

**DISEÑO DE PROPUESTA DE MEJORAMIENTO PARA EL PROCESO DE
RECOLECCIÓN Y TRANSPORTE DE TÍTULOS VALORES Y CORRESPONDENCIA
DEL BANCO DAVIVIENDA EN LA CIUDAD DE MEDELLÍN A CARGO DE UNA
EMPRESA OUTSOURCING**



TRABAJO DE GRADO

GERMÁN DARÍO PARRA LEÓN

SANTIAGO RUBIO GÓMEZ

PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA

FACULTAD DE INGENIERÍA

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

BOGOTÁ D.C.

ABRIL, 2014

**DISEÑO DE PROPUESTA DE MEJORAMIENTO PARA EL PROCESO DE
RECOLECCIÓN Y TRANSPORTE DE TÍTULOS VALORES Y CORRESPONDENCIA
DEL BANCO DAVIVIENDA EN LA CIUDAD DE MEDELLÍN A CARGO DE UNA
EMPRESA OUTSOURCING**



**TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE
INGENIEROS INDUSTRIALES**

PRESENTADO POR:

GERMÁN DARÍO PARRA LEÓN

SANTIAGO RUBIO GÓMEZ

DIRECTORA

MARÍA PAULA RAMÍREZ TOVAR

INGENIERA INDUSTRIAL

PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA

FACULTAD DE INGENIERÍA

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

BOGOTÁ D.C.

ABRIL, 2014

A Dios y a nuestros padres por su apoyo constante

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan sus agradecimientos a,

María Paula Ramírez, Directora del presente trabajo, por su apoyo y disponibilidad constante para guiarnos a partir de su experiencia y conocimiento.

Al Banco Davivienda S.A. por la colaboración en la realización de este trabajo.

Tabla de contenido

1.1	Presentación General	1
1.2	Panorama Nacional.....	2
1.2.1	Panorama general de los Bancos Comerciales.....	2
1.3	Descripción de las empresas involucradas	3
1.3.1	Descripción Banco Davivienda S.A.	3
1.3.1.1	Reseña Histórica.....	3
1.3.1.2	Misión.....	4
1.4	Estructura general del trabajo de grado	5
2.	Planteamiento del problema	6
2.1	Situación Actual	6
3.	Objetivos.....	7
3.1	Objetivo general.....	7
3.2	Objetivos específicos	8
4.	Marco teórico.....	8
4.1	Alcance.....	17
5.	Diagnóstico Logístico.....	17
5.1	Procesos Antecedentes	18
5.1.1	Proceso de canje	18
5.1.2	Proceso documentación.....	21
5.2	Valores Esperados.....	22
5.3	Valores especificados	24
5.4	Diagrama general cadena de abastecimiento proceso actual	24
5.5	Diagrama de Bloques proceso actual.....	25
5.6	Diagrama de flujo – Canje.....	26
5.7	Recolección y Transporte	29
5.7.1	Diagrama de Flujo - Recolección y Transporte.....	31
5.8	Diagnóstico	34
6.	Desarrollo del modelo matemático.....	37
6.1	Características específicas del modelo:	37
6.2	Formulación matemática.....	38
6.2.1	Conjuntos.....	38

6.2.2	Parámetros	38
6.2.3	Variables de decisión	39
6.2.4	Función objetivo	39
6.2.5	Restricciones	39
7.	Desarrollo de propuesta	42
7.1	Riesgos de tercerizar procesos	43
7.2	Características específicas del problema.....	43
7.3	Método de solución.....	49
7.3.1	Obtención de matriz de distancias.....	49
7.4	Programación	51
7.4.1	Pseudocódigo Algoritmo VRP-Davivienda.....	51
8.	Análisis de resultados	53
8.1	Resultados con datos originales	54
8.2	Resultados con cambios en ventanas de tiempo y unificación de puntos.....	64
8.3	Análisis de sensibilidad	70
9.	Análisis Financiero	70
10.	Conclusiones y Recomendaciones.....	72
10.1	Conclusiones	72
10.2	Recomendaciones	73
11.	Bibliografía	74
12.	Anexos.....	79
Anexo 1:	Matriz de recorridos	79
Anexo 2:	Matriz de ventanas de tiempo	80
Anexo 3:	Cotización Seguro contra todo riesgo	81
Anexo 4:	Matriz de distancias	82
Anexo 5:	Referente direcciones Google Maps	83
Anexo 6:	Matriz de tiempos entre oficinas.....	84
Anexo 7:	Matriz de recorridos con modificaciones	85
Anexo 8:	Matriz de ventanas de tiempo con modificaciones	86
Anexo 9:	Capacitación	87
Anexo 10:	Carta de autorización de los autores.....	¡Error! Marcador no definido.

Anexo 11: Formato de descripción de la Tesis o del Trabajo de Grado; **Error! Marcador no definido.**

Índice de Tablas

Tabla 1: Sellos cheques para cada evento	19
Tabla 2: Valores esperados	23
Tabla 3: Criterio de calificación	23
Tabla 4: Hora de entrega del canje por recorrido	29
Tabla 5: Unificación de puntos oficina 4.....	35
Tabla 6: Unificación de puntos oficina 22.....	35
Tabla 7: Unificación de puntos oficina 28.....	35
Tabla 8: Unificación de puntos oficina 30.....	35
Tabla 9: Unificación de puntos oficina 31.....	36
Tabla 10: Características capacitación realizada al Banco Davivienda S.A.	36
Tabla 11: Método de solución LP Solve.....	42
Tabla 12: Características del equipo utilizado.....	42
Tabla 13: Kilómetros recorridos por galón	44
Tabla 14: Gasto mensual por nómina empleado.....	46
Tabla 15: Gasto mensual por nómina coordinador.....	47
Tabla 16: Valores de Horas extra y Media Jornada	48
Tabla 17: Costos asociados a la operación de transporte.....	48
Tabla 18: Gastos asociados a la operación de transporte.....	48
Tabla 19: Ruta para el motorizado 1 con datos originales.....	54
Tabla 20: Ruta para el motorizado 2 con datos originales.....	55
Tabla 21: Ruta para el motorizado 3 con datos originales.....	56
Tabla 22: Ruta para el motorizado 4 con datos originales.....	57
Tabla 23: Ruta para el motorizado 5 con datos originales.....	57
Tabla 24: Ruta para el motorizado 6 con datos originales.....	58
Tabla 25: Ruta para el motorizado 7 con datos originales.....	58
Tabla 26: Ruta para el motorizado 8 con datos originales.....	58
Tabla 27: Ruta para el motorizado 9 con datos originales.....	58
Tabla 28: Ruta para el motorizado 10 con datos originales.....	59
Tabla 29: Ruta para el motorizado 11 con datos originales.....	59
Tabla 30: Salario anual por motociclista modelo con datos originales.....	59
Tabla 31: Salario anual por coordinador modelo con datos originales	59
Tabla 32: Costo anual asociado al proceso de transporte datos originales	60
Tabla 33: Gasto anual asociado al proceso de transporte datos originales.....	60
Tabla 34: Depreciaciones y diferidos anuales datos originales	60
Tabla 35: Consumo de gasolina anual datos originales	60
Tabla 36: Valor función objetivo datos originales	60
Tabla 37: Oficinas con hora de recolección crítica	61

