9:00:00	10:09:00	0:49:48	0:19:12	1:09:00	4,85
RUTA 5	{"CeDi", "Cliente 37", "Cliente 17", "Cliente 18", "Cliente 19", "CeDi"}	37,48	9:00:00	10:35:00	1:05:36	0:29:24	1:35:00	4,9
RUTA 6	{"CeDi", "Cliente 15", "Cliente 5", "Cliente 38", "CeDi"}	10,38	9:30:00	9:55:00	0:04:36	0:20:24	0:25:00	4,27
RUTA 7	{"CeDi", "Cliente 33", "Cliente 30", "Cliente 36", "CeDi"}	21,66	8:30:00	9:56:00	1:09:48	0:16:12	1:26:00	3,93
RUTA 8	{"CeDi", "Cliente 6", "Cliente 7", "Cliente 9", "Cliente 10", "CeDi"}	15,31	9:00:00	9:38:00	0:14:36	0:23:24	0:38:00	4,92
RUTA 9	{"CeDi", "Cliente 1", "Cliente 2", "Cliente 11", "Cliente 13", "CeDi"}	8,55	8:30:00	9:43:00	0:43:00	0:30:00	1:13:00	4,51
RUTA 10	{"CeDi", "Cliente 40", "Cliente 32", "Cliente 35", "CeDi"}	11,07	8:30:00	9:24:00	0:39:00	0:15:00	0:54:00	4,91
RUTA 11	{"CeDi", "Cliente 31", "Cliente 12", "Cliente 14", "Cliente 16", "CeDi"}	12,63	8:30:00	9:24:00	0:33:00	0:21:00	0:54:00	4,42
RUTA 12	{"CeDi", "Cliente 39", "Cliente 3", "Cliente 4", "Cliente 8", "CeDi"}	12,2	9:30:00	10:44:00	0:48:12	0:25:48	1:14:00	4,96
<b>Total Km Recorridos - Día 5</b>		<b>224,44</b>						

**Tabla 3.16: Resultados Día 5**

*Fuente: Elaboración Propia*

La asignación de las doce rutas a los nueve motorizados queda detallada de la siguiente manera:

ASIGNACIÓN	INICIO	FIN	DETALLE DE RUTAS
Moto 1	8:30:00	10:06:00	RUTA 11 RUTA 6 RUTA 1
Moto 2	8:30:00	10:15:00	RUTA 10 RUTA 2
Moto 3	9:00:00	9:43:00	RUTA 3
Moto 4	9:00:00	10:09:00	RUTA 4
Moto 5	9:00:00	10:35:00	RUTA 5
Moto 6	8:30:00	9:56:00	RUTA 7
Moto 7	9:00:00	9:38:00	RUTA 8
Moto 8	8:30:00	9:43:00	RUTA 9
Moto 9	9:30:00	10:44:00	RUTA 12

**Tabla 3.17: Asignación Día 5**

*Fuente: Elaboración Propia*

Siendo el motorizado 1 el que debe realizar 3 rutas, el motorizado 2, debe realizar 2 rutas y el resto de motorizados deben cumplir con una ruta de entrega al día.

En el día 6 se deben desarrollar 11 rutas, con un tiempo mínimo de duración de 34 minutos y máximo de una hora con 22 minutos.

	TRAYECTORIA	Dist. (Km)	Hora Inicio	Hora Fin	Tiem. de trayecto (min)	Tiem. de entrega (min)	Tiem. total (min)	Peso (Kg)
RUTA 1	{"CeDi", "Cliente 30", "Cliente 17", "Cliente 18", "Cliente 19", "CeDi"}	37,06	9:30:00	10:35:00	0:35:36	0:29:24	1:05:00	4,89
RUTA 2	{"CeDi", "Cliente 24", "Cliente 25", "Cliente 26", "Cliente 27", "CeDi"}	21,7	9:00:00	9:43:00	0:22:00	0:21:00	0:43:00	4,44
RUTA 3	{"CeDi", "Cliente 37", "Cliente 29", "Cliente 21", "Cliente 20", "CeDi"}	28,09	9:00:00	10:05:00	0:38:36	0:26:24	1:05:00	4,97
RUTA 4	{"CeDi", "Cliente 36", "Cliente 23", "Cliente 22", "Cliente 28", "CeDi"}	18,02	9:00:00	10:12:00	0:44:24	0:27:36	1:12:00	4,08
RUTA 5	{"CeDi", "Cliente 2", "Cliente 15", "Cliente 5", "Cliente 38", "CeDi"}	10,8	8:30:00	9:52:00	0:55:36	0:26:24	1:22:00	4,67
RUTA 6	{"CeDi", "Cliente 6", "Cliente 7", "Cliente 9", "Cliente 10", "CeDi"}	15,31	9:00:00	9:38:00	0:14:36	0:23:24	0:38:00	4,91
RUTA 7	{"CeDi", "Cliente 13", "Cliente 11", "Cliente 14", "Cliente 16", "CeDi"}	7,6	8:30:00	9:52:00	0:55:00	0:27:00	1:22:00	4,33
RUTA 8	{"CeDi", "Cliente 32", "Cliente 3", "Cliente 4", "Cliente 8", "CeDi"}	11,22	9:00:00	10:44:00	1:20:00	0:24:00	1:44:00	4,62
RUTA 9	{"CeDi", "Cliente 12", "Cliente 33", "Cliente 35", "CeDi"}	14,34	9:00:00	9:27:00	0:13:48	0:13:12	0:27:00	4,22
RUTA 10	{"CeDi", "Cliente 31", "Cliente 1", "Cliente 40", "CeDi"}	10,66	8:30:00	9:04:00	0:16:00	0:18:00	0:34:00	3,76
RUTA 11	{"CeDi", "Cliente 34", "Cliente 39", "CeDi"}	29,09	10:00:00	10:34:00	0:22:36	0:11:24	0:34:00	2,11
<b>Total Km Recorridos - Día 6</b>		<b>203,89</b>						

**Tabla 3.18: Resultados Día 6**

*Fuente: Elaboración Propia*

La asignación de las once rutas a los nueve motorizados queda detallada de la siguiente manera:

ASIGNACIÓN	INICIO	FIN	DETALLE DE RUTAS	
Moto 1	8:30:00	10:35:00	RUTA 10	RUTA 1
Moto 2	8:30:00	10:34:00	RUTA 5	RUTA 11
Moto 3	9:00:00	9:43:00	RUTA 2	
Moto 4	9:00:00	10:05:00	RUTA 3	
Moto 5	9:00:00	10:12:00	RUTA 4	
Moto 6	9:00:00	9:38:00	RUTA 6	
Moto 7	8:30:00	9:52:00	RUTA 7	
Moto 8	9:00:00	10:44:00	RUTA 8	
Moto 9	9:00:00	9:27:00	RUTA 9	

**Tabla 3.19: Asignación Día 6**

*Fuente: Elaboración Propia*

Siendo los motorizados 1 y 2 los que deben realizar dos rutas cada uno y el resto de motorizados deben cumplir con una ruta de entrega al día.

En el día 7 se deben desarrollar 12 rutas, que va desde 6 minutos hasta una hora con 39 minutos.

	TRAYECTORIA	Dist. (Km)	Hora Inicio	Hora Fin	Tiem. de trayecto (min)	Tiem. de entrega (min)	Tiem. total (min)	Peso (Kg)
RUTA 1	{"CeDi", "Cliente 34", "CeDi"}	28,2	10:00:00	10:06:00	0:02:24	0:03:36	0:06:00	1,63
RUTA 2	{"CeDi", "Cliente 20", "Cliente 17", "Cliente 18", "Cliente 19", "CeDi"}	36,72	10:00:00	10:51:00	0:23:24	0:27:36	0:51:00	4,89
RUTA 3	{"CeDi", "Cliente 23", "Cliente 22", "Cliente 28", "CeDi"}	17,92	9:30:00	10:15:00	0:22:12	0:22:48	0:45:00	4,11
RUTA 4	{"CeDi", "Cliente 37", "Cliente 29", "Cliente 36", "CeDi"}	16,22	9:00:00	9:33:00	0:11:24	0:21:36	0:33:00	4,52
RUTA 5	{"CeDi", "Cliente 27", "Cliente 26", "Cliente 25", "Cliente 8", "CeDi"}	18,85	9:30:00	10:06:00	0:13:48	0:22:12	0:36:00	4,84
RUTA 6	{"CeDi", "Cliente 38", "Cliente 5", "Cliente 15", "Cliente 4", "CeDi"}	10,39	9:00:00	10:36:00	1:09:36	0:26:24	1:36:00	4,54
RUTA 7	{"CeDi", "Cliente 35", "Cliente 24", "Cliente 21", "Cliente 30", "CeDi"}	27,1	9:00:00	9:57:00	0:34:48	0:22:12	0:57:00	4,92
RUTA 8	{"CeDi", "Cliente 12", "Cliente 6", "Cliente 33", "CeDi"}	15,11	9:00:00	9:31:00	0:14:48	0:16:12	0:31:00	4,75
RUTA 9	{"CeDi", "Cliente 1", "Cliente 2", "Cliente 3", "CeDi"}	7,47	8:30:00	10:09:00	1:15:00	0:24:00	1:39:00	3,84
RUTA 10	{"CeDi", "Cliente 16", "Cliente 14", "Cliente 32", "Cliente 40", "CeDi"}	9,43	9:00:00	9:32:00	0:08:00	0:24:00	0:32:00	4,22
RUTA 11	{"CeDi", "Cliente 31", "Cliente 7", "Cliente 9", "Cliente 10", "CeDi"}	16,74	8:30:00	9:33:00	0:45:36	0:17:24	1:03:00	4,78
RUTA 12	{"CeDi", "Cliente 13", "Cliente 11", "Cliente 39", "CeDi"}	7,81	8:30:00	9:54:00	1:04:12	0:19:48	1:24:00	4,1
<b>Total Km Recorridos - Día 7</b>		<b>211,96</b>						

**Tabla 3.20: Resultados Día 7**

*Fuente: Elaboración Propia*

La asignación de las doce rutas a los nueve motorizados queda detallada de la siguiente manera:

ASIGNACIÓN	INICIO	FIN	DETALLE DE RUTAS	
Moto 1	8:30:00	10:06:00	RUTA 12	RUTA 1
Moto 2	9:00:00	10:51:00	RUTA 7	RUTA 2
Moto 3	9:00:00	10:15:00	RUTA 8	RUTA 3
Moto 4	9:00:00	9:33:00	RUTA 4	
Moto 5	9:30:00	10:06:00	RUTA 5	
Moto 6	9:00:00	10:36:00	RUTA 6	
Moto 7	8:30:00	10:09:00	RUTA 9	
Moto 8	9:00:00	9:32:00	RUTA 10	
Moto 9	8:30:00	9:33:00	RUTA 11	

**Tabla 3.21: Asignación Día 7**

Fuente: Elaboración Propia

Siendo los motorizados 1, 2, 3 aquellos que deben realizar dos rutas cada uno y el resto de motorizados deben cumplir con una ruta de entrega al día.

En el día 8 corresponde desarrollar 12 rutas con un tiempo mínimo de 6 minutos y máximo de una hora con 39 minutos.

	TRAYECTORIA	Dist. (Km)	Hora Inicio	Hora Fin	Tiem. de trayecto (min)	Tiem. de entrega (min)	Tiem. total (min)	Peso (Kg)
RUTA 1	{"CeDi", "Cliente 31", "CeDi"}	3,45	8:30:00	8:36:00	0:03:00	0:03:00	0:06:00	1,4
RUTA 2	{"CeDi", "Cliente 20", "Cliente 17", "Cliente 18", "Cliente 19", "CeDi"}	36,72	10:00:00	10:51:00	0:23:24	0:27:36	0:51:00	4,95
RUTA 3	{"CeDi", "Cliente 24", "Cliente 23", "Cliente 22", "Cliente 28", "CeDi"}	21,08	9:00:00	10:12:00	0:44:24	0:27:36	1:12:00	4,75
RUTA 4	{"CeDi", "Cliente 27", "Cliente 26", "Cliente 25", "Cliente 29", "CeDi"}	19,36	9:30:00	10:04:00	0:08:12	0:25:48	0:34:00	4,95
RUTA 5	{"CeDi", "Cliente 37", "Cliente 21", "Cliente 30", "CeDi"}	24,25	9:00:00	9:42:00	0:23:24	0:18:36	0:42:00	4,19
RUTA 6	{"CeDi", "Cliente 38", "Cliente 5", "Cliente 15", "Cliente 4", "CeDi"}	10,39	9:00:00	10:36:00	1:09:36	0:26:24	1:36:00	4,67
RUTA 7	{"CeDi", "Cliente 36", "Cliente 33", "Cliente 35", "CeDi"}	10,84	9:00:00	9:21:00	0:06:00	0:15:00	0:21:00	3,61
RUTA 8	{"CeDi", "Cliente 6", "Cliente 7", "Cliente 9", "Cliente 10", "CeDi"}	15,31	9:00:00	9:38:00	0:14:36	0:23:24	0:38:00	4,63
RUTA 9	{"CeDi", "Cliente 12", "Cliente 16", "Cliente 8", "Cliente 14", "CeDi"}	12,2	9:00:00	10:15:00	0:51:00	0:24:00	1:15:00	4,47
RUTA 10	{"CeDi", "Cliente 1", "Cliente 2", "Cliente 3", "CeDi"}	7,47	8:30:00	10:09:00	1:15:00	0:24:00	1:39:00	4,19
RUTA 11	{"CeDi", "Cliente 13", "Cliente 11", "Cliente 32", "Cliente 40", "CeDi"}	9,16	8:30:00	9:52:00	1:01:00	0:21:00	1:22:00	4,82
RUTA 12	{"CeDi", "Cliente 34", "Cliente 39", "CeDi"}	29,09	10:00:00	10:34:00	0:22:36	0:11:24	0:34:00	2,69
<b>Total Km Recorridos - Día 8</b>		<b>199,32</b>						

**Tabla 3.22: Resultados Día 8**

Fuente: Elaboración Propia

La asignación de las doce rutas a los ocho motorizados queda detallada de la siguiente manera:

ASIGNACIÓN	INICIO	FIN	DETALLE DE RUTAS		
Moto 1	8:30:00	9:42:00	RUTA 1	RUTA 7	RUTA 4
Moto 2	8:30:00	10:51:00	RUTA 11	RUTA 2	
Moto 3	9:00:00	10:34:00	RUTA 5	RUTA 12	
Moto 4	9:00:00	10:12:00	RUTA 3		
Moto 5	9:00:00	10:36:00	RUTA 6		
Moto 6	9:00:00	9:38:00	RUTA 8		
Moto 7	9:00:00	10:15:00	RUTA 9		
Moto 8	8:30:00	10:09:00	RUTA 10		

**Tabla 3.23: Asignación Día 8**

*Fuente: Elaboración Propia*

Siendo el motorizado 1 el que debe realizar 3 rutas, los motorizados 2 y 3 deben realizar 2 rutas cada uno y el resto de motorizados deben cumplir con una ruta de entrega al día.

En el día 9 corresponde realizar 11 rutas, con un tiempo que va desde 6 minutos hasta una hora con 45 minutos.