Tabla 38: Algoritmo Húngaro primera instancia	62
Tabla 39: Algoritmo Húngaro primera instancia - Resultado	62
Tabla 40: Algoritmo Húngaro segunda instancia.....	62
Tabla 41: Algoritmo Húngaro segunda instancia – Resultado	62
Tabla 42: Obtención de resultados - Algoritmo Húngaro.....	63
Tabla 43: Asignaciones óptimas - Método Húngaro.....	63
Tabla 44: Modificaciones a ventanas de tiempo	63
Tabla 45: Ruta para el motorizado 1 con datos modificados.....	64
Tabla 46: Ruta para el motorizado 2 con datos modificados.....	65
Tabla 47: Ruta para el motorizado 3 con datos modificados.....	66
Tabla 48: Ruta para el motorizado 4 con datos modificados.....	67
Tabla 49: Ruta para el motorizado 5 con datos modificados.....	67
Tabla 50: Ruta para el motorizado 6 con datos modificados.....	68
Tabla 51: Ruta para el motorizado 7 con datos modificados.....	68
Tabla 52: Salario anual por motociclista modelo con datos modificados.....	68
Tabla 53: Salario anual por motociclista modelo con datos modificados.....	68
Tabla 54: Costo anual asociado al proceso de transporte con datos modificados.....	69
Tabla 55: Gasto anual asociado al proceso de transporte con datos modificados	69
Tabla 56: Depreciaciones y diferidos anuales con datos modificados.....	69
Tabla 57: Consumo de gasolina anual con datos modificados.....	69
Tabla 58: Valor Función Objetivo con cambios en tiempo y unificación de puntos.....	69
Tabla 59: Parámetros Análisis financiero	70
Tabla 60: Primer año del horizonte de análisis en miles de pesos	70
Tabla 61: Segundo año del horizonte de análisis en miles de pesos	71
Tabla 62: Tercer año del horizonte de análisis en miles de pesos	71

Índice de Ilustraciones

Ilustración 1: Recomendaciones para evitar devoluciones en canje enviado por causales imputables al banco.....	20
Ilustración 2: Diagrama general cadena de abastecimiento	24
Ilustración 3: Diagrama de bloques proceso recolección	25
Ilustración 4: Representación gráfica del VRPMD.....	30
Ilustración 5: Matriz DOFA Proceso actual de recolección y transporte de títulos valores y correspondencia	34
Ilustración 6: Auteco Bajaj Boxer CT 100.....	44
Ilustración 7: Especificaciones técnicas Auteco Bajaj Boxer CT 100.....	45
Ilustración 8: Ruta Oficina A - Oficina B.....	50
Ilustración 9: Ruta Oficina B - Oficina A.....	50

1.1 Presentación General

Actualmente, una de las principales preocupaciones de las empresas, en las que son enfocados grandes recursos y esfuerzos, es la efectiva planeación y control de procesos, ya que existen diferentes factores como, la pérdida de clientes, la falta de cumplimiento en los diferentes requerimientos de éstos, ineficiencia por parte de la administración en el diseño adecuado de los procesos y la optimización de los recursos involucrados, que generan fallas, retrasos o cambios en la planeación de determinadas áreas. De esa manera, todo lo anterior impacta negativamente en las utilidades de la empresa y por ende, se genera la necesidad imperiosa de aplicar diferentes herramientas y conocimientos de la Ingeniería Industrial, que permitan a la organización ser competitiva en el mercado tan cambiante de hoy en día.

Hoy por hoy empresas de todos los sectores económicos del país buscan, con ayuda de estas herramientas, además de lograr ser competitivas en el mercado, contribuir al crecimiento continuo del sector en el que se encuentran, lo cual ha generado en las empresas una necesidad de aplicación, que les permita evaluar diferentes escenarios, para así poder tomar decisiones. Es el caso del sector financiero, el cual con su constante crecimiento busca la mejora continua de los procesos, para así alcanzar las expectativas generadas en sus clientes y aumentar sus utilidades.

Es así como para las entidades financieras el proceso de recolección y transporte de títulos valores y documentación de los clientes, es de vital importancia, ya que este proceso afecta el funcionamiento de otras áreas, cuyas actividades permiten que se cumpla con las políticas de calidad y servicio de la entidad, es decir, afecta los siguientes eslabones dentro de la cadena de abastecimiento. Por lo tanto, al hacer más eficiente este proceso se podrá cumplir con las expectativas generadas en los clientes y las necesidades de las áreas que participan activamente en este proceso.

Por otro lado, Davivienda como tercer banco en Colombia busca constantemente la mejora continua en sus procesos y considera el proceso de recolección y transporte de títulos valores y correspondencia de vital importancia para cumplir con el nivel de servicio esperado por los clientes. Por lo tanto, el presente trabajo de grado tiene como objetivo realizar un análisis del proceso mencionado en la ciudad de Medellín, con el propósito de establecer oportunidades de mejora, relacionadas con la reducción de costos, considerando el cumplimiento de carga máxima y horas de trabajo de los motorizados y conservando los niveles de servicio prestado a los clientes del banco.

Para alcanzar este objetivo se evaluará la principal problemática del proceso y se generará una posible solución, buscando cumplir con las necesidades del Banco Davivienda.

1.2 Panorama Nacional

El sector Financiero Colombiano, conformado por entidades tanto públicas como privadas, tiene como objetivo la captación y administración de los recursos del país. Para lograr este objetivo se cuenta con cuatro diferentes tipos de entidades que facilitan ese proceso, las cuales son: entidades financieras, entidades aseguradoras e intermediarias de seguros, sociedades de régimen especial y otras entidades financieras.

El sistema financiero promueve el desarrollo del País en todos los sectores, permitiendo la inversión de capital dirigido a diferentes actividades productivas, como la construcción, el ingreso de nuevas tecnologías o la expansión a diferentes mercados mundiales. Así las cosas, este sector es indispensable para el progreso de una sociedad, ya que ofrece diferentes soluciones a distintos problemas, desde problemas de infraestructura, hasta el crecimiento y formación de las generaciones futuras.

Por otro lado, dentro del mercado financiero global existen diferentes tipos de mercados, son ellos el de capitales, divisas, monetarios o el intermediado, el cual resulta ser el más importante, tanto para las empresas como para las personas. En éste se encuentran las sociedades de servicios financieros, aseguradoras, corporativas financieras, corporaciones financieras o bancos, siendo estos últimos aquellos con mayor participación dentro del mercado financiero, con más del 50% del total.

En conclusión, las organizaciones financieras enfocan grandes esfuerzos y recursos en todos sus procedimientos logísticos, los cuales agregan valor a la cadena de abastecimiento y por ende al cliente final.

1.2.1 Panorama general de los Bancos Comerciales

Dentro de las muchas instituciones financieras se encuentran los Bancos Comerciales, los cuales son de gran tradición y solidez dentro del mercado financiero colombiano. Fundamentalmente otorgan préstamos de corto y mediano plazo, tanto en moneda local como moneda extranjera, actividad que era prohibida para estas entidades, ya que el manejo de moneda extranjera recaía únicamente sobre el Banco de la República. Además, debido a la reestructuración bancaria, a los bancos se les ha permitido operaciones de negociación de divisas y otro tipo de operaciones, las cuales le han dado a estas entidades grandes márgenes de ganancia.