	TRAYECTORIA	Dist. (Km)	Hora Inicio	Hora Fin	Tiem. de trayecto (min)	Tiem. de entrega (min)	Tiem. total (min)	Peso (Kg)
RUTA 1	{"CeDi", "Cliente 34", "CeDi"}	28,2	10:00:00	10:06:00	0:02:24	0:03:36	0:06:00	0,96
RUTA 2	{"CeDi", "Cliente 20", "Cliente 17", "Cliente 18", "Cliente 19", "CeDi"}	36,72	10:00:00	10:51:00	0:23:24	0:27:36	0:51:00	4,96
RUTA 3	{"CeDi", "Cliente 24", "Cliente 25", "Cliente 26", "Cliente 27", "CeDi"}	21,7	9:00:00	9:43:00	0:22:00	0:21:00	0:43:00	4,58
RUTA 4	{"CeDi", "Cliente 36", "Cliente 29", "Cliente 21", "Cliente 30", "CeDi"}	23,31	9:00:00	9:46:00	0:20:12	0:25:48	0:46:00	4,98
RUTA 5	{"CeDi", "Cliente 38", "Cliente 5", "Cliente 15", "Cliente 4", "CeDi"}	10,39	9:00:00	10:36:00	1:09:36	0:26:24	1:36:00	4,49
RUTA 6	{"CeDi", "Cliente 6", "Cliente 23", "Cliente 22", "Cliente 28", "CeDi"}	19,95	9:00:00	10:12:00	0:40:12	0:31:48	1:12:00	4,82
RUTA 7	{"CeDi", "Cliente 37", "Cliente 33", "Cliente 35", "CeDi"}	12,86	9:00:00	9:23:00	0:05:36	0:17:24	0:23:00	4,08
RUTA 8	{"CeDi", "Cliente 13", "Cliente 11", "Cliente 2", "Cliente 3", "CeDi"}	7,84	8:30:00	10:06:00	1:12:00	0:24:00	1:36:00	4,26
RUTA 9	{"CeDi", "Cliente 1", "Cliente 10", "Cliente 9", "Cliente 7", "Cliente 12", "CeDi"}	14,29	8:30:00	10:04:00	1:04:36	0:29:24	1:34:00	4,87
RUTA 10	{"CeDi", "Cliente 31", "Cliente 16", "Cliente 8", "Cliente 14", "CeDi"}	12,19	8:30:00	10:15:00	1:21:00	0:24:00	1:45:00	4,93
RUTA 11	{"CeDi", "Cliente 40", "Cliente 32", "Cliente 39", "CeDi"}	6,25	8:30:00	9:41:00	0:54:12	0:16:48	1:11:00	4,04
<b>Total Km Recorridos - Día 9</b>		<b>193,7</b>						

**Tabla 3.24: Resultados Día 9**

*Fuente: Elaboración Propia*

La asignación de las once rutas a los nueve motorizados queda detallada de la siguiente manera:

ASIGNACIÓN	INICIO	FIN	DETALLE DE RUTAS	
Moto 1	8:30:00	10:06:00	RUTA 11	RUTA 1
Moto 2	9:00:00	10:51:00	RUTA 3	RUTA 2
Moto 3	9:00:00	9:46:00	RUTA 4	
Moto 4	9:00:00	10:36:00	RUTA 5	
Moto 5	9:00:00	10:12:00	RUTA 6	
Moto 6	9:00:00	9:23:00	RUTA 7	
Moto 7	8:30:00	10:06:00	RUTA 8	
Moto 8	8:30:00	10:04:00	RUTA 9	
Moto 9	8:30:00	10:15:00	RUTA 10	

**Tabla 3.25: Asignación Día 9**

*Fuente: Elaboración Propia*

Siendo el motorizado 1 y 2 los que deben realizar dos rutas y el resto de motorizados deben cumplir con una ruta de entrega al día.

El día 10 corresponde cumplir 11 rutas, con un tiempo mínimo de servicio que va desde 6 minutos hasta una hora con 12 minutos.

	TRAYECTORIA	Dist. (Km)	Hora Inicio	Hora Fin	Tiem. de trayecto (min)	Tiem. de entrega (min)	Tiem. total (min)	Peso (Kg)
RUTA 1	{"CeDi", "Cliente 34", "CeDi"}	28,2	10:00:00	10:06:00	0:02:24	0:03:36	0:06:00	1,17
RUTA 2	{"CeDi", "Cliente 20", "Cliente 17", "Cliente 18", "Cliente 19", "CeDi"}	36,72	10:00:00	10:51:00	0:23:24	0:27:36	0:51:00	4,79
RUTA 3	{"CeDi", "Cliente 24", "Cliente 25", "Cliente 26", "Cliente 27", "CeDi"}	21,7	9:00:00	9:43:00	0:22:00	0:21:00	0:43:00	4,26
RUTA 4	{"CeDi", "Cliente 37", "Cliente 29", "Cliente 21", "Cliente 30", "CeDi"}	24,26	9:00:00	9:48:00	0:19:48	0:28:12	0:48:00	4,77
RUTA 5	{"CeDi", "Cliente 36", "Cliente 23", "Cliente 22", "Cliente 28", "CeDi"}	18,02	9:00:00	10:12:00	0:44:24	0:27:36	1:12:00	4,28
RUTA 6	{"CeDi", "Cliente 6", "Cliente 15", "Cliente 5", "Cliente 38", "CeDi"}	12,73	9:00:00	9:52:00	0:22:36	0:29:24	0:52:00	5
RUTA 7	{"CeDi", "Cliente 3", "Cliente 4", "Cliente 8", "CeDi"}	11,28	10:00:00	10:47:00	0:29:00	0:18:00	0:47:00	4,61
RUTA 8	{"CeDi", "Cliente 10", "Cliente 9", "Cliente 7", "Cliente 12", "CeDi"}	14,54	9:30:00	9:59:00	0:11:36	0:17:24	0:29:00	4,54
RUTA 9	{"CeDi", "Cliente 16", "Cliente 14", "Cliente 33", "Cliente 35", "CeDi"}	12,51	9:00:00	9:34:00	0:08:48	0:25:12	0:34:00	4,41
RUTA 10	{"CeDi", "Cliente 31", "Cliente 1", "Cliente 32", "Cliente 40", "CeDi"}	11,44	8:30:00	9:11:00	0:17:00	0:24:00	0:41:00	4,94
RUTA 11	{"CeDi", "Cliente 13", "Cliente 11", "Cliente 2", "Cliente 39", "CeDi"}	9,37	8:30:00	10:01:00	1:05:12	0:25:48	1:31:00	4,94
<b>Total Km Recorridos - Día 10</b>		<b>200,77</b>						

**Tabla 3.26: Resultados Día 10**

*Fuente: Elaboración Propia*

La asignación de las once rutas a los siete motorizados queda detallada de la siguiente manera:

ASIGNACIÓN	INICIO	FIN	DETALLE DE RUTAS		
Moto 1	8:30:00	10:06:00	RUTA 11	RUTA 8	RUTA 1
Moto 2	9:00:00	10:47:00	RUTA 9	RUTA 7	
Moto 3	9:00:00	10:51:00	RUTA 6	RUTA 2	
Moto 4	9:00:00	9:43:00	RUTA 3		
Moto 5	9:00:00	9:48:00	RUTA 4		
Moto 6	9:00:00	10:12:00	RUTA 5		
Moto 7	8:30:00	9:11:00	RUTA 10		

**Tabla 3.27: Asignación Día 10**

*Fuente: Elaboración Propia*

Siendo el motorizado 1 el que debe realizar 3 rutas, los motorizados 2 y 3 deben realizar 2 rutas cada uno y el resto de motorizados deben cumplir con una ruta de entrega al día.

En el día 11 corresponde cumplir con las entregas de 11 rutas con un tiempo de servicio que va desde 23 minutos hasta una hora con 22 minutos.

	TRAYECTORIA	Dist. (Km)	Hora Inicio	Hora Fin	Tiem. de trayecto (min)	Tiem. de entrega (min)	Tiem. total (min)	Peso (Kg)
RUTA 1	{"CeDi", "Cliente 20", "Cliente 17", "Cliente 18", "Cliente 19", "CeDi"}	36,72	10:00:00	10:51:00	0:23:24	0:27:36	0:51:00	4,78
RUTA 2	{"CeDi", "Cliente 24", "Cliente 23", "Cliente 22", "Cliente 28", "CeDi"}	21,08	9:00:00	10:12:00	0:44:24	0:27:36	1:12:00	4,32
RUTA 3	{"CeDi", "Cliente 27", "Cliente 26", "Cliente 25", "Cliente 36", "CeDi"}	19,98	9:30:00	10:04:00	0:13:00	0:21:00	0:34:00	4,99
RUTA 4	{"CeDi", "Cliente 37", "Cliente 33", "Cliente 35", "CeDi"}	12,86	9:00:00	9:23:00	0:05:36	0:17:24	0:23:00	4,04
RUTA 5	{"CeDi", "Cliente 2", "Cliente 15", "Cliente 5", "Cliente 38", "CeDi"}	10,8	8:30:00	9:52:00	0:55:36	0:26:24	1:22:00	4,64
RUTA 6	{"CeDi", "Cliente 6", "Cliente 29", "Cliente 21", "Cliente 30", "CeDi"}	25,81	9:00:00	9:55:00	0:25:00	0:30:00	0:55:00	4,96
RUTA 7	{"CeDi", "Cliente 3", "Cliente 4", "Cliente 8", "CeDi"}	11,28	10:00:00	10:47:00	0:29:00	0:18:00	0:47:00	4,31
RUTA 8	{"CeDi", "Cliente 10", "Cliente 9", "Cliente 7", "Cliente 12", "CeDi"}	14,54	9:30:00	9:59:00	0:11:36	0:17:24	0:29:00	4,92
RUTA 9	{"CeDi", "Cliente 13", "Cliente 11", "Cliente 14", "Cliente 16", "CeDi"}	7,6	8:30:00	9:52:00	0:55:00	0:27:00	1:22:00	4,93
RUTA 10	{"CeDi", "Cliente 31", "Cliente 1", "Cliente 32", "Cliente 40", "CeDi"}	11,44	8:30:00	9:11:00	0:17:00	0:24:00	0:41:00	4,62
RUTA 11	{"CeDi", "Cliente 34", "Cliente 39", "CeDi"}	29,09	10:00:00	10:34:00	0:22:36	0:11:24	0:34:00	2,05
<b>Total Km Recorridos - Día 11</b>		<b>201,2</b>						

**Tabla 3.28: Resultados Día 11**

*Fuente: Elaboración Propia*

La asignación de las once rutas a los siete motorizados queda detallada de la siguiente manera:

ASIGNACIÓN	INICIO	FIN	DETALLE DE RUTAS
Moto 1	8:30:00	10:34:00	RUTA 10 RUTA 8 RUTA 11
Moto 2	8:30:00	10:51:00	RUTA 9 RUTA 1
Moto 3	8:30:00	10:47:00	RUTA 5 RUTA 7
Moto 4	9:00:00	10:12:00	RUTA 2
Moto 5	9:30:00	10:04:00	RUTA 3
Moto 6	9:00:00	9:23:00	RUTA 4
Moto 7	9:00:00	9:55:00	RUTA 6

**Tabla 3.29: Asignación Día 11**

*Fuente: Elaboración Propia*

Siendo el motorizado 1 el que debe realizar 3 rutas, los motorizados 2 y 3 deben realizar 2 rutas y el resto de motorizados deben cumplir con una ruta de entrega al día.

En el día 12 corresponde cumplir con las entregas de 11 rutas con tiempo mínimo de servicio de 36 minutos y máximo de una hora con 22 minutos.

	TRAYECTORIA	Dist. (Km)	Hora Inicio	Hora Fin	Tiem. de trayecto (min)	Tiem. de entrega (min)	Tiem. total (min)	Peso (Kg)
RUTA 1	{"CeDi", "Cliente 20", "Cliente 17", "Cliente 18", "Cliente 19", "CeDi"}	36,72	10:00:00	10:51:00	0:23:24	0:27:36	0:51:00	4,85
RUTA 2	{"CeDi", "Cliente 24", "Cliente 25", "Cliente 26", "Cliente 27", "CeDi"}	21,7	9:00:00	9:43:00	0:22:00	0:21:00	0:43:00	4,94
RUTA 3	{"CeDi", "Cliente 37", "Cliente 29", "Cliente 21", "Cliente 30", "CeDi"}	24,26	9:00:00	9:48:00	0:19:48	0:28:12	0:48:00	4,44
RUTA 4	{"CeDi", "Cliente 7", "Cliente 9", "Cliente 10", "CeDi"}	14,02	9:00:00	9:36:00	0:21:36	0:14:24	0:36:00	4,55
RUTA 5	{"CeDi", "Cliente 36", "Cliente 23", "Cliente 22", "Cliente 28", "CeDi"}	18,02	9:00:00	10:12:00	0:44:24	0:27:36	1:12:00	4,11
RUTA 6	{"CeDi", "Cliente 2", "Cliente 15", "Cliente 5", "Cliente 38", "CeDi"}	10,8	8:30:00	9:52:00	0:55:36	0:26:24	1:22:00	4,96
RUTA 7	{"CeDi", "Cliente 12", "Cliente 6", "Cliente 11", "Cliente 13", "CeDi"}	11,98	9:00:00	9:43:00	0:19:00	0:24:00	0:43:00	4,76
RUTA 8	{"CeDi", "Cliente 1", "Cliente 3", "Cliente 4", "Cliente 8", "CeDi"}	11,36	8:30:00	10:44:00	1:44:00	0:30:00	2:14:00	4,42
RUTA 9	{"CeDi", "Cliente 40", "Cliente 32", "Cliente 33", "Cliente 35", "CeDi"}	11,93	8:30:00	9:26:00	0:36:48	0:19:12	0:56:00	4,46
RUTA 10	{"CeDi", "Cliente 31", "Cliente 14", "Cliente 16", "CeDi"}	9,9	8:30:00	9:12:00	0:24:00	0:18:00	0:42:00	3,99
RUTA 11	{"CeDi", "Cliente 34", "Cliente 39", "CeDi"}	29,09	10:00:00	10:34:00	0:22:36	0:11:24	0:34:00	1,73
<b>Total Km Recorridos - Día 12</b>		<b>199,78</b>						

**Tabla 3.30: Resultados Día 12**

*Fuente: Elaboración Propia*



La asignación de las once rutas a los nueve motorizados queda detallada de la siguiente manera:

ASIGNACIÓN	INICIO	FIN	DETALLE DE RUTAS	
Moto 1	8:30:00	10:34:00	RUTA 6	RUTA 11
Moto 2	9:00:00	10:51:00	RUTA 7	RUTA 1
Moto 3	9:00:00	9:43:00	RUTA 2	
Moto 4	9:00:00	9:48:00	RUTA 3	
Moto 5	9:00:00	9:36:00	RUTA 4	
Moto 6	9:00:00	10:12:00	RUTA 5	
Moto 7	8:30:00	10:44:00	RUTA 8	
Moto 8	8:30:00	9:26:00	RUTA 9	
Moto 9	8:30:00	9:12:00	RUTA 10	

**Tabla 3.31: Asignación Día 12**

*Fuente: Elaboración Propia*

Siendo los motorizados 1 y 2 los que deben realizar 2 rutas cada uno y el resto de motorizados deben cumplir con una ruta de entrega al día.

En el día 13 se deben desarrollar 12 rutas con tiempo de duración que va desde 23 minutos hasta una hora con 16 minutos.

	TRAYECTORIA	Dist. (Km)	Hora Inicio	Hora Fin	Tiem. de trayecto (min)	Tiem. de entrega (min)	Tiem. total (min)	Peso (Kg)
RUTA 1	{"CeDi", "Cliente 20", "Cliente 17", "Cliente 18", "Cliente 19", "CeDi"}	36,72	10:00:00	10:51:00	0:23:24	0:27:36	0:51:00	4,77
RUTA 2	{"CeDi", "Cliente 24", "Cliente 23", "Cliente 22", "Cliente 28", "CeDi"}	21,08	9:00:00	10:12:00	0:44:24	0:27:36	1:12:00	4,71
RUTA 3	{"CeDi", "Cliente 29", "Cliente 21", "Cliente 30", "CeDi"}	23,51	9:00:00	9:40:00	0:19:00	0:21:00	0:40:00	4,14
RUTA 4	{"CeDi", "Cliente 7", "Cliente 9", "Cliente 10", "CeDi"}	14,02	9:00:00	9:36:00	0:21:36	0:14:24	0:36:00	4,43
RUTA 5	{"CeDi", "Cliente 15", "Cliente 5", "Cliente 38", "CeDi"}	10,38	9:30:00	9:55:00	0:04:36	0:20:24	0:25:00	4,05
RUTA 6	{"CeDi", "Cliente 27", "Cliente 26", "Cliente 25", "Cliente 36", "CeDi"}	19,98	9:30:00	10:04:00	0:13:00	0:21:00	0:34:00	4,72
RUTA 7	{"CeDi", "Cliente 37", "Cliente 33", "Cliente 35", "CeDi"}	12,86	9:00:00	9:23:00	0:05:36	0:17:24	0:23:00	4,74
RUTA 8	{"CeDi", "Cliente 2", "Cliente 3", "Cliente 4", "Cliente 8", "CeDi"}	11,28	8:30:00	10:44:00	1:50:00	0:24:00	2:14:00	4,93
RUTA 9	{"CeDi", "Cliente 12", "Cliente 6", "Cliente 14", "Cliente 16", "CeDi"}	11,21	9:00:00	9:36:00	0:09:00	0:27:00	0:36:00	4,72
RUTA 10	{"CeDi", "Cliente 1", "Cliente 11", "Cliente 13", "CeDi"}	7,45	8:30:00	9:46:00	0:52:00	0:24:00	1:16:00	4,36
RUTA 11	{"CeDi", "Cliente 31", "Cliente 32", "Cliente 40", "CeDi"}	8,46	8:30:00	9:15:00	0:33:00	0:12:00	0:45:00	3,73
RUTA 12	{"CeDi", "Cliente 34", "Cliente 39", "CeDi"}	29,09	10:00:00	10:34:00	0:22:36	0:11:24	0:34:00	2
<b>Total Km Recorridos - Día 13</b>		<b>206,04</b>						

**Tabla 3.32: Resultados Día 13**

*Fuente: Elaboración Propia*

La asignación de las doce rutas a los nueve motorizados queda detallada de la siguiente manera:

ASIGNACIÓN	INICIO	FIN	DETALLE DE RUTAS
Moto 1	8:30:00	10:34:00	RUTA 11 RUTA 5 RUTA 12
Moto 2	8:30:00	10:51:00	RUTA 10 RUTA 1
Moto 3	9:00:00	10:12:00	RUTA 2
Moto 4	9:00:00	9:40:00	RUTA 3
Moto 5	9:00:00	9:36:00	RUTA 4
Moto 6	9:30:00	10:04:00	RUTA 6
Moto 7	9:00:00	9:23:00	RUTA 7
Moto 8	8:30:00	10:44:00	RUTA 8
Moto 9	9:00:00	9:36:00	RUTA 9

**Tabla 3.33: Asignación Día 13**

*Fuente: Elaboración Propia*

Siendo el motorizado 1 el que debe realizar 3 rutas, el motorizado 2 debe realizar 2 rutas y el resto de motorizados deben cumplir con una ruta de entrega al día.

En el día 14 se deben desarrollar 10 rutas con un tiempo mínimo de servicio de 29 minutos y máximo de una hora con 36 minutos.

	TRAYECTORIA	Dist. (Km)	Hora Inicio	Hora Fin	Tiem. de trayectoria (min)	Tiem. de entrega (min)	Tiem. total (min)	Peso (Kg)
RUTA 1	{"CeDi", "Cliente 20", "Cliente 17", "Cliente 18", "Cliente 19", "CeDi"}	36,72	10:00:00	10:51:00	0:23:24	0:27:36	0:51:00	4,53
RUTA 2	{"CeDi", "Cliente 24", "Cliente 25", "Cliente 26", "Cliente 27", "CeDi"}	21,7	9:00:00	9:43:00	0:22:00	0:21:00	0:43:00	4,57
RUTA 3	{"CeDi", "Cliente 37", "Cliente 29", "Cliente 21", "Cliente 30", "CeDi"}	24,26	9:00:00	9:48:00	0:19:48	0:28:12	0:48:00	4,95
RUTA 4	{"CeDi", "Cliente 36", "Cliente 23", "Cliente 22", "Cliente 28", "CeDi"}	18,02	9:00:00	10:12:00	0:44:24	0:27:36	1:12:00	4,49
RUTA 5	{"CeDi", "Cliente 38", "Cliente 5", "Cliente 15", "Cliente 4", "CeDi"}	10,39	9:00:00	10:36:00	1:09:36	0:26:24	1:36:00	4,25
RUTA 6	{"CeDi", "Cliente 10", "Cliente 9", "Cliente 7", "Cliente 12", "CeDi"}	14,54	9:30:00	9:59:00	0:11:36	0:17:24	0:29:00	4,87
RUTA 7	{"CeDi", "Cliente 16", "Cliente 14", "Cliente 6", "Cliente 8", "CeDi"}	12,15	9:00:00	10:06:00	0:36:00	0:30:00	1:06:00	4,26
RUTA 8	{"CeDi", "Cliente 13", "Cliente 11", "Cliente 2", "Cliente 3", "CeDi"}	7,84	8:30:00	10:06:00	1:12:00	0:24:00	1:36:00	4,94
RUTA 9	{"CeDi", "Cliente 35", "Cliente 33", "Cliente 1", "Cliente 32", "Cliente 40", "Cliente 34", "CeDi"}	42,92	9:00:00	10:22:00	0:47:12	0:34:48	1:22:00	4,86
RUTA 10	{"CeDi", "Cliente 31", "Cliente 39", "CeDi"}	4,34	8:30:00	9:38:00	0:57:12	0:10:48	1:08:00	2,47
<b>Total Km Recorridos - Día 14</b>		<b>192,88</b>						

**Tabla 3.34: Resultados Día 14**

*Fuente: Elaboración Propia*

La asignación de las diez rutas a los nueve motorizados queda detallada de la siguiente manera:

ASIGNACIÓN	INICIO	FIN	DETALLE DE RUTAS	
Moto 1	9:30:00	10:51:00	RUTA 6	RUTA 1
Moto 2	9:00:00	9:43:00	RUTA 2	
Moto 3	9:00:00	9:48:00	RUTA 3	
Moto 4	9:00:00	10:12:00	RUTA 4	
Moto 5	9:00:00	10:36:00	RUTA 5	
Moto 6	9:00:00	10:06:00	RUTA 7	
Moto 7	8:30:00	10:06:00	RUTA 8	
Moto 8	9:00:00	10:22:00	RUTA 9	
Moto 9	8:30:00	9:38:00	RUTA 10	

**Tabla 3.35: Asignación Día 14**

*Fuente: Elaboración Propia*

Siendo el motorizado 1 el que debe realizar 2 rutas y el resto de motorizados deben cumplir con una ruta de entrega al día.

En el día 15 se deben desarrollar 11 rutas con un tiempo que va desde 36 minutos hasta una hora con 36 minutos.

	TRAYECTORIA	Dist. (Km)	Hora Inicio	Hora Fin	Tiem. de trayecto (min)	Tiem. de entrega (min)	Tiem. total (min)	Peso (Kg)
RUTA 1	{"CeDi", "Cliente 20", "Cliente 17", "Cliente 18", "Cliente 19", "CeDi"}	36,72	10:00:00	10:51:00	0:23:24	0:27:36	0:51:00	4,52
RUTA 2	{"CeDi", "Cliente 24", "Cliente 25", "Cliente 26", "Cliente 27", "CeDi"}	21,7	9:00:00	9:43:00	0:22:00	0:21:00	0:43:00	4,7
RUTA 3	{"CeDi", "Cliente 36", "Cliente 23", "Cliente 22", "Cliente 28", "CeDi"}	18,02	9:00:00	10:12:00	0:44:24	0:27:36	1:12:00	4,52
RUTA 4	{"CeDi", "Cliente 38", "Cliente 5", "Cliente 15", "Cliente 4", "CeDi"}	10,39	9:00:00	10:36:00	1:09:36	0:26:24	1:36:00	4,69
RUTA 5	{"CeDi", "Cliente 33", "Cliente 35", "CeDi"}	10,35	8:30:00	9:06:00	0:25:48	0:10:12	0:36:00	2,49
RUTA 6	{"CeDi", "Cliente 6", "Cliente 7", "Cliente 9", "Cliente 10", "CeDi"}	15,31	9:00:00	9:38:00	0:14:36	0:23:24	0:38:00	4,39
RUTA 7	{"CeDi", "Cliente 13", "Cliente 11", "Cliente 2", "Cliente 3", "CeDi"}	7,84	8:30:00	10:06:00	1:12:00	0:24:00	1:36:00	4,42
RUTA 8	{"CeDi", "Cliente 12", "Cliente 16", "Cliente 8", "Cliente 14", "CeDi"}	12,2	9:00:00	10:15:00	0:51:00	0:24:00	1:15:00	4,26
RUTA 9	{"CeDi", "Cliente 1", "Cliente 37", "Cliente 29", "Cliente 21", "Cliente 30", "CeDi"}	24,35	8:30:00	9:53:00	0:42:48	0:40:12	1:23:00	4,93
RUTA 10	{"CeDi", "Cliente 31", "Cliente 32", "Cliente 40", "CeDi"}	8,46	8:30:00	9:15:00	0:33:00	0:12:00	0:45:00	4,07
RUTA 11	{"CeDi", "Cliente 34", "Cliente 39", "CeDi"}	29,09	10:00:00	10:34:00	0:22:36	0:11:24	0:34:00	2,26
<b>Total Km Recorridos - Día 15</b>		<b>194,43</b>						

**Tabla 3.36: Resultados Día 15**

*Fuente: Elaboración Propia*

La asignación de las once rutas a los nueve motorizados queda detallada de la siguiente manera:

ASIGNACIÓN	INICIO	FIN	DETALLE DE RUTAS	
Moto 1	8:30:00	10:34:00	RUTA 9	RUTA 11
Moto 2	9:00:00	10:51:00	RUTA 2	RUTA 1
Moto 3	9:00:00	10:12:00	RUTA 3	
Moto 4	9:00:00	10:36:00	RUTA 4	
Moto 5	8:30:00	9:06:00	RUTA 5	
Moto 6	9:00:00	9:38:00	RUTA 6	
Moto 7	8:30:00	10:06:00	RUTA 7	
Moto 8	9:00:00	10:15:00	RUTA 8	
Moto 9	8:30:00	9:15:00	RUTA 10	

**Tabla 3.37: Asignación Día 15**

*Fuente: Elaboración Propia*

Siendo el motorizado 1 y 2 los que deben realizar dos rutas cada uno y el resto de motorizados deben cumplir con una ruta de entrega al día.

En el día 16 se deben desarrollar 10 rutas con un tiempo de servicio que va desde 38 minutos hasta una hora con 49 minutos.

	TRAYECTORIA	Dist. (Km)	Hora Inicio	Hora Fin	Tiem. de trayecto (min)	Tiem. de entrega (min)	Tiem. total (min)	Peso (Kg)
RUTA 1	{"CeDi", "Cliente 20", "Cliente 17", "Cliente 18", "Cliente 19", "CeDi"}	36,72	10:00:00	10:51:00	0:23:24	0:27:36	0:51:00	4,76
RUTA 2	{"CeDi", "Cliente 24", "Cliente 25", "Cliente 26", "Cliente 27", "CeDi"}	21,7	9:00:00	9:43:00	0:22:00	0:21:00	0:43:00	4,29
RUTA 3	{"CeDi", "Cliente 37", "Cliente 29", "Cliente 21", "Cliente 30", "CeDi"}	24,26	9:00:00	9:48:00	0:19:48	0:28:12	0:48:00	4,58
RUTA 4	{"CeDi", "Cliente 36", "Cliente 23", "Cliente 22", "Cliente 28", "CeDi"}	18,02	9:00:00	10:12:00	0:44:24	0:27:36	1:12:00	4,15
RUTA 5	{"CeDi", "Cliente 38", "Cliente 5", "Cliente 15", "Cliente 4", "Cliente 8", "CeDi"}	11,44	9:00:00	10:49:00	1:16:36	0:32:24	1:49:00	4,98
RUTA 6	{"CeDi", "Cliente 6", "Cliente 7", "Cliente 9", "Cliente 10", "CeDi"}	15,31	9:00:00	9:38:00	0:14:36	0:23:24	0:38:00	4,44
RUTA 7	{"CeDi", "Cliente 13", "Cliente 11", "Cliente 2", "Cliente 3", "CeDi"}	7,84	8:30:00	10:06:00	1:12:00	0:24:00	1:36:00	4,64
RUTA 8	{"CeDi", "Cliente 16", "Cliente 14", "Cliente 12", "Cliente 33", "Cliente 35", "CeDi"}	15,11	9:00:00	9:46:00	0:17:48	0:28:12	0:46:00	4,59
RUTA 9	{"CeDi", "Cliente 31", "Cliente 1", "Cliente 32", "Cliente 40", "CeDi"}	11,44	8:30:00	9:11:00	0:17:00	0:24:00	0:41:00	4,24
RUTA 10	{"CeDi", "Cliente 34", "Cliente 39", "CeDi"}	29,09	10:00:00	10:34:00	0:22:36	0:11:24	0:34:00	2,15
<b>Total Km Recorridos - Día 16</b>		<b>190,93</b>						

**Tabla 3.38: Resultados Día 16**

*Fuente: Elaboración Propia*

La asignación de las diez rutas a los ocho motorizados queda detallada de la siguiente manera:

ASIGNACIÓN	INICIO	FIN	DETALLE DE RUTAS	
Moto 1	9:00:00	10:51:00	RUTA 3	RUTA 1
Moto 2	9:00:00	10:34:00	RUTA 8	RUTA 10
Moto 3	9:00:00	9:43:00	RUTA 2	
Moto 4	9:00:00	10:12:00	RUTA 4	
Moto 5	9:00:00	10:49:00	RUTA 5	
Moto 6	9:00:00	9:38:00	RUTA 6	
Moto 7	8:30:00	10:06:00	RUTA 7	
Moto 8	8:30:00	9:11:00	RUTA 9	

**Tabla 3.39: Asignación Día 16**

*Fuente: Elaboración Propia*

Siendo el motorizado 1 y 2 deben realizar 2 rutas cada uno y el resto de motorizados deben cumplir con una ruta de entrega al día.

En el día 17 se deben desarrollar 11 rutas con un tiempo de servicio que va desde 21 minutos hasta una hora con 45 minutos.