1.3 Descripción de las empresas involucradas

1.3.1 Descripción Banco Davivienda S.A.

Davivienda es una entidad de intermediación y servicios financieros, orientada a los individuos y familias, especializada en financiación de vivienda. Uno de sus principales objetivos es procurar el liderazgo dentro del sector financiero, enfocándose en elementos fundamentales como, imagen, rentabilidad y participación en el mercado. Su excelente posicionamiento en el mercado se debe a la innovación de operaciones y a la calidad de los productos ofrecidos a sus clientes.

Adicionalmente, cuenta con un equipo de funcionarios motivados y capacitados, que disfrutan de un agradable ambiente de trabajo, así como también, con recursos físicos y tecnológicos, idóneos para la buena ejecución de las operaciones que realiza.

Davivienda, como parte del Grupo Bolívar, coopera y comparte habilidades y negocios con las demás empresas buscando alcanzar resultados en conjunto.

1.3.1.1 Reseña Histórica

En mayo de 1972 mediante decretos 678 y 679, el gobierno del Dr. Misael Pastrana Borrero creó el sistema colombiano de valor constante, por medio del cual, los ahorradores pudieran conservar el valor de su dinero a través del tiempo, a pesar del aumento del costo de vida, y obtener al mismo tiempo un rendimiento o interés, que permitiera a las instituciones financieras realizar préstamos para vivienda a largo plazo.

Así, para el manejo de este sistema, se crearon las unidades conocidas con el nombre de UPAC, cuyo significado es: unidades de poder adquisitivo constante, nombre que resume la filosofía del sistema. Con esta base legal, se iniciaron estudios para la creación de una corporación de ahorro y vivienda. El Banco de Bogotá, Seguros Bolívar y Colseguros conformaron el equipo de trabajo.

Finalmente en Agosto de 1972 se crea la Corporación Colombiana de Ahorro y Vivienda bajo el nombre de Coldeahorro, abriendo sus puertas al público el 15 de noviembre de 1972 y contando con una oficina principal en Bogotá, tres oficinas de atención al público en Bogotá, una oficina en Medellín, otra oficina en Cali y una última en

Barranquilla. La empresa inició sus operaciones con un capital autorizado de 60 millones de pesos, 23 funcionarios y adoptó como símbolo “La Casita Roja”.

El 30 de enero de 1973, Coldeahorro cambia su nombre por la Corporación Colombiana de Ahorro y Vivienda, Davivienda. Durante 25 años ocupó los primeros lugares dentro del sector financiero colombiano, innovando con productos y servicios.

El primero de julio de 1997, Davivienda pasa de ser la Corporación Colombiana de Ahorro y Vivienda para convertirse en un banco de carácter comercial bajo el nombre de Banco Davivienda S.A. Su concepto publicitario empieza a manejarse como “Aquí lo tiene todo”, conservando la imagen de “La Casita Roja”, entidad joven, dinámica, eficiente y líder en tecnología. A partir de este punto, el Banco Davivienda busca consolidarse en el sector financiero colombiano.

En mayo de 2006 se realizó la fusión entre Banco Superior y Davivienda, dando así comienzo a la unión de las inmensas fortalezas de las dos entidades, logrando consolidarse como líder en productos de consumo, complementando su portafolio de productos dirigidos a la financiación de vivienda y logrando posicionarse en el primer lugar de la banca de personas.

El 27 de agosto de 2007 se autoriza la fusión entre Davivienda y Granbanco S.A.- Bancafé, permitiendo a Davivienda incursionar en nuevos nichos de mercado, principalmente en segmentos corporativos y Pymes y en sectores como cafetero y agropecuario, logrando con esto la diversificación de su cartera.

Lo anterior conduce a una consolidación de la cartera comercial dentro del portafolio de crédito del banco, quedando en una situación privilegiada en cuanto a su portafolio crediticio, al distribuir proporcionalmente su participación en las categorías de vivienda, consumo y comercial.

En el transcurso del año 2010 se culminó el proceso de fusión operativa con Granbanco S.A. – Bancafé, el cual se desarrolló de manera gradual con el fin de no afectar a los clientes de ambas entidades, ofreciéndoles beneficios, prestándoles servicios adicionales y generando mayores eficiencias operativas, con el fin de imprimirle mayor fuerza a la consolidación comercial de los negocios de banca personal y empresarial¹.

1.3.1.2 Misión

Desea generar valor para los accionistas, clientes, colaboradores y terceros relacionados, apoyándose en las siguientes destrezas:

¹ Tomado de: Intranet Davivienda

- > Conocimiento del Cliente
- > Manejo del Riesgo
- > Tecnología y Procesos
- > Innovación
- > Sinergia Empresarial
- > Conocimiento del Negocio
- > Manejo Emocional de las relaciones

1.4 Estructura general del trabajo de grado

El presente trabajo de grado por comodidad y claridad para el lector se divide en los siguientes capítulos:

Capítulo 1. Introducción: Se explica brevemente el contexto en el que se va a desarrollar el proyecto, el sector financiero en Colombia y la problemática a estudiar.

Capítulo 2. Planteamiento del problema: Se indicará cómo se está realizando el proceso actualmente, por parte de una empresa outsourcing a servicio del Banco Davivienda, planteando el problema y la pregunta de investigación.

Capítulo 3. Objetivos: Se plantean los objetivos del trabajo que representen una propuesta de mejoramiento a la situación actual del proceso.

Capítulo 4. Marco teórico: Se explican los antecedentes del problema, es decir, cómo ha sido abordado anteriormente, los tipos de ruteo y los diferentes métodos de solución.

Capítulo 5. Diagnóstico logístico: Se realiza un análisis del proceso de recolección y transporte de títulos valores y correspondencia para el Banco Davivienda S.A en la ciudad de Medellín, identificando las falencias del proceso y de esta forma, se generan alternativas y propuestas que permitan mejorar el proceso actual.

Capítulo 6. Desarrollo del problema matemático: Se realiza la formulación compacta del proceso actual de recolección y transporte de títulos valores y documentación (Desde que el motociclista sale del centro de procesamiento de cheques y correspondencia, hasta que realiza la entrega de la correspondencia y títulos valores en éste).

Capítulo 7. Desarrollo de propuesta: Se desarrolla la propuesta realizada al Banco Davivienda, indicando los nuevos parámetros establecidos dentro del proceso y se explica la programación de la heurística, el lenguaje y el programa con el cual se estableció la propuesta de mejoramiento.

Capítulo 8. Resultados: Se indican los resultados generados en la propuesta y se realizan cambios en los parámetros establecidos para evaluar posibles mejoras en la función objetivo.

Capítulo 9. Análisis financiero: Se realiza la valoración y viabilidad financiera de la propuesta.

Capítulo 10.1. Conclusiones y recomendaciones: Se exponen las conclusiones del desarrollo del trabajo, indicando los impactos de los métodos y herramientas utilizados sobre la identificación del problema. También, a partir de los resultados obtenidos se realizarán recomendaciones al Banco Davivienda.