	TRAYECTORIA	Dist. (Km)	Hora Inicio	Hora Fin	Tiem. de trayecto (min)	Tiem. de entrega (min)	Tiem. total (min)	Peso (Kg)
RUTA 1	{"CeDi", "Cliente 20", "Cliente 17", "Cliente 18", "Cliente 19", "CeDi"}	36,72	10:00:00	10:51:00	0:23:24	0:27:36	0:51:00	4,79
RUTA 2	{"CeDi", "Cliente 27", "Cliente 26", "Cliente 25", "Cliente 29", "CeDi"}	19,36	9:30:00	10:04:00	0:08:12	0:25:48	0:34:00	4,47
RUTA 3	{"CeDi", "Cliente 37", "Cliente 24", "Cliente 21", "Cliente 30", "CeDi"}	28,05	9:00:00	9:56:00	0:32:36	0:23:24	0:56:00	4,55
RUTA 4	{"CeDi", "Cliente 38", "Cliente 5", "Cliente 15", "Cliente 4", "CeDi"}	10,39	9:00:00	10:36:00	1:09:36	0:26:24	1:36:00	4,41
RUTA 5	{"CeDi", "Cliente 6", "Cliente 23", "Cliente 22", "Cliente 28", "CeDi"}	19,95	9:00:00	10:12:00	0:40:12	0:31:48	1:12:00	4,97
RUTA 6	{"CeDi", "Cliente 36", "Cliente 33", "Cliente 35", "CeDi"}	10,84	9:00:00	9:21:00	0:06:00	0:15:00	0:21:00	4,02
RUTA 7	{"CeDi", "Cliente 10", "Cliente 9", "Cliente 7", "Cliente 12", "CeDi"}	14,54	9:30:00	9:59:00	0:11:36	0:17:24	0:29:00	3,9
RUTA 8	{"CeDi", "Cliente 13", "Cliente 11", "Cliente 2", "Cliente 3", "CeDi"}	7,84	8:30:00	10:06:00	1:12:00	0:24:00	1:36:00	4,91
RUTA 9	{"CeDi", "Cliente 1", "Cliente 16", "Cliente 8", "Cliente 14", "CeDi"}	9,55	8:30:00	10:15:00	1:12:00	0:33:00	1:45:00	4,59
RUTA 10	{"CeDi", "Cliente 31", "Cliente 32", "Cliente 40", "CeDi"}	8,46	8:30:00	9:15:00	0:33:00	0:12:00	0:45:00	3,15
RUTA 11	{"CeDi", "Cliente 34", "Cliente 39", "CeDi"}	29,09	10:00:00	10:34:00	0:22:36	0:11:24	0:34:00	2,51
<b>Total Km Recorridos - Día 17</b>		<b>194,79</b>						

**Tabla 3.40: Resultados Día 17**

*Fuente: Elaboración Propia*

La asignación de las once rutas a los siete motorizados queda detallada de la siguiente manera:

ASIGNACIÓN	INICIO	FIN	DETALLE DE RUTAS
Moto 1	9:00:00	10:51:00	RUTA 3 RUTA 1
Moto 2	8:30:00	10:34:00	RUTA 10 RUTA 7 RUTA 11
Moto 3	9:00:00	10:04:00	RUTA 6 RUTA 2
Moto 4	9:00:00	10:36:00	RUTA 4
Moto 5	9:00:00	10:12:00	RUTA 5
Moto 6	8:30:00	10:06:00	RUTA 8
Moto 7	8:30:00	10:15:00	RUTA 9

**Tabla 3.41: Asignación Día 17**

*Fuente: Elaboración Propia*

Siendo los motorizados 1 y 3 los que deben realizar 2 rutas cada uno, el motorizado 2, debe realizar 3 rutas y el resto de motorizados deben cumplir con una ruta de entrega al día. En el día 18 se deben desarrollar 12 rutas con un tiempo de servicio que va desde 25 minutos hasta una hora con 39 minutos.

	TRAYECTORIA	Dist. (Km)	Hora Inicio	Hora Fin	Tiem. de trayecto (min)	Tiem. de entrega (min)	Tiem. total (min)	Peso (Kg)
RUTA 1	{"CeDi", "Cliente 17", "Cliente 18", "Cliente 19", "CeDi"}	37,35	10:00:00	10:38:00	0:15:48	0:22:12	0:38:00	4,34
RUTA 2	{"CeDi", "Cliente 37", "Cliente 29", "Cliente 21", "Cliente 20", "CeDi"}	28,09	9:00:00	10:05:00	0:38:36	0:26:24	1:05:00	4,29
RUTA 3	{"CeDi", "Cliente 27", "Cliente 26", "Cliente 25", "Cliente 24", "Cliente 4", "CeDi"}	20,58	9:30:00	10:41:00	0:44:00	0:27:00	1:11:00	4,98
RUTA 4	{"CeDi", "Cliente 7", "Cliente 9", "Cliente 10", "CeDi"}	14,02	9:00:00	9:36:00	0:21:36	0:14:24	0:36:00	4,42
RUTA 5	{"CeDi", "Cliente 15", "Cliente 5", "Cliente 38", "CeDi"}	10,38	9:30:00	9:55:00	0:04:36	0:20:24	0:25:00	4,26
RUTA 6	{"CeDi", "Cliente 33", "Cliente 30", "Cliente 36", "CeDi"}	21,66	8:30:00	9:56:00	1:09:48	0:16:12	1:26:00	3,79
RUTA 7	{"CeDi", "Cliente 6", "Cliente 23", "Cliente 22", "Cliente 28", "CeDi"}	19,95	9:00:00	10:12:00	0:40:12	0:31:48	1:12:00	4,67
RUTA 8	{"CeDi", "Cliente 12", "Cliente 16", "Cliente 8", "Cliente 14", "CeDi"}	12,2	9:00:00	10:15:00	0:51:00	0:24:00	1:15:00	4,89
RUTA 9	{"CeDi", "Cliente 1", "Cliente 2", "Cliente 3", "CeDi"}	7,47	8:30:00	10:09:00	1:15:00	0:24:00	1:39:00	3,85
RUTA 10	{"CeDi", "Cliente 13", "Cliente 11", "Cliente 35", "CeDi"}	12,02	8:30:00	9:52:00	1:04:00	0:18:00	1:22:00	4,44
RUTA 11	{"CeDi", "Cliente 31", "Cliente 32", "Cliente 40", "CeDi"}	8,46	8:30:00	9:15:00	0:33:00	0:12:00	0:45:00	4,6
RUTA 12	{"CeDi", "Cliente 34", "Cliente 39", "CeDi"}	29,09	10:00:00	10:34:00	0:22:36	0:11:24	0:34:00	3,18
	Total Km Recorridos - Día 18	221,27						

**Tabla 3.42: Resultados Día 18**

*Fuente: Elaboración Propia*

La asignación de las doce rutas a los nueve motorizados queda detallada de la siguiente manera:

ASIGNACIÓN	INICIO	FIN	DETALLE DE RUTAS
Moto 1	8:30:00	10:38:00	RUTA 11 RUTA 5 RUTA 1
Moto 2	8:30:00	10:34:00	RUTA 10 RUTA 12
Moto 3	9:00:00	10:05:00	RUTA 2
Moto 4	9:30:00	10:41:00	RUTA 3
Moto 5	9:00:00	9:36:00	RUTA 4
Moto 6	8:30:00	9:56:00	RUTA 6
Moto 7	9:00:00	10:12:00	RUTA 7
Moto 8	9:00:00	10:15:00	RUTA 8
Moto 9	8:30:00	10:09:00	RUTA 9

**Tabla 3.43: Asignación Día 18**

*Fuente: Elaboración Propia*

Siendo el motorizado 1 el que debe realizar 3 rutas, el motorizado 2 debe realizar 2 rutas y el resto de motorizados una ruta de entrega al día.

En el día 19 se deben desarrollar 12 rutas con un tiempo mínimo de servicio de 25 minutos y máximo de dos horas con 14 minutos.

	TRAYECTORIA	Dist. (Km)	Hora Inicio	Hora Fin	Tiem. de trayecto (min)	Tiem. de entrega (min)	Tiem. total (min)	Peso (Kg)
RUTA 1	{"CeDi", "Cliente 17", "Cliente 18", "Cliente 19", "CeDi"}	37,35	10:00:00	10:38:00	0:15:48	0:22:12	0:38:00	4,24
RUTA 2	{"CeDi", "Cliente 24", "Cliente 25", "Cliente 26", "Cliente 27", "CeDi"}	21,7	9:00:00	9:43:00	0:22:00	0:21:00	0:43:00	4,85
RUTA 3	{"CeDi", "Cliente 29", "Cliente 21", "Cliente 20", "CeDi"}	27,34	9:00:00	10:09:00	0:49:48	0:19:12	1:09:00	4,39
RUTA 4	{"CeDi", "Cliente 15", "Cliente 5", "Cliente 38", "CeDi"}	10,38	9:30:00	9:55:00	0:04:36	0:20:24	0:25:00	4,28
RUTA 5	{"CeDi", "Cliente 37", "Cliente 30", "Cliente 36", "CeDi"}	22,41	9:00:00	9:56:00	0:36:48	0:19:12	0:56:00	4,37
RUTA 6	{"CeDi", "Cliente 33", "Cliente 23", "Cliente 22", "Cliente 28", "CeDi"}	18,21	8:30:00	10:12:00	1:15:00	0:27:00	1:42:00	4,57
RUTA 7	{"CeDi", "Cliente 1", "Cliente 3", "Cliente 4", "Cliente 8", "CeDi"}	11,36	8:30:00	10:44:00	1:44:00	0:30:00	2:14:00	4,63
RUTA 8	{"CeDi", "Cliente 13", "Cliente 11", "Cliente 2", "Cliente 32", "CeDi"}	8,63	8:30:00	9:56:00	1:02:00	0:24:00	1:26:00	4,91
RUTA 9	{"CeDi", "Cliente 12", "Cliente 6", "Cliente 35", "CeDi"}	14,78	9:00:00	9:33:00	0:15:00	0:18:00	0:33:00	4,12
RUTA 10	{"CeDi", "Cliente 16", "Cliente 14", "Cliente 40", "CeDi"}	8,64	9:00:00	9:27:00	0:09:00	0:18:00	0:27:00	4,02
RUTA 11	{"CeDi", "Cliente 31", "Cliente 7", "Cliente 9", "Cliente 10", "CeDi"}	16,74	8:30:00	9:33:00	0:45:36	0:17:24	1:03:00	4,58
RUTA 12	{"CeDi", "Cliente 34", "Cliente 39", "CeDi"}	29,09	10:00:00	10:34:00	0:22:36	0:11:24	0:34:00	2,44
<b>Total Km Recorridos - Día 19</b>		<b>226,63</b>						

**Tabla 3.44: Resultados Día 19**

*Fuente: Elaboración Propia*

La asignación de las doce rutas a los nueve motorizados queda detallada de la siguiente manera:

ASIGNACIÓN	INICIO	FIN	DETALLE DE RUTAS
Moto 1	9:00:00	10:38:00	RUTA 10 RUTA 4 RUTA 1
Moto 2	9:00:00	10:34:00	RUTA 2 RUTA 12
Moto 3	9:00:00	10:09:00	RUTA 3
Moto 4	9:00:00	9:56:00	RUTA 5
Moto 5	8:30:00	10:12:00	RUTA 6
Moto 6	8:30:00	10:44:00	RUTA 7
Moto 7	8:30:00	9:56:00	RUTA 8
Moto 8	9:00:00	9:33:00	RUTA 9
Moto 9	8:30:00	9:33:00	RUTA 11

**Tabla 3.45: Asignación Día 19**

*Fuente: Elaboración Propia*

Siendo el motorizado 1 el que debe realizar 3 rutas, el motorizado 2 debe realizar 2 rutas y el resto de motorizados deben cumplir con una ruta de entrega al día.

En el día 20 se deben desarrollar 11 rutas con un tiempo de servicio que va desde 6 minutos hasta una hora con 45 minutos.

	TRAYECTORIA	Dist. (Km)	Hora Inicio	Hora Fin	Tiem. de trayecto (min)	Tiem. de entrega (min)	Tiem. total (min)	Peso (Kg)
RUTA 1	{"CeDi", "Cliente 31", "CeDi"}	3,45	8:30:00	8:36:00	0:03:00	0:03:00	0:06:00	1,27
RUTA 2	{"CeDi", "Cliente 20", "Cliente 17", "Cliente 18", "Cliente 19", "CeDi"}	36,72	10:00:00	10:51:00	0:23:24	0:27:36	0:51:00	4,68
RUTA 3	{"CeDi", "Cliente 24", "Cliente 25", "Cliente 26", "Cliente 27", "CeDi"}	21,7	9:00:00	9:43:00	0:22:00	0:21:00	0:43:00	4,68
RUTA 4	{"CeDi", "Cliente 37", "Cliente 23", "Cliente 22", "Cliente 28", "CeDi"}	18,95	9:00:00	10:12:00	0:42:00	0:30:00	1:12:00	4,46
RUTA 5	{"CeDi", "Cliente 36", "Cliente 29", "Cliente 21", "Cliente 30", "CeDi"}	23,31	9:00:00	9:46:00	0:20:12	0:25:48	0:46:00	4,96
RUTA 6	{"CeDi", "Cliente 6", "Cliente 7", "Cliente 9", "Cliente 10", "CeDi"}	15,31	9:00:00	9:38:00	0:14:36	0:23:24	0:38:00	4,96
RUTA 7	{"CeDi", "Cliente 13", "Cliente 11", "Cliente 2", "Cliente 3", "CeDi"}	7,84	8:30:00	10:06:00	1:12:00	0:24:00	1:36:00	4,71
RUTA 8	{"CeDi", "Cliente 1", "Cliente 16", "Cliente 8", "Cliente 14", "CeDi"}	9,55	8:30:00	10:15:00	1:12:00	0:33:00	1:45:00	4,86
RUTA 9	{"CeDi", "Cliente 32", "Cliente 38", "Cliente 5", "Cliente 15", "Cliente 4", "CeDi"}	12,04	9:00:00	10:41:00	1:08:36	0:32:24	1:41:00	5
RUTA 10	{"CeDi", "Cliente 35", "Cliente 33", "Cliente 12", "Cliente 40", "CeDi"}	14,83	9:00:00	9:34:00	0:17:48	0:16:12	0:34:00	4,79
RUTA 11	{"CeDi", "Cliente 34", "Cliente 39", "CeDi"}	29,09	10:00:00	10:34:00	0:22:36	0:11:24	0:34:00	2,31
<b>Total Km Recorridos - Día 20</b>		<b>192,79</b>						

**Tabla 3.46: Resultados Día 20**

*Fuente: Elaboración Propia*



La asignación de las once rutas a los nueve motorizados queda detallada de la siguiente manera:

ASIGNACIÓN	INICIO	FIN	DETALLE DE RUTAS
Moto 1	8:30:00	10:51:00	RUTA 1 RUTA 3 RUTA 2
Moto 2	9:00:00	10:34:00	RUTA 5 RUTA 11
Moto 3	9:00:00	10:12:00	RUTA 4
Moto 4	9:00:00	9:38:00	RUTA 6
Moto 5	8:30:00	10:06:00	RUTA 7
Moto 6	8:30:00	10:15:00	RUTA 8
Moto 7	9:00:00	10:41:00	RUTA 9
Moto 8	9:00:00	9:34:00	RUTA 10

**Tabla 3.47: Asignación Día 20**

*Fuente: Elaboración Propia*

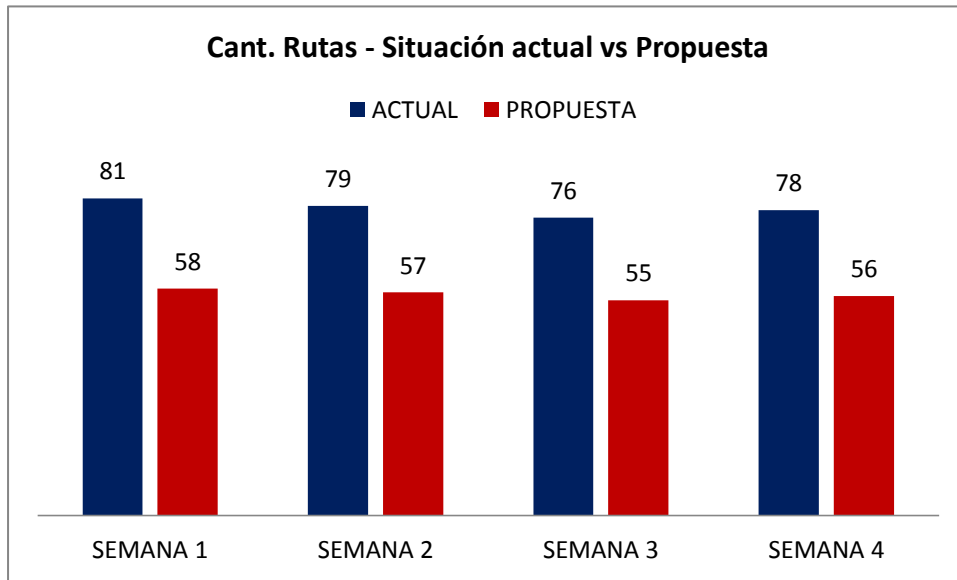
Siendo el motorizado 1 el que debe realizar 3 rutas, el motorizado 2 debe realizar 2 rutas y el resto de motorizados deben cumplir con una ruta de entrega al día.

### 3.4.1. COMPARACIÓN DE RESULTADOS

Después de obtener los resultados para la planificación de rutas y la asignación de motorizados, se procede a realizar un análisis comparativo de los resultados obtenidos versus la situación actual de la empresa Courier.

Para una fácil comprensión se presenta dos gráficos donde se observa semana a semana la cantidad de rutas y de Kilómetros recorridos, se ejemplifica la situación actual y los resultados de la propuesta. La periodicidad de la demanda tiene una frecuencia de 4 semanas, por lo que cada 4 semanas las rutas y la planificación se repiten.

Se observa, la cantidad de rutas realizan por los motorizados en la actualidad con un promedio de 78 rutas, con la aplicación de un modelo CVRPTW este promedio bajaría a 56 rutas semana.



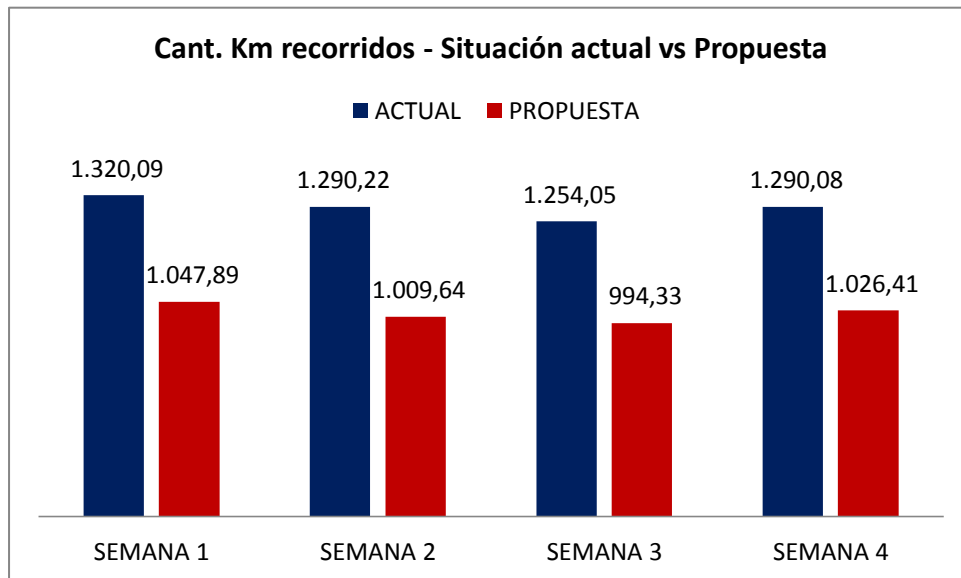
**Ilustración 3.11: Cant. Rutas por semana**

*Fuente: Elaboración Propia*

En la próxima ilustración se presenta la totalidad de kilómetros recorridos por semana, en el escenario actual tiene un promedio de 1288,61 Km, con la aplicación del modelo de distribución el nuevo promedio sería de 1019,75 Km, lo que representa una disminución del 21% en cuanto a kilómetros recorridos.

Es necesario detallar que existe una gran reducción en el tiempo laboral, ya que en la situación actual los 9 motorizados trabajan jornada completa, pero con la implementación de CVRPTW se le permite al coordinador tener un mejor control del personal, asignándolos para la entrega de valijas corporativas en la jornada matutina.

Además de aprovechar la experiencia de los empleados para que realicen otro tipo de entregas en horario vespertino e incluso el departamento comercial ya se puede centrar en la afiliación de nuevos clientes para brindar a corto plazo el servicio de entrega de valijas corporativas.



**Ilustración 3.12: Cant. Km recorridos por semana**

*Fuente: Elaboración Propia*

Si analizamos la comparación de la situación actual de la empresa y los resultados de la propuesta de forma diaria claramente se puede evidenciar que existe una disminución relativa en kilómetros recorridos que va desde el 9% hasta el 29%.

Analizando desde un punto de vista semanal, se observa que la disminución relativa es del 21% que se representa en 1076,16 Km, cabe esclarecer que esto es solo una parte del análisis, pues además de ver las reducciones en kilómetros, los resultados se llevarán a valores más significativos para la empresa transformándolos a dólares para evidenciar de mejor forma cuál es el impacto y disminución en los costos operativos de la empresa.

ACTUAL				PROPUESTA			DIFERENCIA	
Día	Cant. Rutas	Cant. Motos	Km Recorridos	Cant. Rutas	Cant. Motos	Km Recorridos	Km Recorridos	Valor relativo
1	17	9	264,23	12	9	220,19	44,04	17%
2	17	9	264,77	12	8	203,67	61,10	23%
3	15	9	257,48	11	9	198,06	59,42	23%
4	15	9	241,84	11	7	201,53	40,31	17%
5	17	9	291,77	12	9	224,44	67,33	23%
6	15	9	265,06	11	9	203,89	61,17	23%
7	17	9	233,16	12	9	211,96	21,20	9%
8	17	9	259,12	12	8	199,32	59,80	23%
9	15	9	251,81	11	9	193,7	58,11	23%
10	15	9	281,08	11	7	200,77	80,31	29%
11	15	9	261,56	11	7	201,2	60,36	23%
12	15	9	259,71	11	9	199,78	59,93	23%
13	17	9	267,85	12	9	206,04	61,81	23%
14	14	9	212,17	10	9	192,88	19,29	9%
15	15	9	252,76	11	9	194,43	58,33	23%
16	14	9	248,21	10	8	190,93	57,28	23%
17	15	9	253,23	11	7	194,79	58,44	23%
18	17	9	243,40	12	9	221,27	22,13	9%
19	17	9	294,62	12	9	226,63	67,99	23%
20	15	9	250,63	11	8	192,79	57,84	23%
<b>TOTAL</b>	<b>314</b>		<b>5.154,43</b>	<b>226</b>		<b>4.078,27</b>	<b>1.076,16</b>	<b>21%</b>

**Ilustración 3.13: Comparación Situación actual vs Propuesta (Por día)**

*Fuente: Elaboración Propia*

Analizando desde un punto de vista semanal, se observa que la disminución relativa es del 21% que se representa en 1076,16 Km, cabe esclarecer que esto es solo una parte del análisis, pues además de ver las reducciones en kilómetros, los resultados se llevarán a valores más significativos para la empresa transformándolos a dólares para evidenciar de mejor forma cuál es el impacto y disminución en los costos operativos de la empresa.

ACTUAL			PROPUESTA			DIFERENCIA		
SEMANA	Cant. Rutas	Cant. Motos	Km Recorridos	Cant. Rutas	Cant. Motos	Km Recorridos	Km Recorridos	Valor relativo
SEMANA 1	81	9	1.320,09	58	8	1.047,89	272,20	21%
SEMANA 2	79	9	1.290,22	57	8	1.009,64	280,58	22%
SEMANA 3	76	9	1.254,05	55	9	994,33	259,72	21%
SEMANA 4	78	9	1.290,08	56	8	1.026,41	263,67	20%
<b>TOTAL</b>	<b>314</b>		<b>5.154,43</b>	<b>226</b>		<b>4.078,27</b>	<b>1.076,16</b>	<b>21%</b>

**Tabla 3.48: Análisis Comparativo - Cantidad de Km recorridos**

*Fuente: Elaboración Propia*

### 3.4.2. ANALISIS DE COSTOS OPERATIVOS

En las empresas de toda índole para el ofrecimiento de un bien o servicio se busca hacer un análisis de costos, para tener una mejor visibilidad del escenario al que se va a enfrentar la compañía, que guarda intención de que lo ofertado genere utilidad. Para este caso, se trabajó con costos fijos y variables detalladas a inicios del capítulo 3.

Tomando como costos fijos el sueldo de los 9 empleados, los beneficios sociales que conllevan, el costo de alquiler de motos. Como costo variable, combustible que en la actualidad 1,48 el galón de combustible.

El escenario actual contempla lo siguiente: nueve empleados a tiempo completo, alquiler de nueve motos y el costo de combustible por recorrer 5154,43 km.

La propuesta contempla los mismos nueve trabajadores con sus nueve motos, pero con jornada a tiempo parcial para este servicio, pues se recomienda que en la jornada vespertina se les asigne otras tareas a los motorizados aprovechando sus conocimientos y experiencias en el puesto que han venido desempeñando, se observa una mejora relativa del 36% que representa \$2.874,27 dólares lo que llevado a un año representa un ahorro de \$34.492,94.

<b>GASTOS OPERATIVOS</b>		
<i>Mensuales</i>		
	<i>Actual</i>	<i>Propuesta</i>
<b>COSTOS FIJOS</b>		
<b>Sueldo</b>	3.474,00	1.737,00
<b>Aporte Patronal</b>	422,09	211,05
<b>Décimo Tercero</b>	289,50	144,75
<b>Décimo Cuarto</b>	289,50	144,75
<b>Vacaciones</b>	144,75	72,38
<b>Fondos de Reserva</b>	289,50	144,75
<b>Uniforme</b>	202,50	202,50
<b>Alquiler Moto</b>	900,00	900,00
<b>COSTOS VARIABLES</b>		
<b>Combustible</b>	2.010,23	1.590,53
<b>COSTOS TOTALES</b>	<b>8.022,07</b>	<b>5.147,70</b>

**Tabla 3. 49: Análisis Comparativo de costos**

Fuente: Elaboración Propia

### **3.4.3. PROPUESTA DE INDICADORES DE CONTROL**

Los indicadores de gestión son fundamentales para medir, evaluar y controlar el nivel de servicio y operatividad dentro de la cadena de suministro de cualquier empresa del sector logístico.

Su aplicación ayudara a examinar de forma constante los índices operativos permitiendo a la empresa Courier conocer el estado de cada una de sus entregas, por lo que se propone a la empresa apliquen el indicador de nivel de cumplimiento de ventanas de tiempo a continuación detallado.

#### **Nivel de cumplimiento**

Tiene como objetivo evaluar el nivel de servicio ofrecido a los clientes además de controlar la capacidad de cumplimiento de la flota vehicular respecto a todos los clientes de valija corporativa.

$$\text{Nivel de cumplimiento} = \frac{\text{Clientes atendidos dentro de la ventana de tiempo}}{\text{Total de clientes serv. valija}} * 100$$

### Productividad de flota

Su función es la de, medir la productividad de la flota vehicular a través de la cantidad de clientes atendidos por hora al día.

$$\text{Productividad de Flota} = \frac{\text{Cantidad de clientes atendidos al día}}{\text{Horas trabajadas al día}}$$

### Nivel de ocupación

Evalúa y controla el desempeño laboral de los empleados definiendo la cantidad de rutas que completadas en una hora por cada trabajador.

$$\text{Nivel de ocupación} = \frac{\text{Tiempo total de ruta por trabajador}}{\text{Horas trabajadas al día}} * 100$$

Los resultados esperados a obtener durante el próximo año, para los indicadores antes definidos se detallan a continuación:

Indicador	1 trimestre	2 trimestre	3 trimestre	4 trimestre
Nivel de cumplimiento	75%	80%	85%	90%
Productividad de la flota por hora	8	12	15	20
Nivel de ocupación	80%	85%	85%	85%

# CAPÍTULO 4

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 4.1. CONCLUSIONES

- La agrupación o clusterización que actualmente maneja la empresa puede obviarse, debido a que, como se indica en los resultados de las rutas estas se componen por clientes de diversos sectores. Lo ideal es armar las rutas de entrega de acuerdo a la distancia y al ahorro que representa.
- Se evaluó la operación del departamento de distribución, se pudo determinar que uno de los cuellos de botella que afectan a la operación es la poca planificación y supervisión, durante la semana de observación directa en campo, se notó que los motorizados, después de recibir su bitácora de ruta, cambiaban el orden de visita, porque algunos clientes insistían en que sus entregas se realizaran primero, caso contrario cancelarían el servicio, al hacer caso a estas advertencias la programación del día cambiaba y los motorizados recorrían Kilómetros de más.
- Para las entregas de valija corporativa se seguirán utilizando 9 motorizados con el manejo de ventanas de tiempo, solo existirá operatividad en horario matutino (8:30 – 12:00), en la tarde estos motorizados podrán cumplir con otras actividades dentro de la misma empresa o se puede optar por la contratación a tiempo parcial.
- Con la aplicación del modelo de ahorro Clarke & Wright se obtuvo una disminución de 1076,16 Km recorrido, en comparación con la versión empírica del método Vecino más cercano con la cual la empresa planificaba las rutas, la que además para cumplir le costaba mayor



tiempo de ejecución, puesto que se pasó de tener 9 trabajadores a jornada completa a tiempo parcial específicamente para este servicio.

- Para tener una mejor control y disponibilidad del personal se propone implementar ventanas de tiempo para la entrega de valijas corporativas, como se observó en el capítulo 3, con la organización y coordinación correcta los motorizados podrán cumplir a cabalidad con las entregas

## **4.2. RECOMENDACIONES**

Se recomienda a la empresa:

- Analizar la propuesta presentada y tomar decisiones en base a ella.
- Adquirir la licencia de Wolfram Mathematica u otro software que realice ruteo con ventanas de tiempo, para poder implementar la propuesta.
- Planificar y establecer políticas para las franjas horarias a sus clientes con el fin de evitar retrasos en las entregas y el aumento de kilómetros recorridos, de igual forma dejar establecido un compromiso firmado entre la empresa Courier y su cliente.
- Implementar el indicador de cumplimiento de ventanas de tiempo para evaluar la competitividad y analizar si logran las mejoras necesarias.

# ANEXOS

## ESTRUCTURA DE LA ENTREVISTA

1. **Presentación**
2. **Explicación del propósito de la entrevista**

### **SOBRE LA EMPRESA**

1. **¿Cuántos años tiene la empresa en el medio?**

Tiene 21 años de presencia en el país.

- ¿Y en cuántas ciudades están?**

Ofrece sus servicios en las ciudades de Guayaquil, Quito y Cuenca. También cuenta con pequeñas representaciones en Manta, Machala y Esmeraldas.

2. **¿Cómo se encuentra sectorizada las ciudades u oficinas?**

\*Información por correo\*

3. **¿Qué actividades realiza la empresa?**

Actualmente maneja un amplio portafolio de servicios y ofrece soluciones estratégicas a todos sus clientes, éstas incluyen:

- Warehousing
- Picking & Packing
- Valija Corporativa
- Courier Express
- Delivery
- Entrega de productos delicados o medicinas
- Colocación de tarjetas de crédito
- Embalaje

4. **Mantienen indicadores de gestión, ¿Cuáles son?, ¿Que buscan medir?**

- Indicadores de trazabilidad.
- Indicadores de tiempo.
- Indicadores de entrega.

5. **¿Cómo miden la satisfacción del cliente y cumplimiento de lo ofrecido?**

Con el porcentaje de entregas a tiempo en el primer día al cliente.

**6. ¿Han recibido reclamos o insatisfacciones de los clientes? ¿Cuáles han sido?**

Si, por retrasos esto se debe a que en la mayoría de los casos los clientes no actualizan o tienen mal indicados los datos de su ubicación.