2. Planteamiento del problema

2.1 Situación Actual

Como cualquier otra empresa, el Banco Davivienda S.A. debe cumplir con un sin número de actividades y procedimientos que son de vital importancia para el desarrollo de su razón social, algunas de estas actividades están relacionadas con el recaudo de dinero, ya sea en efectivo o títulos valores (cheques) y la recolección de correspondencia. Por consiguiente, para cumplir con ese proceso se debe realizar la recolección de estos documentos en diferentes sucursales del banco y el transporte a centros especializados, efectuado por parte de una empresa outsourcing.

Además, cabe aclarar que el Banco Davivienda debe preservar toda la documentación de los clientes en custodia, los cuales generan un impacto directo en los procesos de las áreas de canje, de administración y en los costos generados por el manejo de estos documentos.

Estos documentos son recogidos por la empresa outsourcing en diferentes puntos, son ellos, oficinas, centros corporativos, centros de recaudo en supercades, entre otros. El recaudo se realiza en todos los puntos, dependiendo de la necesidad, la cantidad de clientes que atiende cada oficina y el nivel de congestión que presente.

Cabe aclarar que en contraprestación por el recaudo realizado por la empresa outsourcing, la empresa Davivienda le paga por visita o parada que realiza el motorizado en cada oficina o centro de recaudo. El pago corresponde a una tarifa fija que depende del perímetro en donde se encuentre ubicado el punto, es decir, si está en el perímetro urbano, el interurbano o el rural.

Dado que el proceso que se realiza inicia con la recepción del canje o de la documentación por parte del funcionario de Davivienda, en los horarios establecidos, los funcionarios deben empacar cada tipo de documentación en diferentes tulas que finalmente son entregadas al motociclista con el fin de ser transportadas a cada centro especializado, donde se realizarán los diferentes procesos que cada tipo de documento requiere.

Del mismo modo, la prestación del servicio actual contratado con la empresa outsourcing debe considerar el cumplimiento de los intervalos de tiempo que se encuentran determinados para cada oficina, los cuales definen la ruta a seguir y son establecidos por el Banco Davivienda, sin embargo se presentan tardanzas o sobre costos en el servicio por impuntualidad del motociclista o de la misma oficina, en consecuencia algún funcionario de la entidad bancaria debe llevar por sí mismo los documentos a cada centro especializado. Es por ello que se generan costos adicionales para el banco, como por ejemplo, el pago de horas extra a funcionarios, situación que lleva a replantear una responsabilidad en la falla del proceso, ya sea por parte de la empresa outsourcing o del mismo Banco.

Por otra parte, para la empresa outsourcing, los intervalos de tiempo definidos por el Banco para recolectar los documentos y las amplias distancias que deben recorrer los motociclistas, son las causantes de las fallas que se presentan actualmente en el proceso o de las tardanzas por parte de algunos motorizados.

Después del análisis del proceso se concluyó, que el presente trabajo tendrá como escenario la ciudad de Medellín, puesto que es la segunda ciudad de Colombia con mayor población y con más clientes para el Banco, después de Bogotá D.C, además en esta ciudad se dispone de un solo proveedor de servicios de recolección y transporte de títulos valores y correspondencia, lo que implica que son los únicos responsables del manejo de documentación. Por lo tanto, es de especial interés para el Banco estudiar el servicio actual prestado por la empresa outsourcing en el perímetro urbano de la ciudad, que cuenta con 51 oficinas de recaudo de cheques y correspondencia, en donde los motociclistas deben ir en intervalos de tiempo específicos a cada punto. Además, cada motociclista que se encarga de realizar la recolección de canje y correspondencia tiene un límite establecido de carga.

De acuerdo al problema presentado anteriormente, la pregunta de investigación es, ¿A partir del uso de herramientas de ingeniería industrial se podría diseñar una propuesta de mejoramiento que busque generar ahorros en términos de costos y/o tiempos en el proceso de recolección de documentos y títulos valores del Banco Davivienda S.A. en la ciudad de Medellín?

3. Objetivos

3.1 Objetivo general

Diseñar una propuesta de mejoramiento para el proceso de recolección y transporte de títulos valores y correspondencia del Banco Davivienda en la ciudad de Medellín a cargo de una empresa outsourcing, buscando mejorar en lo posible los tiempos de recolección, transporte y entrega, así como disminuir costos, evitar retrasos en los procesos bancarios

relacionados con la documentación recolectada y respetar las capacidades máximas de peso para cada motorizado.

3.2 Objetivos específicos

- Realizar un análisis logístico al proceso de recolección y transporte de títulos valores con el fin de identificar falencias y posibles mejoras del mismo.
- Formular el modelo de ruteo de los motociclistas que realizan la recolección y transporte de títulos valores y documentos en la ciudad de Medellín, a partir de los conjuntos, parámetros variables y restricciones del proceso.
- Establecer y desarrollar el método de solución del modelo de ruteo con ventanas de tiempo (VRPTW) y capacidad limitada (CVRP) de los motociclistas destinados al transporte de títulos valores y documentación en la ciudad de Medellín, con el fin de cumplir con las restricciones de tiempo y carga al 100%.
- Realizar el análisis de sensibilidad con el propósito de identificar los cambios en la función objetivo al realizar variaciones en los parámetros del sistema, y de esta forma evaluar diferentes instancias del problema.
- Realizar la evaluación financiera de la propuesta con el fin de evaluar el impacto que ésta genera en el Banco Davivienda S.A.

4. Marco teórico

¿Cómo se han abordado los problemas de ruteo? En particular muchos bancos usan el servicio de mensajería o carros mensajeros para recolectar o recoger cheques de tránsito o documentación para llevarlos a otros centros de operación. Este proceso genera costos para la empresa tales como, costos de operación, mantenimiento, mano de obra, entre otros.

Por la importancia de estos procesos es que Svestka (1976) trata por primera vez este problema en una aproximación de dos fases, en el cual con una programación dinámica busca maximizar el ahorro del tránsito de cheques y documentos y reducir los costos de la flota utilizada.

En estudios posteriores Hill (1977), Hill & McKenzie (1977), Hill & Whybark (1982), y Mabert & McKenzie (1980) han reportado un avance en el desarrollo de un algoritmo heurístico que busca la construcción de rutas con la particularidad de una parada por ruta y las paradas van siendo añadidas a las rutas en orden de maximizar la eficiencia.

Después, estudios más recientes por Hill, Mabert & Montgomery (1988) arrojaron cambios en la función objetivo donde la heurística muestra múltiples objetivos (función multiobjetivo) inherentes al problema. Haas & Zoltners (1977) desarrollaron una heurística agregando mayor cantidad de bancos a las rutas trazadas.