# MATRIZ DE TIEMPO

	CEDI	Cliente 1	Cliente 2	Cliente 3	Cliente 4	Cliente 5	Cliente 6	Cliente 7	Cliente 8	Cliente 9	Cliente 10	Cliente 11	Cliente 12	Cliente 13
CEDI	0	0,09	0,12	0,13	0,14	0,14	0,14	0,19	0,14	0,18	0,18	0,1	0,11	0,1
Cliente 1	0,1	0	0,05	0,06	0,07	0,08	0,06	0,11	0,05	0,1	0,1	0,03	0,03	0,03
Cliente 2	0,14	0,09	0	0,01	0,05	0,05	0,1	0,15	0,08	0,14	0,14	0,04	0,07	0,04
Cliente 3	0,14	0,07	0,03	0	0,06	0,07	0,1	0,15	0,1	0,15	0,15	0,05	0,07	0,05
Cliente 4	0,13	0,08	0,06	0,07	0	0,01	0,09	0,14	0,03	0,1	0,1	0,03	0,06	0,03
Cliente 5	0,12	0,08	0,05	0,06	0,02	0	0,09	0,13	0,05	0,11	0,11	0,03	0,05	0,03
Cliente 6	0,13	0,08	0,1	0,12	0,08	0,09	0	0,09	0,05	0,08	0,08	0,09	0,01	0,09
Cliente 7	0,18	0,14	0,16	0,18	0,14	0,15	0,1	0	0,12	0,15	0,14	0,14	0,11	0,14
Cliente 8	0,15	0,11	0,09	0,1	0,03	0,03	0,06	0,13	0	0,07	0,07	0,06	0,07	0,06
Cliente 9	0,16	0,12	0,14	0,16	0,13	0,14	0,09	0,08	0,1	0	0	0,13	0,1	0,13
Cliente 10	0,16	0,13	0,15	0,16	0,14	0,14	0,09	0,09	0,1	0	0	0,13	0,1	0,13
Cliente 11	0,1	0,05	0,03	0,04	0,05	0,06	0,06	0,1	0,05	0,1	0,1	0	0,03	0,01
Cliente 12	0,14	0,1	0,12	0,13	0,09	0,1	0,05	0,1	0,06	0,1	0,09	0,1	0	0,1
Cliente 13	0,1	0,05	0,03	0,04	0,05	0,06	0,06	0,1	0,05	0,1	0,1	0	0,03	0
Cliente 14	0,1	0,06	0,04	0,05	0,04	0,05	0,06	0,11	0,05	0,1	0,1	0,02	0,04	0,02
Cliente 15	0,12	0,08	0,05	0,06	0,02	0	0,09	0,13	0,05	0,11	0,11	0,03	0,05	0,03
Cliente 16	0,1	0,06	0,04	0,05	0,04	0,05	0,06	0,11	0,05	0,1	0,1	0,02	0,04	0,02
Cliente 17	0,48	0,45	0,45	0,45	0,38	0,38	0,42	0,48	0,38	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42
Cliente 18	0,42	0,35	0,35	0,38	0,3	0,31	0,32	0,38	0,3	0,32	0,32	0,35	0,32	0,35
Cliente 19	0,38	0,32	0,32	0,35	0,27	0,28	0,29	0,35	0,26	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Cliente 20	0,35	0,3	0,3	0,31	0,25	0,25	0,26	0,32	0,24	0,27	0,26	0,28	0,26	0,28
Cliente 21	0,3	0,26	0,26	0,27	0,2	0,21	0,22	0,28	0,2	0,22	0,22	0,23	0,22	0,23
Cliente 22	0,26	0,21	0,21	0,22	0,15	0,16	0,17	0,23	0,14	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18
Cliente 23	0,26	0,22	0,22	0,22	0,15	0,16	0,17	0,23	0,14	0,18	0,18	0,19	0,18	0,18
Cliente 24	0,26	0,22	0,22	0,22	0,16	0,17	0,18	0,24	0,15	0,18	0,18	0,19	0,18	0,19
Cliente 25	0,26	0,22	0,22	0,23	0,16	0,17	0,18	0,24	0,15	0,18	0,18	0,19	0,18	0,19
Cliente 26	0,26	0,22	0,22	0,22	0,16	0,16	0,17	0,24	0,15	0,18	0,18	0,19	0,18	0,19
Cliente 27	0,26	0,21	0,21	0,22	0,15	0,16	0,17	0,23	0,14	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18
Cliente 28	0,26	0,21	0,21	0,22	0,15	0,16	0,17	0,23	0,14	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18
Cliente 29	0,21	0,17	0,14	0,15	0,08	0,09	0,13	0,19	0,11	0,14	0,14	0,12	0,14	0,12
Cliente 30	0,31	0,3	0,28	0,29	0,22	0,22	0,26	0,32	0,25	0,27	0,27	0,26	0,27	0,25
Cliente 31	0,06	0,11	0,14	0,15	0,17	0,18	0,14	0,22	0,16	0,21	0,21	0,13	0,14	0,13
Cliente 32	0,09	0,06	0,09	0,09	0,13	0,14	0,12	0,17	0,11	0,17	0,16	0,09	0,09	0,09
Cliente 33	0,16	0,16	0,14	0,15	0,08	0,09	0,14	0,2	0,11	0,14	0,14	0,11	0,14	0,11
Cliente 34	0,38	0,42	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,51	0,45	0,51	0,51	0,42	0,42	0,42
Cliente 35	0,17	0,18	0,15	0,17	0,1	0,1	0,15	0,22	0,13	0,16	0,16	0,13	0,15	0,13
Cliente 36	0,19	0,17	0,14	0,15	0,09	0,09	0,14	0,21	0,11	0,15	0,14	0,12	0,14	0,12
Cliente 37	0,19	0,16	0,14	0,14	0,07	0,08	0,13	0,19	0,1	0,14	0,14	0,11	0,14	0,11
Cliente 38	0,12	0,08	0,05	0,06	0,02	0	0,09	0,13	0,06	0,12	0,11	0,03	0,05	0,03
Cliente 39	0,03	0,1	0,14	0,14	0,15	0,16	0,16	0,2	0,15	0,2	0,2	0,11	0,13	0,11
Cliente 40	0,08	0,05	0,1	0,11	0,12	0,13	0,11	0,16	0,1	0,16	0,15	0,08	0,08	0,08

	Cliente 14	Cliente 15	Cliente 16	Cliente 17	Cliente 18	Cliente 19	Cliente 20	Cliente 21	Cliente 22	Cliente 23	Cliente 24	Cliente 25	Cliente 26	Cliente 27
CEDI	0,1	0,14	0,1	0,48	0,48	0,48	0,38	0,35	0,28	0,26	0,32	0,26	0,28	0,27
Cliente 1	0,03	0,08	0,04	0,48	0,42	0,38	0,3	0,29	0,2	0,18	0,25	0,18	0,2	0,19
Cliente 2	0,06	0,05	0,06	0,48	0,38	0,38	0,29	0,29	0,2	0,18	0,25	0,19	0,2	0,19
Cliente 3	0,06	0,07	0,06	0,51	0,42	0,38	0,31	0,3	0,22	0,2	0,26	0,21	0,22	0,21
Cliente 4	0,04	0,01	0,04	0,45	0,38	0,35	0,27	0,26	0,18	0,16	0,22	0,16	0,18	0,17
Cliente 5	0,04	0	0,03	0,45	0,35	0,35	0,26	0,26	0,18	0,16	0,22	0,17	0,18	0,17
Cliente 6	0,09	0,09	0,09	0,48	0,42	0,38	0,3	0,29	0,19	0,18	0,24	0,18	0,2	0,19
Cliente 7	0,14	0,15	0,14	0,54	0,48	0,45	0,38	0,35	0,26	0,25	0,3	0,25	0,26	0,26
Cliente 8	0,05	0,03	0,05	0,45	0,35	0,32	0,25	0,23	0,14	0,13	0,19	0,14	0,14	0,14
Cliente 9	0,13	0,14	0,13	0,54	0,45	0,45	0,35	0,32	0,25	0,23	0,3	0,23	0,25	0,24
Cliente 10	0,14	0,14	0,14	0,54	0,45	0,45	0,35	0,35	0,25	0,23	0,3	0,24	0,25	0,25
Cliente 11	0,02	0,06	0,02	0,48	0,38	0,38	0,3	0,28	0,19	0,18	0,24	0,18	0,19	0,19
Cliente 12	0,1	0,1	0,1	0,51	0,42	0,38	0,31	0,3	0,21	0,19	0,26	0,19	0,21	0,2
Cliente 13	0,02	0,06	0,02	0,48	0,38	0,38	0,3	0,28	0,19	0,18	0,24	0,18	0,19	0,19
Cliente 14	0	0,05	0	0,48	0,38	0,38	0,3	0,28	0,19	0,18	0,24	0,18	0,19	0,18
Cliente 15	0,04	0	0,03	0,45	0,35	0,35	0,26	0,26	0,18	0,16	0,22	0,17	0,18	0,17
Cliente 16	0	0,05	0	0,48	0,38	0,38	0,3	0,28	0,19	0,18	0,24	0,18	0,19	0,18
Cliente 17	0,42	0,38	0,42	0	0,17	0,16	0,18	0,31	0,35	0,35	0,42	0,35	0,32	0,35
Cliente 18	0,32	0,31	0,32	0,2	0	0,04	0,1	0,22	0,26	0,28	0,35	0,27	0,24	0,26
Cliente 19	0,3	0,28	0,3	0,22	0,08	0	0,07	0,18	0,23	0,25	0,31	0,24	0,21	0,23
Cliente 20	0,27	0,25	0,27	0,18	0,1	0,08	0	0,17	0,2	0,22	0,29	0,21	0,18	0,21
Cliente 21	0,23	0,21	0,23	0,35	0,23	0,22	0,18	0	0,09	0,13	0,2	0,13	0,1	0,1
Cliente 22	0,18	0,16	0,18	0,38	0,3	0,3	0,21	0,14	0	0,04	0,11	0,04	0,01	0,01
Cliente 23	0,18	0,16	0,18	0,42	0,31	0,3	0,22	0,14	0,04	0	0,11	0,01	0,04	0,03
Cliente 24	0,18	0,17	0,18	0,48	0,38	0,35	0,28	0,25	0,16	0,13	0	0,14	0,16	0,15
Cliente 25	0,18	0,17	0,18	0,42	0,31	0,3	0,22	0,14	0,04	0,05	0,12	0	0,05	0,04
Cliente 26	0,18	0,16	0,18	0,38	0,3	0,3	0,21	0,14	0,03	0,04	0,12	0,04	0	0,03
Cliente 27	0,18	0,16	0,18	0,38	0,3	0,29	0,2	0,13	0,04	0,05	0,13	0,05	0,01	0
Cliente 28	0,18	0,16	0,18	0,38	0,3	0,3	0,21	0,14	0,01	0,04	0,11	0,04	0,02	0,01
Cliente 29	0,12	0,09	0,12	0,35	0,27	0,26	0,18	0,16	0,09	0,1	0,16	0,09	0,08	0,08
Cliente 30	0,26	0,22	0,26	0,31	0,26	0,24	0,16	0,19	0,22	0,23	0,3	0,22	0,2	0,22
Cliente 31	0,13	0,18	0,13	0,51	0,51	0,48	0,42	0,38	0,3	0,3	0,35	0,3	0,3	0,3
Cliente 32	0,1	0,14	0,1	0,48	0,45	0,45	0,35	0,35	0,26	0,24	0,3	0,25	0,26	0,25
Cliente 33	0,12	0,09	0,12	0,42	0,35	0,32	0,25	0,24	0,15	0,14	0,2	0,14	0,15	0,14
Cliente 34	0,42	0,45	0,42	0,67	0,8	0,77	0,7	0,67	0,58	0,58	0,64	0,58	0,61	0,58
Cliente 35	0,14	0,1	0,14	0,38	0,35	0,35	0,26	0,26	0,17	0,15	0,22	0,16	0,17	0,16
Cliente 36	0,12	0,09	0,12	0,42	0,35	0,32	0,24	0,24	0,14	0,14	0,19	0,14	0,15	0,14
Cliente 37	0,11	0,08	0,11	0,42	0,32	0,32	0,23	0,23	0,14	0,13	0,19	0,13	0,14	0,14
Cliente 38	0,04	0	0,04	0,45	0,35	0,35	0,27	0,26	0,18	0,16	0,22	0,17	0,18	0,17
Cliente 39	0,12	0,16	0,12	0,48	0,48	0,48	0,38	0,38	0,29	0,28	0,35	0,28	0,3	0,29
Cliente 40	0,08	0,13	0,09	0,48	0,45	0,45	0,35	0,32	0,25	0,23	0,3	0,24	0,25	0,24

	Cliente 28	Cliente 29	Cliente 30	Cliente 31	Cliente 32	Cliente 33	Cliente 34	Cliente 35	Cliente 36	Cliente 37	Cliente 38	Cliente 39	Cliente 40
CEDI	0,27	0,22	0,3	0,07	0,1	0,15	0,32	0,14	0,15	0,18	0,14	0,03	0,08
Cliente 1	0,19	0,14	0,23	0,11	0,1	0,14	0,35	0,13	0,14	0,11	0,07	0,12	0,1
Cliente 2	0,19	0,12	0,22	0,14	0,1	0,11	0,38	0,11	0,11	0,09	0,05	0,15	0,1
Cliente 3	0,21	0,14	0,23	0,14	0,09	0,13	0,42	0,13	0,13	0,11	0,07	0,15	0,1
Cliente 4	0,17	0,1	0,2	0,14	0,11	0,1	0,38	0,09	0,1	0,07	0,01	0,14	0,12
Cliente 5	0,17	0,1	0,19	0,13	0,1	0,09	0,38	0,09	0,09	0,06	0,03	0,14	0,11
Cliente 6	0,18	0,14	0,23	0,14	0,11	0,15	0,38	0,14	0,15	0,13	0,09	0,14	0,12
Cliente 7	0,26	0,2	0,3	0,15	0,16	0,22	0,42	0,21	0,22	0,19	0,15	0,19	0,17
Cliente 8	0,14	0,08	0,18	0,16	0,14	0,1	0,42	0,1	0,1	0,07	0,03	0,17	0,14
Cliente 9	0,24	0,18	0,28	0,16	0,14	0,2	0,42	0,19	0,2	0,18	0,14	0,18	0,15
Cliente 10	0,24	0,18	0,28	0,16	0,15	0,2	0,42	0,2	0,2	0,18	0,14	0,18	0,16
Cliente 11	0,18	0,13	0,22	0,1	0,08	0,11	0,35	0,11	0,11	0,1	0,06	0,11	0,09
Cliente 12	0,2	0,14	0,24	0,14	0,12	0,16	0,38	0,15	0,16	0,14	0,1	0,15	0,13
Cliente 13	0,18	0,13	0,22	0,1	0,08	0,11	0,35	0,11	0,11	0,1	0,06	0,11	0,09
Cliente 14	0,18	0,13	0,22	0,11	0,09	0,12	0,35	0,12	0,12	0,1	0,05	0,12	0,1
Cliente 15	0,17	0,1	0,19	0,13	0,1	0,09	0,38	0,09	0,09	0,06	0,03	0,14	0,11
Cliente 16	0,18	0,13	0,22	0,11	0,09	0,12	0,35	0,12	0,12	0,1	0,05	0,12	0,1
Cliente 17	0,35	0,31	0,28	0,51	0,48	0,38	0,7	0,38	0,38	0,35	0,38	0,51	0,48
Cliente 18	0,26	0,23	0,19	0,42	0,38	0,3	0,67	0,31	0,3	0,26	0,31	0,42	0,38
Cliente 19	0,23	0,2	0,16	0,38	0,35	0,26	0,64	0,28	0,27	0,23	0,28	0,38	0,35
Cliente 20	0,2	0,17	0,13	0,35	0,32	0,23	0,61	0,26	0,24	0,21	0,25	0,35	0,35
Cliente 21	0,1	0,13	0,11	0,31	0,29	0,19	0,58	0,21	0,2	0,16	0,21	0,32	0,3
Cliente 22	0,01	0,08	0,16	0,26	0,24	0,14	0,51	0,16	0,14	0,11	0,16	0,27	0,25
Cliente 23	0,03	0,09	0,18	0,26	0,24	0,14	0,51	0,16	0,15	0,11	0,16	0,27	0,25
Cliente 24	0,15	0,14	0,22	0,26	0,24	0,14	0,51	0,17	0,15	0,12	0,16	0,27	0,25
Cliente 25	0,04	0,09	0,17	0,27	0,25	0,15	0,51	0,17	0,16	0,12	0,17	0,28	0,25
Cliente 26	0,02	0,08	0,16	0,26	0,24	0,14	0,51	0,17	0,15	0,12	0,16	0,27	0,25
Cliente 27	0,03	0,07	0,16	0,26	0,24	0,14	0,51	0,16	0,14	0,11	0,16	0,27	0,24
Cliente 28	0	0,08	0,16	0,26	0,24	0,14	0,51	0,16	0,14	0,11	0,16	0,27	0,25
Cliente 29	0,08	0	0,1	0,22	0,2	0,07	0,48	0,1	0,08	0,04	0,09	0,22	0,2
Cliente 30	0,22	0,14	0	0,35	0,3	0,19	0,58	0,17	0,19	0,18	0,22	0,32	0,29
Cliente 31	0,3	0,24	0,32	0	0,12	0,18	0,32	0,16	0,18	0,21	0,17	0,07	0,1
Cliente 32	0,25	0,19	0,28	0,13	0	0,14	0,38	0,14	0,14	0,16	0,14	0,1	0,04
Cliente 33	0,14	0,08	0,17	0,2	0,15	0	0,45	0,02	0,01	0,05	0,09	0,18	0,14
Cliente 34	0,58	0,54	0,61	0,35	0,42	0,51	0	0,48	0,51	0,51	0,45	0,38	0,42
Cliente 35	0,16	0,1	0,18	0,21	0,16	0,02	0,45	0	0,02	0,06	0,1	0,18	0,14
Cliente 36	0,14	0,07	0,16	0,22	0,18	0,03	0,48	0,05	0	0,04	0,09	0,21	0,17
Cliente 37	0,14	0,06	0,16	0,21	0,18	0,03	0,45	0,05	0,03	0	0,08	0,21	0,17
Cliente 38	0,17	0,1	0,19	0,13	0,11	0,09	0,38	0,09	0,09	0,07	0	0,14	0,11
Cliente 39	0,29	0,23	0,32	0,09	0,11	0,17	0,35	0,15	0,17	0,2	0,16	0	0,1
Cliente 40	0,24	0,18	0,28	0,12	0,04	0,17	0,38	0,15	0,17	0,16	0,13	0,1	0

# MATRIZ DE DISTANCIA

	CEDI	Cliente 1	Cliente 2	Cliente 3	Cliente 4	Cliente 5	Cliente 6	Cliente 7	Cliente 8	Cliente 9	Cliente 10	Cliente 11	Cliente 12	Cliente 13
CEDI	0	2,62	3,91	4,08	4,86	5,1	4,96	5,4	4,73	6,03	6	3,56	3,83	3,55
Cliente 1	3,84	0	1,37	1,54	2,32	2,56	2,09	2,52	1,86	3,16	3,13	1,02	0,95	1,01
Cliente 2	4,11	1,41	0	0,17	1,37	1,61	2,67	3,1	1,97	4,02	3,99	0,75	1,53	0,74
Cliente 3	3,31	1,23	0,4	0	1,64	1,88	2,73	3,16	2,25	3,79	3,76	0,81	1,59	0,8
Cliente 4	4,51	2,31	1,11	1,28	0	0,24	2,3	3,51	0,6	2,71	2,68	1,16	1,94	1,15
Cliente 5	4,27	2,06	0,87	1,04	0,77	0	2,11	3,27	1,37	3,41	3,38	0,92	1,69	0,91
Cliente 6	4,44	2,81	3,35	3,52	2,25	2,49	0	1,73	1,8	2,37	2,34	3	0,16	2,99
Cliente 7	5	3,45	3,99	4,16	3,52	3,76	2,58	0	3,07	3,63	3,6	3,64	2,74	3,63
Cliente 8	4,96	2,75	1,56	1,73	0,45	0,69	2,22	3,32	0	2,11	2,08	1,61	2,38	1,6
Cliente 9	4,93	3,39	3,92	4,1	3,45	3,69	2,51	1,29	3	0	0,03	3,58	2,68	3,57
Cliente 10	4,96	3,42	3,95	4,13	3,48	3,72	2,54	1,32	3,03	0,03	0	3,61	2,71	3,6
Cliente 11	3,35	1,15	0,8	0,98	1,76	2	1,92	2,35	1,68	2,98	2,95	0	0,78	0,45
Cliente 12	4,48	2,85	3,39	3,56	2,3	2,54	1,34	1,78	1,85	2,41	2,38	3,05	0	3,04
Cliente 13	3,36	1,16	0,81	0,99	1,77	2,01	1,92	2,36	1,68	2,99	2,96	0,01	0,79	0
Cliente 14	3,59	1,38	1,04	1,21	0,99	1,23	1,8	2,58	1,14	2,47	2,44	0,69	1,01	0,68
Cliente 15	4,27	2,06	0,87	1,04	0,77	0	2,11	3,27	1,37	3,41	3,38	0,92	1,69	0,91
Cliente 16	3,59	1,38	1,04	1,22	0,99	1,23	1,79	2,59	1,13	2,47	2,44	0,7	1,02	0,69
Cliente 17	16,84	15,21	14,17	14,34	13,06	13,3	13,68	14,78	13,01	13,57	13,54	14,22	13,84	14,21
Cliente 18	13,88	12,25	11,2	11,38	10,09	10,34	10,71	11,82	10,04	10,61	10,58	11,25	10,88	11,24
Cliente 19	12,74	11,11	10,07	10,25	8,96	9,2	9,58	10,69	8,91	9,47	9,44	10,12	9,74	10,11
Cliente 20	11,94	10,31	9,27	9,44	8,16	8,4	8,78	9,88	8,11	8,67	8,64	9,32	8,94	9,31
Cliente 21	9,66	8,03	6,98	7,16	5,87	6,12	6,49	7,6	5,82	6,39	6,36	7,03	6,66	7,02
Cliente 22	8,65	7,02	6,06	6,23	4,95	5,19	5,48	6,59	4,81	5,37	5,34	6,11	5,65	6,1
Cliente 23	7,77	6,14	4,98	5,16	3,87	4,11	4,6	5,71	3,93	4,49	4,47	5,03	4,77	5,02
Cliente 24	7,93	6,3	5,34	5,51	4,23	4,47	4,76	5,87	4,09	4,66	4,63	5,39	4,93	5,38
Cliente 25	7,87	6,24	5,88	6,05	4,77	5,01	4,71	5,82	4,04	4,6	4,57	5,92	4,87	5,92
Cliente 26	8,43	6,8	5,76	5,93	4,65	4,89	5,27	6,37	4,6	5,16	5,13	5,81	5,43	5,8
Cliente 27	8,41	6,78	5,74	5,91	4,63	4,87	5,25	6,35	4,58	5,14	5,11	5,79	5,41	5,78
Cliente 28	8,64	7,01	6,05	6,22	4,94	5,18	5,47	6,58	4,8	5,37	5,34	6,1	5,64	6,09
Cliente 29	7,18	4,97	3,78	3,95	2,67	2,91	3,97	5,07	3,3	3,86	3,83	3,82	4,13	3,82
Cliente 30	9,57	9,3	8,1	8,28	6,99	7,23	8,29	9,4	7,62	8,18	8,15	8,15	8,46	8,14
Cliente 31	1,33	3,23	4,51	4,69	5,47	5,71	4,11	6	5,34	6,05	6,02	4,17	4,43	4,16
Cliente 32	2,47	1,61	1,44	1,44	3,94	4,18	3,71	4,14	3,47	4,77	4,74	2,64	2,57	2,63
Cliente 33	5,01	4,53	3,34	3,51	2,23	2,47	4,14	5,25	2,83	4,03	4	3,38	4,16	3,38
Cliente 34	15,51	16,67	17,95	18,12	18,9	19,15	19,01	19,44	18,78	20,07	20,04	17,6	17,87	17,6
Cliente 35	4,9	5,19	3,84	4,02	2,73	2,97	4,65	5,76	3,34	4,54	4,51	3,89	4,67	3,88
Cliente 36	5,84	5,13	3,93	4,11	2,82	3,07	4,69	5,8	3,43	4,59	4,56	3,98	4,76	3,97
Cliente 37	6	4,41	3,22	3,39	2,11	2,35	3,98	5,08	2,71	3,87	3,84	3,27	4,04	3,26
Cliente 38	4,31	2,1	0,9	1,08	0,8	0,04	2,15	3,3	1,4	3,45	3,42	0,95	1,73	0,94
Cliente 39	0,52	2,99	4,28	4,45	5,23	5,48	5,34	5,77	5,11	6,4	6,37	3,93	4,2	3,93
Cliente 40	2,33	1,48	2,84	3,02	3,8	4,04	3,57	4	3,34	4,63	4,6	2,5	2,43	2,49



	Cliente 14	Cliente 15	Cliente 16	Cliente 17	Cliente 18	Cliente 19	Cliente 20	Cliente 21	Cliente 22	Cliente 23	Cliente 24	Cliente 25	Cliente 26	Cliente 27
CEDI	3,58	5,1	3,59	18,29	14,86	14,99	12,44	10,46	9,08	8,51	9,73	8,66	8,93	9,03
Cliente 1	1,04	2,56	1,05	14,59	11,79	11,91	9,37	7,59	6,21	5,64	6,86	5,79	6,06	6,16
Cliente 2	1,2	1,61	1,21	14,18	11,37	11,5	8,95	7,29	5,87	5,3	6,2	5,45	5,76	5,83
Cliente 3	1,26	1,88	1,26	14,45	11,64	11,77	9,22	7,56	6,15	5,57	6,47	5,72	6,03	6,1
Cliente 4	0,95	0,24	0,94	13,81	11,01	11,13	8,59	6,33	4,95	4,38	5,6	4,53	4,8	4,9
Cliente 5	0,76	0	0,75	13,57	10,77	10,89	8,35	6,69	5,27	4,69	5,59	4,85	5,15	5,22
Cliente 6	2,45	2,49	2,44	14,54	11,73	11,86	9,31	7,54	6,15	5,58	6,8	5,73	6	6,11
Cliente 7	3,66	3,76	3,67	15,8	12,99	13,12	10,57	8,8	7,42	6,84	7,91	6,99	7,27	7,37
Cliente 8	1,16	0,69	1,15	12,73	9,93	10,05	7,51	5,73	4,35	3,77	5	3,93	4,2	4,3
Cliente 9	3,6	3,69	3,6	15,74	12,93	13,06	10,51	8,74	7,35	6,78	8	6,93	7,2	7,31
Cliente 10	3,63	3,72	3,63	15,77	12,96	13,09	10,54	8,77	7,38	6,81	8,03	6,96	7,23	7,34
Cliente 11	0,45	2	0,45	14,56	11,76	11,88	9,34	7,41	6,03	5,45	6,67	5,6	5,88	5,98
Cliente 12	2,49	2,54	2,49	14,58	11,77	11,9	9,35	7,58	6,2	5,62	6,85	5,77	6,05	6,15
Cliente 13	0,46	2,01	0,46	14,57	11,77	11,89	9,35	7,42	6,03	5,46	6,68	5,61	5,88	5,99
Cliente 14	0	1,23	0	13,87	11,06	11,19	8,64	6,87	5,49	4,91	6,13	5,06	5,34	5,44
Cliente 15	0,76	0	0,75	13,57	10,77	10,89	8,35	6,69	5,27	4,69	5,59	4,85	5,15	5,22
Cliente 16	0	1,23	0	13,86	11,06	11,19	8,64	6,86	5,48	4,91	6,13	5,06	5,33	5,43
Cliente 17	13,66	13,3	13,65	0	5,1	5,23	5,99	9,12	10,84	11,17	12,39	10,88	10,45	10,93
Cliente 18	10,69	10,34	10,69	5,43	0	1,22	3,03	4,28	7,88	8,2	9,43	7,92	7,49	7,96
Cliente 19	9,56	9,2	9,55	6,03	1,94	0	2,04	3,07	6,74	7,07	8,3	6,78	6,35	6,83
Cliente 20	8,75	8,4	8,75	5,22	2,42	2,55	0	4,22	5,94	6,26	7,49	5,98	5,55	6,03
Cliente 21	6,47	6,12	6,47	9,84	4,54	4,66	4,61	0	1,65	2,43	4,13	2,4	1,47	1,74
Cliente 22	5,46	5,19	5,45	11,04	8,23	8,36	5,81	2,62	0	0,81	2,51	0,77	0,26	0,1
Cliente 23	4,58	4,11	4,58	11,25	8,45	8,58	6,03	2,84	0,64	0	1,89	0,17	0,75	0,59
Cliente 24	4,74	4,47	4,74	12,57	9,76	9,89	7,34	4,89	3,23	1,94	0	2,11	3,34	3,18
Cliente 25	4,69	5,01	4,68	11,08	8,27	8,4	5,85	2,66	0,85	0,72	1,99	0	0,97	0,8
Cliente 26	5,24	4,89	5,24	10,96	8,15	8,28	5,73	2,54	0,52	0,7	2,72	0,65	0	0,48
Cliente 27	5,23	4,87	5,22	10,94	8,13	8,26	5,71	2,52	0,69	0,86	2,89	0,81	0,17	0
Cliente 28	5,45	5,18	5,45	11,05	8,24	8,37	5,82	2,63	0,16	0,8	2,5	0,77	0,27	0,11
Cliente 29	3,61	2,91	3,61	10,93	8,13	8,26	5,71	3,68	2,12	2,45	3,41	1,74	2,14	2,07
Cliente 30	7,94	7,23	7,94	8,03	6,61	6,73	4,19	3,05	4,77	6,78	7,74	6,27	4,38	6,59
Cliente 31	4,19	5,71	4,19	18,89	15,47	15,59	13,05	11,07	9,69	9,11	10,34	9,27	9,54	9,64
Cliente 32	2,66	4,18	2,66	18,98	12,6	12,73	10,18	9,21	7,82	7,25	8,47	7,4	7,67	7,78
Cliente 33	3,17	2,47	3,17	16,2	10,05	10,17	7,63	5,97	4,57	3,99	4,88	4,14	4,44	4,52
Cliente 34	17,63	19,15	17,63	24,86	28,9	29,03	26,48	24,51	23,13	22,55	23,78	22,7	22,98	23,08
Cliente 35	3,68	2,97	3,68	15,89	10,55	10,68	8,13	6,48	5,08	4,5	5,38	4,65	4,94	5,03
Cliente 36	3,77	3,07	3,77	16,63	9,87	10	7,45	5,79	4,39	3,82	4,7	3,97	4,26	4,34
Cliente 37	3,06	2,35	3,05	12,09	9,28	9,41	6,86	5,2	3,79	3,21	4,11	3,36	3,67	3,74
Cliente 38	0,79	0,04	0,79	13,61	10,8	10,93	8,38	6,72	5,3	4,73	5,63	4,88	5,19	5,26
Cliente 39	3,96	5,48	3,96	17,79	15,23	15,36	12,81	10,84	9,46	8,88	10,1	9,03	9,31	9,41
Cliente 40	2,52	4,04	2,52	18,84	13,26	13,39	10,84	9,07	7,69	7,11	8,34	7,26	7,54	7,64