A partir de esto se debe tener claro el tipo de problema a solucionar, donde el proceso de recolección y transporte de documentos para el Banco Davivienda S.A. es realizado por un funcionario de una empresa outsourcing en motocicleta que tiene definidas unas rutas a partir de los intervalos de tiempo definidos, donde debe hacer la recolección de los documentos en cada oficina y transportarlo a diferentes centros especializados, este tipo de problema es llamado comúnmente VRP (Vehicle Routing Problem). Según González Vargas & González Aristizábal (2006) se debe tener conocimiento de diferentes variables para tratar este problema tales como:

- Recursos
- Cantidades
- Rutas a seguir

En la literatura este tipo de problema está relacionado con el problema del agente viajero (TSP, Traveling Salesman Problem), el cual puede ser definido de la siguiente forma:

Un agente debe realizar diferentes paradas para visitar a sus clientes que se encuentran ubicados en diferentes ciudades, luego de realizar la visita a sus cliente debe regresar a su ciudad donde inicio su viaje. Su representación se lleva a cabo mediante un gráfico en el cual se establecen los nodos y arcos o vértices. Los nodos representan las paradas a realizar o los clientes a visitar. Por su parte, los arcos, hacen referencia a las distancias entre ciudad y ciudad o entre clientes, por donde se puede movilizar el agente. Cabe aclarar que por el tipo de problema no es posible llegar a una solución óptima, por lo tanto es necesario tener en cuenta las diferentes variables y restricciones del problema específico basándose en las características de los clientes, su ubicación y el servicio que se está tratando en esta caso el transporte de documentos y canje.

Existen diferentes tipos del problema VRP (Vehicle Routing Problem) con variaciones, restricciones y objetivos. Se mencionarán algunos tipos de problemas definidos por González Vargas & González Aristizábal (2006) que se consideran importantes, con el propósito de identificar las características comunes entre estos y el problema que se plantea en el presente trabajo:

1. CVRP (Capacited VRP) Capacidad limitada en el vehículo:

El vehículo tiene una capacidad de transportar cierta cantidad de producto a los diferentes clientes o de recoger una cierta cantidad para volver al inicio de su recorrido.

2. MDVRP (Multi-Depot VRP) Múltiples depósitos:

Existen múltiples depósitos donde cada uno cuenta con una serie de vehículos que deben cumplir con los requisitos de todos los clientes.

3. PVRP (Period VRP) Ruteo por periodos:

El problema tiene en cuenta una cantidad determinada de días donde cada cliente debe ser visitado una vez en este tiempo.

4. SDVRP (Split Delivery VRP) Entrega dividida:

El problema tiene en cuenta que un cliente puede ser atendido por diferentes vehículos, si el costo generado por estos es menor a que fuera atendido por un solo vehículo, esto aplica generalmente si los pedidos requeridos por el cliente exceden la capacidad de un vehículo.

5. SVRP (Stochastic VRP) Componentes aleatorios:

Se refiere a un problema en el cual alguno de sus componentes son aleatorios; clientes, tiempos, demandas estocásticas, son algunos de los componentes tratados en este tipo de problema.

6. VRPPD (VRP Pickup and Delivery) Entrega y recogida:

El problema está referido a que existe una posibilidad de que algún cliente puede hacer la devolución de un artículo o bien, por lo tanto el problema debe tener en cuenta la capacidad del vehículo en el caso de que exista la devolución.

7. MFVRP (Mix fleet VRP) Vehículos con diferentes capacidades:

El problema es representado por una flota heterogénea en donde se debe tener en cuenta las características del vehículo, ya que un vehículo con una capacidad superior tendrá la posibilidad de realizar una ruta más extensa en donde sea la recepción o distribución de bienes o artículos.

8. VRPTW (VRP with time Windows) Ventanas de tiempo:

Se trata de un tipo de ruteo en el que se tiene una condición o restricción adicional donde cada cliente tiene asociada una llamada ventana de tiempo, lo que quiere decir que cada cliente solo puede recibir o entregar determinado producto en cierto periodo de tiempo determinado.

Por lo tanto el tipo de recolección y transporte de títulos valores tiene características del ruteo con capacidad limitada y con ventanas de tiempo.

A continuación se explicarán las principales metaheurísticas utilizadas para el desarrollo de este tipo de problemas, según la bibliografía revisada.

➤ **Colonia de Hormigas**

Entre 1940 y 1950 el entomólogo francés Pierre-Paul Grasse, se dedicó a observar el comportamiento de termitas y así descubrió que estos insectos reaccionan a los estímulos significantes llamados estimergia, la cual consiste en el tipo de comunicación que usan las hormigas según la satisfacción y logros que han alcanzado, a partir de ello se realizaron dos experimentos, el primero de ellos el experimento del puente binario y el segundo el experimento de Goss donde finalmente se concluyó que las Hormigas escogen el puente más corto cuando existe mayor rastro de feromona y las hormigas convergen hacia el mismo camino.

A partir de ahí se empieza a desarrollar los modelos de optimización de sistema de hormigas (sh) y del sistema de colonia de hormigas.

Sistema de Hormigas

- SH – densidad: emisión de feromona constante
- SH – cantidad: emisión de feromona dependiendo de la deseabilidad de la heurística
- SH – ciclo: deposición de feromona la cual se lleva a cabo una vez que la solución está completa
- Las hormigas siempre se ubican en el nodo inicial
- Ruteo→

$$\rho_{ij}^k = \begin{cases} \frac{[T_{ij}]^\alpha [\eta_{ij}]^\beta}{\sum_{l \in N_i^k} [T_{il}]^\alpha [\eta_{il}]^\beta} & \text{si } j \in N_i^k \\ 0 & \text{en otro caso} \end{cases}$$

- $n_{ij} = 1/d_{ij}$

α = importancia relativa de los rastros de feromona

β = importancia relativa a la información heurística

- Cada hormiga k tiene una memoria la cual contiene las ciudades visitadas y el orden respectivo
- Los rastros de feromona asociados a cada arco se evaporan reduciendo los rastros de feromona en un factor constante:

$$T_{ij} \leftarrow (1 - \rho) * T_{ij}$$

- ρ = tasa de evaporación

Todas las hormigas depositan feromona sobre los arcos que han elegido en su tour:

$$T_{ij} \leftarrow T_{ij} + \sum_{k=1}^m \Delta T_{ij}^k$$

Donde ΔT_{ij}^k es la cantidad de feromona que la hormiga k deposita en los arcos que ha visitado

$$\Delta T_{ij}^k = \begin{cases} \frac{Q}{L_k} & \text{si la hormiga } k \text{ usó el arco } (i, j) \text{ en su tour} \\ 0 & \text{en otro caso} \end{cases}$$

Donde Q es una constante y L_k es la longitud del tour construido por la k -ésima hormiga.

Intensificación

- q_0 = importancia de α
- q = cantidad de la nueva feromona
- Disminuir el valor de ρ
- Si $q \leq q_0$, explota el conocimiento disponible, eligiendo la mejor opción con respecto a la información heurística y los rastros de feromona

Diversificación

- q_0 = importancia de α
- q = cantidad de la nueva feromona
- Aumentar el valor de ρ
- Si $q > q_0$, se aplica una exploración controlada

➤ Tabu Search (Búsqueda Tabú)

La meta-heurística que fue atribuida a Fred W.Glover es la búsqueda Tabú, actualmente evidenciamos que la complejidad y la imprecisión de las decisiones en un problema específico se han vuelto intratables, ya que existen múltiples factores

cuantitativos y cualitativos que cambian constantemente y que influyen en la decisión de llegar a una solución óptima.

Teniendo en cuenta esto, se han desarrollado múltiples procedimientos heurísticos para acercarse a una posible solución de estos problemas, los cuales tendrán en cuenta las diferentes variables e interacciones que se dan entre ellas. En primera medida parten de una solución inicial, la mejoran progresivamente a partir de las diferentes iteraciones que se realicen y finalizan en el momento que no encuentran una solución mejor a la anterior.