	Cliente 28	Cliente 29	Cliente 30	Cliente 31	Cliente 32	Cliente 33	Cliente 34	Cliente 35	Cliente 36	Cliente 37	Cliente 38	Cliente 39	Cliente 40
CEDI	8,97	7,11	9,97	2,12	2,58	4,81	12,69	4,11	4,79	6,33	5,07	0,55	2,27
Cliente 1	6,1	4,5	7,51	4,51	2,94	4,35	14,82	4,13	4,2	3,8	2,53	4,22	2,98
Cliente 2	5,76	3,62	6,48	4,78	1,8	3,4	15,08	3,18	3,25	2,85	1,58	4,49	1,84
Cliente 3	6,04	3,89	6,75	4,83	1,63	3,67	15,14	3,45	3,53	3,12	1,85	3,69	1,66
Cliente 4	4,84	3,25	6,12	5,18	3,61	3,03	15,49	2,81	2,89	2,48	0,21	4,89	3,65
Cliente 5	5,16	3,01	5,88	4,94	3,37	2,79	15,25	2,57	2,65	2,24	0,97	4,65	3,41
Cliente 6	6,04	4,45	7,46	5,11	3,45	4,93	15,42	4,71	4,79	4,23	2,46	4,82	3,49
Cliente 7	7,31	5,71	8,72	3,92	4,09	6,19	14,07	5,97	6,05	5,49	3,72	5,37	4,13
Cliente 8	4,24	2,64	5,65	5,63	4,39	3,12	15,94	2,9	2,98	2,43	0,65	5,34	4,43
Cliente 9	7,24	5,65	8,66	4,55	4,03	6,13	15,91	5,91	5,99	5,43	3,66	5,31	4,06
Cliente 10	7,27	5,68	8,69	4,58	4,06	6,16	15,94	5,94	6,02	5,46	3,69	5,34	4,09
Cliente 11	5,92	4	6,87	4,02	2,45	3,78	14,33	3,56	3,64	3,23	1,96	3,73	2,49
Cliente 12	6,09	4,49	7,5	5,15	3,49	4,97	15,46	4,75	4,83	4,27	2,5	4,86	3,53
Cliente 13	5,92	4,01	6,88	4,03	2,46	3,79	14,34	3,57	3,65	3,24	1,97	3,74	2,5
Cliente 14	5,38	3,78	6,47	4,26	2,69	3,38	14,56	3,17	3,24	2,83	1,2	3,96	2,72
Cliente 15	5,16	3,01	5,88	4,94	3,37	2,79	15,25	2,57	2,65	2,24	0,97	4,65	3,41
Cliente 16	5,37	3,77	6,47	4,26	2,69	3,38	14,57	3,16	3,24	2,83	1,19	3,97	2,73
Cliente 17	10,87	10,62	9,33	17,51	15,85	12,74	26,1	13,38	12,91	11,75	13,27	17,22	15,89
Cliente 18	7,9	7,66	6,36	14,55	12,89	9,77	24,85	10,41	9,95	8,78	10,3	14,25	12,92
Cliente 19	6,77	6,52	5,23	13,41	11,75	8,64	23,72	9,28	8,81	7,65	9,17	13,12	11,79
Cliente 20	5,96	5,72	4,43	12,61	10,95	7,84	22,92	8,47	8,01	6,85	8,36	12,32	10,99
Cliente 21	1,75	3,44	3,15	10,33	8,67	5,55	20,63	6,19	5,73	4,56	6,08	10,03	8,7
Cliente 22	0,13	2,29	4,6	9,32	7,66	4,63	19,62	5,27	4,81	3,65	5,15	9,02	7,69
Cliente 23	0,53	1,86	4,82	8,44	6,78	4,01	18,74	5	4,19	3,03	4,08	8,14	6,81
Cliente 24	3,12	3,2	6,21	8,6	6,94	3,92	18,9	4,55	4,09	2,93	4,44	8,3	6,97
Cliente 25	0,74	2,33	4,64	8,54	6,88	4,12	18,85	4,76	4,29	3,13	4,97	8,25	6,92
Cliente 26	0,42	2,21	4,53	9,1	7,44	4,33	19,41	4,96	4,5	3,34	4,85	8,81	7,48
Cliente 27	0,58	2,19	4,51	9,08	7,42	4,31	19,39	4,95	4,48	3,32	4,84	8,79	7,46
Cliente 28	0	2,3	4,61	9,31	7,65	4,63	19,62	5,27	4,8	3,64	5,15	9,02	7,69
Cliente 29	2,01	0	3,24	7,85	6,28	2,34	18,16	2,98	2,52	1,36	2,87	7,56	6,31
Cliente 30	6,53	4,52	0	10,8	9,28	5,87	18,29	5,17	5,85	5,68	7,2	9,95	8,7
Cliente 31	9,58	7,71	10,58	0	3,19	5,42	12,3	4,71	5,4	6,94	5,67	1,7	2,88
Cliente 32	7,71	4,85	7,71	3,69	0	3,5	14,44	3,28	3,36	4,08	4,14	2,84	0,82
Cliente 33	4,46	2,29	5,16	6,24	4,72	0	16,8	0,64	0,17	1,55	2,43	5,39	4,14
Cliente 34	23,02	21,15	24,01	14,82	16,63	19,6	0	18,89	19,58	20,38	19,11	15,88	16,66
Cliente 35	4,97	2,8	5,66	6,13	4,62	0,7	14,78	0	0,68	2,06	2,94	5,28	4,03
Cliente 36	4,28	2,12	4,98	8,01	5,55	0,51	18,31	1,44	0	1,38	3,03	6,22	4,97
Cliente 37	3,68	1,53	4,39	7,29	5,71	0,99	17,6	1,63	1,16	0	2,31	6,38	5,13
Cliente 38	5,19	3,05	5,91	4,98	3,41	2,83	15,28	2,61	2,68	2,28	0	4,68	3,44
Cliente 39	9,35	7,48	10,34	2,5	2,95	5,19	13,06	4,48	5,16	6,71	5,44	0	2,06
Cliente 40	7,58	5,98	8,99	3,55	0,62	3,98	14,31	4,7	3,84	5,27	4	2,71	0

# DEMANDA

	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	Día 8	Día 9	Día 10	Día 11	Día 12	Día 13	Día 14	Día 15	Día 16	Día 17	Día 18	Día 19	Día 20
Cliente 1	1,5	1,4	1,59	1,12	1,08	1,5	1	1,19	1,11	1,17	1,02	1,06	1,68	1	0,88	1,09	1,48	1,27	1,07	0,98
Cliente 2	1,28	0,97	1,34	1,64	0,98	0,85	1,64	1,68	0,93	1,4	1,03	0,9	1,05	1,59	1,09	1,06	1,2	1,47	1,5	1,19
Cliente 3	1,24	1,69	0,94	1,27	0,95	1,14	1,2	1,32	1,34	1,39	1,23	0,92	1,57	1,38	0,83	0,98	1,55	1,11	1,19	1,06
Cliente 4	1,55	1,06	1,45	1,4	1,68	1,48	0,88	1,23	1,62	1,67	1,48	1,44	1,08	0,96	1,05	1,12	1,29	0,99	1,07	0,8
Cliente 5	0,86	1,33	0,81	0,87	1,61	0,88	1,43	0,93	0,86	1,54	1,42	1	1,61	1,11	1,04	1,01	1,28	1,55	1,41	0,89
Cliente 6	1,28	1,62	1,11	0,87	0,84	1,67	1,67	1,57	1,38	1,25	0,88	1	1,18	1,36	1,5	1,03	1,39	1,08	1,56	1,06
Cliente 7	1,18	1,23	1,38	1,36	1,47	0,95	1,43	0,87	0,83	1,44	1,28	1,67	1,37	1,6	0,82	1,3	1,06	1,41	0,83	1,32
Cliente 8	1,55	1,33	0,89	1,25	1,42	1,19	0,85	1,53	1,28	1,55	1,6	1	1,23	1,09	1,07	0,99	0,92	1,6	1,3	1,43
Cliente 9	1,01	0,92	1,35	0,82	1,44	0,93	1,17	1,18	0,86	1,19	1,68	1,62	1,51	1,05	1	0,96	0,82	1,67	1,52	1,41
Cliente 10	1,09	0,9	1,24	1,39	1,17	1,36	1,33	1,01	0,82	0,97	0,83	1,26	1,55	1,42	1,07	1,15	1,17	1,34	1,31	1,17
Cliente 11	1,23	1,54	1,13	1,16	0,83	1,64	1,4	0,96	0,96	1,34	1,6	1,37	1,32	1,06	1,16	1,33	1,18	1,51	1,63	1,23
Cliente 12	1,38	1,17	1,12	1,55	0,83	1,5	1,51	0,82	1,25	0,94	1,13	1,49	1,34	0,8	1,12	0,96	0,85	0,98	1,45	1,32
Cliente 13	1,51	1,68	1,68	1,26	1,62	0,96	1,63	1,22	1,03	1,17	1,11	0,9	1,36	0,91	1,34	1,27	0,98	1,49	0,89	1,23
Cliente 14	1,7	1,05	1,4	1,09	1,15	0,89	0,92	0,82	1,58	1,28	0,88	1,63	1,09	0,9	1,02	0,87	1,1	1,3	0,86	1,21
Cliente 15	1,04	1,69	1,31	1,25	0,98	1,33	0,9	1,08	0,97	1,32	1,16	1,48	0,8	1,33	1,29	0,83	0,91	1,04	1,69	1,11
Cliente 16	0,86	0,85	0,85	1,2	1,48	0,84	1,29	1,3	0,94	1,16	1,34	1,42	1,11	0,91	1,05	0,9	1,09	1,01	1,55	1,24
Cliente 17	1,32	1,69	1,67	1,54	1,02	1,64	0,96	1,63	1,11	1,06	1,2	1,44	0,98	1,02	0,92	1,21	1,23	1,24	1,54	1,19
Cliente 18	1,46	1,02	1,1	1,08	1,27	0,97	1,64	0,83	1,48	1,01	1,25	1,19	1,17	0,84	1,25	1,08	0,8	1,57	1,38	1,15
Cliente 19	1,48	1,02	1,16	1,48	1,64	1,06	1,19	1,32	1,1	1,26	1,02	0,86	1,41	1,6	1,31	1,33	1,18	1,53	1,32	0,91
Cliente 20	1,55	1	0,97	1,7	1,56	1,49	1,1	1,17	1,27	1,46	1,31	1,36	1,21	1,07	1,04	1,14	1,58	1,06	1,6	1,43
Cliente 21	0,96	1,32	1,66	1,34	1,64	1	1,03	1,19	1,18	0,98	1,27	0,9	1,4	1,31	1,02	1,19	0,85	1,07	1,66	1,44
Cliente 22	0,91	1,42	1,28	1,55	1,05	0,97	1,54	1,44	1,22	1,12	1,23	0,8	1,15	1,23	0,85	0,91	0,87	1,04	0,89	1,09
Cliente 23	1,03	0,91	0,93	1,26	1,68	1,29	1,16	0,89	0,96	1,03	0,82	1,07	1,21	1,29	1,15	0,95	1,6	0,86	0,95	1,5
Cliente 24	0,97	1,16	0,98	1,44	1,28	1,23	1,43	1,6	1,16	1,14	1,39	0,92	1,4	1,12	0,83	1,18	1,46	0,91	0,81	1,16
Cliente 25	1,15	1,07	1,2	1,11	1,41	1,36	1,57	1,53	0,92	0,91	0,81	1,21	1,1	1,09	1,31	0,88	1,34	1,07	1,22	0,9
Cliente 26	0,86	1,27	1,43	1,01	1,35	0,85	1,27	0,88	1,23	1,27	1,67	1,5	1,48	1,11	1,11	0,83	1,35	0,87	1,55	1,63
Cliente 27	1,31	1,46	0,86	0,81	0,83	1	1,15	1,25	1,27	0,94	1,43	1,31	1,12	1,25	1,45	1,4	0,93	1,14	1,27	0,99
Cliente 28	0,93	0,96	1,27	1,46	1,7	0,91	1,41	0,82	1,26	1	0,88	1,18	0,95	0,82	1,2	1,32	1,11	1,69	1,47	0,81
Cliente 29	1	1,6	1,19	1,57	1,65	1,48	1,61	1,29	1,68	1,33	1,34	1,14	1,67	1,19	1,12	1	0,85	0,85	1,13	1,39
Cliente 30	1,29	1,24	1,29	0,84	1,41	1,22	1,65	1,43	0,87	1,43	1,47	1,06	1,07	1,3	0,91	1,3	1,07	1,32	1,24	1,25
Cliente 31	1,42	1,23	0,86	1,55	0,96	1,38	0,85	1,4	1,13	1,21	1,31	0,94	1,29	1,34	1,52	0,8	1,19	1,65	0,92	1,27
Cliente 32	1,58	1,31	1	1,35	1,68	0,81	1,2	1,34	1,37	1,19	1,39	1,03	1,4	0,82	0,87	1,18	1,01	1,41	0,89	0,92
Cliente 33	1,32	1,29	1,11	0,8	1,25	1,18	1,57	1,31	1,5	1,01	1,31	1,49	1,59	1,11	1,25	0,96	1,53	1,18	1,26	1,35
Cliente 34	1,04	1,14	0,96	1,29	1,51	1,29	1,63	1,08	0,96	1,17	1,03	0,81	0,96	0,13	1,22	1,17	0,95	1,53	1,08	1,08
Cliente 35	1,14	1,49	0,87	1,13	1,63	1,54	0,81	1,41	0,97	0,96	1,38	0,85	1,64	0,89	1,24	0,9	0,88	1,44	1,11	1,27
Cliente 36	1,52	0,81	1,07	1,09	1,27	0,91	1,57	0,89	1,25	1,13	1,08	1,06	1,02	1,15	1,32	0,97	1,61	1,29	1,47	0,88
Cliente 37	0,97	0,93	1,35	0,9	0,97	1	1,34	1,57	1,61	1,03	1,35	1,34	1,51	1,15	1	1,09	1,17	1,31	1,66	1,06
Cliente 38	0,98	1,18	1,66	1,65	1,68	1,61	1,33	1,43	1,04	0,89	1,03	1,58	1,64	0,85	1,31	1,03	0,93	1,67	1,18	1,28
Cliente 39	1,67	1,16	1,42	0,84	0,91	0,82	1,07	1,61	1,34	1,03	1,02	0,92	1,04	1,13	1,04	0,98	1,56	1,65	1,36	1,23
Cliente 40	1,43	1	1,66	1,3	1,6	0,88	0,81	1,3	1,33	1,37	0,9	1,09	1,04	0,91	1,68	1,17	0,95	1,54	1,61	0,85

## VENTANAS DE TIEMPO

	Tiem. Inicio	Tiem. Fin	Tiem. Serv.
Cliente 1	8,5	10	0,2
Cliente 2	8,5	10	0,1
Cliente 3	10	11	0,1
Cliente 4	10,5	11	0,1
Cliente 5	9	10	0,14
Cliente 6	9	11	0,15
Cliente 7	9	11	0,09
Cliente 8	10	11,5	0,1
Cliente 9	8,5	10,5	0,1
Cliente 10	9,5	11	0,05
Cliente 11	9,5	11,5	0,1
Cliente 12	9	10,5	0,05
Cliente 13	8,5	11	0,1
Cliente 14	8,5	10,5	0,1
Cliente 15	9,5	10,5	0,1
Cliente 16	9	11	0,15
Cliente 17	10	11,5	0,07
Cliente 18	10	11,5	0,1
Cliente 19	10	11,5	0,2
Cliente 20	10	11	0,09
Cliente 21	8,5	10	0,07
Cliente 22	9	10	0,06
Cliente 23	9,5	11	0,12
Cliente 24	9	10,5	0,08
Cliente 25	9	10,5	0,09
Cliente 26	9,5	10,5	0,08
Cliente 27	9,5	11	0,1
Cliente 28	10	11	0,2
Cliente 29	9	11	0,16
Cliente 30	9,5	10,5	0,12
Cliente 31	8,5	9	0,05
Cliente 32	9	10	0,1
Cliente 33	8,5	10	0,07
Cliente 34	10	11,5	0,06
Cliente 35	9	10	0,1
Cliente 36	9	10,5	0,08
Cliente 37	9	10,5	0,12
Cliente 38	9	11	0,1
Cliente 39	9,5	11	0,13
Cliente 40	8,5	11,5	0,05

## BIBLIOGRAFÍA

Antón, F. R. (2005). *Logística del Transporte*. Cataluña: EDICIONES UPC.

Escobar, J. W. (1 de Junio de 2017). *Modelo matemático para la planificación de servicios y programación de rutas en empresas prestadoras de servicios de control de plagas*. Recuperado el 17 de Octubre de 2017, de University of Bologna :  
<http://revistasojs.unilibrecali.edu.co/index.php/entramado/article/view/471>

Gelves - Tello, N. A., Mora- Moreno, R. A., & Lamos - Díaz, H. (28 de Marzo de 2016). *Universidad Industrial de Santander*. Recuperado el 10 de Octubre de 2017, de Solución del problema de ruteo de vehículos con demandas estocásticas mediante la optimización por espiral.:  
<http://revistas.uptc.edu.co/index.php/ingenieria/article/view/4626/3807>

González - La Rotta, E. C., & Becerra-Fernández, M. (16 de Febrero de 2017). *Scielo*. Recuperado el 13 de Octubre de 2017, de Cross-Docking with vehicle routing problem. A state of arte review.:  
[http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0012-73532017000100271](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0012-73532017000100271)