Precisamente este es el objetivo de la búsqueda tabú, introducida por Fred Glover en 1989 a través de unos artículos publicados en la revista ORSA, es un método de búsqueda por así decirlo “inteligente” la cual se caracteriza por usar una estrategia en el uso de estructuras de memoria para no satisfacerse con los óptimos locales que entrega un espacio de soluciones sino continuar a una solución óptima.

La búsqueda tabú guía un procedimiento de búsqueda local para explorar el espacio de soluciones más allá del óptimo local, el procedimiento con el cual actúa la búsqueda tabú es usando la inteligencia artificial con base en estructuras simples, extraer información de lo sucedido y actuar en consecuencia. La meta-heurística búsqueda tabú permite avanzar a una nueva solución así no sea tan buena como la actual, para precisamente no caer en óptimos locales y entregar una solución apresurada.

La diferencia entre la búsqueda tabú y las demás meta-heurísticas es que como se dijo anteriormente es el uso de una memoria la cual tiene una estructura que se basa en una lista tabú y una serie de indicaciones para realizar el siguiente movimiento. En la lista tabú se guardan aquellas soluciones que no deben ser escogidas, aunque estas soluciones permanecen un tiempo en esta lista, ya que la memoria de la misma debe ser cambiante lo cual se realiza a partir de un criterio de aspiración para la lista, esto permite que se realice un movimiento por más de que el mismo este calificado como tabú.

Este criterio de aspiración se puede dar de diferentes formas:

- Aspiración por Default: Si todos los movimientos la meta-heurística los califica como tabú entonces la selecciona el movimiento por así decirlo menos tabú.
- Aspiración por Objetivo: Si un tipo de movimiento se satisface, permite que algún movimiento x sea un candidato para ser una posible solución.
- Aspiración por Dirección de Búsqueda: Si se realiza una búsqueda en una determinada dirección y al realizar un movimiento hacia esa dirección proporciona una mejora en la solución, así el movimiento actual sea un movimiento de mejora, el candidato para la solución es el que se encuentra hacia la dirección determinada.

La búsqueda tabú se caracteriza por el uso de estructuras de memorias las cuales le permiten a la meta-heurística no caer en soluciones locales sino ir en búsqueda de una aproximación al óptimo global, estas estructuras de memoria pueden ser:

- Explícita: Esta estructura almacena las soluciones completas a las diferentes iteraciones que se han realizado durante la búsqueda.
- De atributos: Esta estructura guarda información sobre algunos atributos de las soluciones pasadas que cambian al realizar una iteración y llegar a otra.

➤ **Grasp**

Grasp (Greedy randomized adaptive search procedures) es una metaheurística para problemas combinatorios con multi-inicio en la cual cada iteración consiste básicamente en dos fases: La fase de construcción (donde se construye una solución) y la fase de mejora. La fase de construcción construye soluciones factibles donde todos los puntos vecinos de la solución inicial son investigados hasta que un mínimo local es encontrado durante la fase de búsqueda local. La mejor solución sobre el resto es guardada como resultado.

Por lo general la fase de mejora consiste en mejorar la solución encontrada en la fase de construcción. Un algoritmo de búsqueda local trabaja o funciona bajo una búsqueda iterativa reemplazando cada vez la solución actual por una mejor solución en el vecindario de la solución actual, es decir que cuando no encuentra una mejor solución dentro de los puntos vecinos es decir en la búsqueda local el algoritmo finaliza.

La efectividad del procedimiento de una búsqueda local depende de diferentes aspectos como la estructura del vecindario, la técnica de búsqueda, la rápida evaluación de la función objetivo para determinar si es mejor de la ya obtenida o no. La fase de construcción juega un papel muy importante en relación a encontrar y construir una solución de alta calidad para la búsqueda local, la búsqueda en los puntos cercanos o vecindarios pueden implementarse bajo la estrategia de best-improving la cual consiste en que todos los barrios o vecindarios son investigados y la solución va siendo reemplazada por el mejor vecindario. Otra estrategia es la de first-improving la cual consiste en que la solución actual se mueve al primer vecindario de soluciones factibles, donde el valor de la función objetivo es más pequeña que la solución actual. En la práctica observamos que en muchas aplicaciones ambas estrategias son válidas y llegan a la misma solución final. Sin embargo, si queremos manejar tiempos más pequeños de corrida, se usa la estrategia de first-improving.

➤ **Algoritmo Genético**

Glover & Kochenberger (2003) manifiestan que el término algoritmo genético o mejor conocido universalmente como “GA” fue usado por primera vez por Holland (1975) cuyo libro “Adaption in natural and artificial systems” fue pieza clave para la investigación de métodos adaptativos que pueden usarse para resolver problemas de búsqueda y optimización y estos están basados en los procesos genéticos de los organismos vivos.

La influencia de Holland en el desarrollo de este tópico fue de gran importancia pero no fue el único en tocar el tema en este campo, muchos otros científicos desarrollaron ideas similares como Ingo Rechenberg y Hans-Paul Schwefel quienes en 1960 en Alemania desarrollaron la idea de “evolution strategie” o en la misma época en Estados Unidos los científicos Bremermann y Fogel desarrollaron la teoría llamada “evolutionary programming”. El común de estas ideas era usar la mutación y la selección para problemas de búsqueda y optimización pero desafortunadamente para esos años la tecnología no permitía que estos avances y progresos se llevaran a cabo en términos computacionales.

La investigación de operaciones empezó a mostrar resultados bajo algunas técnicas las cuales podrían brindar buenas soluciones mas no la óptima, estos avances se dieron bajo la búsqueda en el vecindario lo cual quiere decir que se generaban múltiples soluciones usando diferente tipo de combinaciones en los problemas de optimización.

El algoritmo genético trabaja bajo ciertas premisas las cuales son:

- A lo largo de las generaciones, las poblaciones evolucionan en la naturaleza
- Los Algoritmos Genéticos son capaces de ir creando soluciones para problemas del mundo real.
- La evolución de dichas soluciones hacia valores óptimos del problema depende en buena medida de una adecuada codificación de las mismas.

Características:

- Los Algoritmos Genéticos usan una analogía directa con el comportamiento natural. Trabajan con una población de individuos, cada uno de los cuales representa una solución factible a un problema dado.
- Luego de realizar un número de iteraciones con sus respectivas mutaciones se pueden llegar a encontrar soluciones óptimas para cierto tipo de problemas.

Pasos básicos para realizar un algoritmo genético:

1. Generación de la Población Inicial.
2. Evaluar la puntuación de cada uno de los cromosomas generados.
3. Selección (Padre y Madre).

4. Permitir la reproducción de los cromosomas siendo los más aptos los que tengan más probabilidad de reproducirse.
5. Mutar un gen del nuevo individuo generado.
6. Organizar la nueva población.

Además de la explicación de cada metaheurística es de vital importancia explicar diferentes casos donde se evidencia como se abordó este tipo de problema, y cuál fue la solución, con el fin de tener una vista más amplia del tema a trabajar:

El primer artículo fue trabajado por Pureza, Morabito, & Reimann (2012) el cual explica los problemas que tienen múltiples industrias en Brasil del sector de bebidas y tabaco para la distribución de los mismos en áreas urbanas altamente pobladas, por lo que no existe posibilidad de que el camión parquee en los múltiples establecimientos donde tiene que distribuir los productos. En el desarrollo del problema se tienen en cuenta diferentes variables que afectan el proceso logístico como lo son el tipo de distribución (recoger/recoger y entregar/ entregar), el tipo de producto que se transporta, las ventanas de tiempo especificadas por el cliente, capacidad permitida y tiempos entre otras. Todas las variables mencionadas previamente generan dificultades a la hora de realizar un ruteo, en especial las ventanas de tiempo las cuales crean penalidades si no se respetan, por lo que a raíz de esto se debe determinar el número ideal de transportadores a utilizar para cubrir toda la demanda por lo que el tipo de problema es denominado VRPTWMD (vehicle routing problem with time windows and multiple deliverymen).

El problema se abordó a través de la programación de una metaheurística donde se incluyeron la búsqueda tabú y colonia de hormigas permitiendo así minimizar el costo de un vehículo si este se dirige de un nodo i a un nodo j , minimizar el costo de una unidad transportada por un vehículo teniendo en cuenta la distancia entre nodos y si efectivamente esa unidad va ser transportada del nodo i al nodo j y minimizar el número de transportadores requeridos según el número de puntos a visitar. El resultado permitió reducir el número de transportadores, número de vehículos y reducir las distancias generando así ahorros en los costos involucrados en el vehículo como lo son gasto de gasolina, desgasto de llantas entre otros.

Otro problema que se estudio es el que trató (Tantavilca Paucar, 2009) que consiste en poder realizar la entrega de mercadería a las diferentes constructoras en Lima Perú, respetando los horarios establecidos de entrega por parte de las constructoras, para así evitar las penalizaciones impuestas o descuentos de compra por no cumplir los requisitos de tiempo de entrega. El problema es de tipo VRPTW (vehicle routing problem with time windows). El problema se desarrolló bajo un modelo de programación entera mixta y los resultados arrojaron que se logró minimizar los costos de transporte en un 29% y permitió determinar las nuevas rutas a tomar.

Finalmente González Vargas & González Aristizábal (2006) tratan una problemática que se relaciona con la necesidad de una empresa manufacturera de determinar la localización de una bodega de distribución para poder suplir toda la demanda de 53 diferentes puntos de consumo, lo que hace que el problema sea un ruteo de vehículos CVRP (Capacited VRP) el cual se trabaja con una demanda constante, una restricción de capacidad y una flota homogénea de vehículos. El problema se resolvió a través de una metaheurística de tabú search y Algoritmo genético logrando así determinar en cual punto según las rutas de distribución construir el mismo centro.

4.1 Alcance

Mejoramiento del proceso de recolección y transporte de canje y documentos del Banco Davivienda S.A en la ciudad de Medellín desde el abordaje del diseño de las rutas teniendo en cuenta la recolección en los 51 puntos, entrega en el centro especializado de canje y documentos, y aspectos ergonómicos de los motociclistas respetando las restricciones de capacidad. Él trabajó se realizara a través de una programación que permita obtener la mejor solución posible para el problema planteado, donde no se tendrá en cuenta el tráfico y el estado de las vías.

5. Diagnóstico Logístico

En la medida que se desea valorar, estudiar y evaluar un proceso, se debe iniciar identificando los principales problemas o falencias que presenta y aplicar diferentes herramientas con el fin de contribuir a la mejora de éste, ya que en un mundo tan cambiante ningún proceso es perfecto y siempre está sujeto a realizarle mejoras en distintos aspectos. Es así como en el caso del proceso de recolección y transporte de títulos valores y documentos, es relevante estudiarlo completamente según el alcance del trabajo, ya que pueden existir falencias en los procesos precedentes que influyen en los siguientes eslabones de la cadena de abastecimiento, tanto en áreas o departamentos del Banco Davivienda. Como se explicó anteriormente, los principales afectados son el departamento de crédito y el centro de canje.

En primera instancia, el departamento de crédito debe realizar el estudio de aprobación de créditos, para el cual debe avalar, investigar y estudiar al cliente, a partir de los documentos que son transportados por el motociclista encargado directamente del proceso estudiado. Además de esto, se envían novedades de clientes, novedades de funcionarios, solicitudes de clientes y diferentes documentos relacionados con este departamento.

Como se mencionó anteriormente, el centro de canje también está directamente involucrado con el proceso, pues su principal labor es hacer el estudio de cheques y títulos valores, que implican un gran porcentaje de los activos del Banco y con los cuales

éste puede realizar diferentes movimientos financieros que pretendan promover su crecimiento y estabilidad como organización. El proceso actual de canje tiene un tiempo establecido de 3 días hábiles, de forma que, si un motorizado no realiza la recolección de estos documentos en los horarios establecidos por el Banco, el resultado sería una mayor carga operativa y/o el aumento de la jornada laboral de los funcionarios que realizan el estudio, los cuales deben cumplir de manera obligatoria con el período de estudio establecido.

Los procesos que anteceden la recolección y transporte es el de la consignación de cheques y/o radicación de documentos en la oficina de servicio, en donde los documentos y títulos valores son guardados en diferentes tulas para la facilidad del proceso por parte del centro de operación especializado. Por lo anterior, es de gran importancia realizar un análisis del proceso actual por parte de los funcionarios del Banco Davivienda en la oficina, con el fin de que se cumpla con los períodos de tiempo establecidos para la recolección de los documentos a cargo de los motociclistas y de esa forma, garantizar el cumplimiento de los parámetros determinados por el área de canje y correspondencia.

5.1 Procesos Antecedentes

5.1.1 Proceso de canje

Roles involucrados: Cajero Oficina y Subdirector.

En primer lugar, el cajero debe recibir el depósito en cheque, verificar los datos de éste con los relacionados en el volante diligenciado por el cliente. Posteriormente, realizar la transacción seleccionando en la casilla de forma de pago “cheque” y dentro del campo el valor del mismo. Finalmente, procesar la transacción en el sistema (esto aplica para todo cheque), y marcar el cheque con los respectivos sellos, dependiendo del evento.

TABLA DE SELLOS DE CANJE		
<p>INSTRUCCIÓN: Después de realizar las verificaciones indicadas a los cheques, proceda a certificarlos de acuerdo con las siguiente tabla; tenga en cuenta que siempre debe ir el sello de "CANJE" o "REMESA", y los demás sellos adicionales según los posibles eventos que se indican.</p>		
EVENTOS	VALIDACIÓN	SELLOS
Cheque no tiene ninguna restricción, o tiene sello o leyenda en cualquiera de las dos caras con las posibles opciones: Cruzado	Verificar en el sistema que el titular de la cuenta a la que se va a consignar sea el mismo que aparece en el endoso como el último tenedor.	Se estampa el sello de: "CANJE" o "REMESA" Nota: Estos sellos son excluyentes entre sí, y siempre deben colocarse.
Cheque tiene sello o leyenda de negociabilidad restringida en cualquiera de las dos caras con las posibles opciones: "PAGUESE UNICAMENTE AL PRIMER BENEFICIARIO" "NO NEGOCIABLE" "NO ENDOSABLE" "PARA CONSIGNAR O COBRAR POR VENTANILLA AL PRIMER BENEFICIARIO" "PAGUESE O CONSIGNESE UNICAMENTE AL PRIMER BENEFICIARIO"	Verificar en el sistema que el titular de la cuenta a la que se va a consignar sea el mismo que aparece en el cheque.	Se estampa el sello de: "Primer beneficiario".
Cheque tiene sello o leyenda de negociabilidad restringida en cualquiera de las dos caras con las posibles opciones: "ABONO EN CUENTA DEL PRIMER BENEFICIARIO" "CONSIGNESE A NOMBRE DE (Nombre del titular de la cuenta)" "CONSIGNESE A LA CUENTA (Tipo y número de cuenta)"	Verificar en el sistema que el titular de la cuenta a la que se va a consignar sea el mismo que aparece en el cheque, verificar que el tipo y número de la cuenta sea el mismo que aparece en el cheque	Se estampa el sello de: "Abono en cuenta designada"
Cheque esta girado a favor de entidades Públicas-Oficiales (Distritales, Municipales, Departamentales, Nacionales). Los cheques de este tipo se consideran Fiscales y no son negociables.	Verificar en el sistema que el titular de la cuenta a la que se va a consignar sea el mismo que aparece en el cheque.	Se estampa el sello de: "Sello Fiscal".

Tabla 1: Sellos cheques para cada evento²

² Tomado de Intranet Davivienda.

RECOMENDACIONES PARA EVITAR DEVOLUCIONES EN CANJE ENVIADO POR CAUSALES IMPUTABLES AL BANCO
<p>Se debe verificar siempre que la cadena de endosos no se encuentre interrumpida. Los cheques girados a personas jurídicas deben tener el endoso y visto bueno del Representante Legal.</p> <p>Causal 23: Falta sello de canje: Se debe colocar siempre el sello de Canje o Remesa, que este sea legible (evitando que se estampe con mucha tinta o con muy poca tinta), se debe estampar el sello con la fecha correspondiente. Si por algun error es necesario anular el sello se debe estampar el sello de Levantamiento indicando el motivo.</p> <p>Causal 26 A: Certificación cheques fiscales: Se debe certificar el cheque de forma textual (tal como viene girado el título) y siempre se debe anotar el número de la cuenta.</p> <p>Causal 26 B : Certificación cheques primer beneficiario: Se deben validar las posibles leyendas que se indican en la tabla para certificar el cheque.</p> <p>Causal 26 C: Certificación cheques abono en cuenta designada: Se deben validar las posibles leyendas que se indican en la tabla para certificar el cheque.</p> <p>Importante: Todo cheque que se encuentre aclarado al respaldo debe tener en la parte frontal superior derecha escrito a lápiz el valor real, de la misma forma estar sumado en la hoja de ruta. Revisar que el cheque siempre tenga escrito el número de producto al cual va a ser consignado, si tiene mas de un número se debe resaltar el correcto.</p>

Ilustración 1: Recomendaciones para evitar devoluciones en canje enviado por causales imputables al banco³

En el momento del cuadro de estos documentos y teniendo en cuenta los recorridos definidos para cada oficina, los cuales se encuentran relacionados en el Anexo 1 (matriz de recorridos), los cajeros en primera medida deben verificar que la suma en cantidad y valor de los documentos que presentan en sus cajas 15 minutos antes a la primera hora establecida para que el motociclista realice la recolección (ver Anexo 2: Matriz ventanas de tiempo), corresponda al código definido por el Banco para corroborar esta información, confirmando que las transacciones timbradas sean correctas, tanto físicamente como electrónicamente. Así las cosas, se procede a efectuar el timbre de canje enviado, en el que se debe relacionar en diferentes campos, los siguientes valores:

- Número de cédula del cajero
- Código Oficina
- Número de cheques enviados
- Valor resultante de la suma de los cheques enviados

Al realizar la confirmación de la transacción, se debe proceder con la entrega de los cheques al subdirector de oficina cinco minutos antes a la primera hora establecida para que el motociclista realice la recolección, con el respectivo documento (hoja de ruta), que relaciona cantidad de cheques enviados, recorrido y valor resultante de la suma de los cheques enviados, y de esa manera el subdirector realice un nuevo documento relacionando la cantidad total de cheques enviados por la oficina y digitando la etiqueta asociada a la bolsa de seguridad, donde se envían éstos y el zuncho que finalmente cerrará y asegurará esta bolsa para proceder con la entrega al motociclista. Todos los valores ingresados dentro de la hoja de ruta entregada por el subdirector deben ingresarse en el sistema, con el fin de tener control del canje enviado.

³ Tomado de Intranet Davivienda.

Es así como todo este proceso debe estar listo 1 minuto antes de que el motorizado realice la recolección, basándose en la primera hora del intervalo para la recolección, ya que se debe relacionar en la planilla de control de envío el número de la etiqueta de la bolsa entregada a éste y el zuncho con el cual fue sellada o asegurada.

5.1.2 Proceso documentación

Una vez los motociclistas han llegado a las oficinas del Banco Davivienda deben, además de recibir el canje enviado por parte del subdirector, recolectar los documentos para el envío según la clasificación previamente establecida por el Banco, este grupo de documentos tramitados corresponde a las transacciones del día, sean monetarias o no monetarias.

Esta recolección de documentos corresponde a la tula verde la cual es de vital importancia para el Banco, puesto que afecta procedimientos previos y posteriores por la importancia de los documentos, ésta debe ser llenada tanto por operaciones monetarias como no monetarias, las cuales deben ser remitidas al día siguiente de la fecha de la transacción. Aparte de esto, las consignaciones en efectivo efectuadas en talonario y los formatos de solicitud de efectivo deben ser enviados con el movimiento de la oficina. Dentro de esta tula también están asignados los documentos de transferencias internacionales.

Por otro lado, los documentos de recaudos empresariales, contratos de apertura y registro de firmas corresponden a la tula amarilla y son los documentos de clientes con los cuales existen convenios para el trámite de operaciones de recaudo o pago y los contratos de apertura y/o las novedades de registros de firmas. A continuación, se explicará la importancia de estos documentos y qué procedimientos se deben acatar.

- Los recaudos empresariales normales realizados por el formato único deben separarse de los documentos de movimiento de la oficina (tula verde).
- Todos los documentos empresariales deben clasificarse, empacarse y enviarse el mismo día.
- Los movimientos de tipo empresarial deben ser clasificados por tipo y contados coincidiendo con las cifras del cuadro empresarial, para posteriormente empacarse y enviarse.
- En la tula amarilla se deben empacar las declaraciones de las operaciones en efectivo (movimientos en efectivo superior a \$10.000.000) y documentos por grupo – recaudo empresarial.
- Los documentos del recaudo empresarial también van en la tula amarilla, pero en la sección identificada como desglose.

Cabe señalar que los documentos de crédito a personas naturales como solicitud de crédito (solicitud de crédito hipotecario, de vehículo o de consumo), tienen asignada la tula naranja y los de crédito a personas jurídicas en la tula azul oscura. Los documentos

con relación a los comprobantes de consignación y venta tramitados por los establecimientos afiliados a los sistemas de tarjeta de crédito van dentro de la tula azul agua marina y se llevan documentos tales como fotocopias de los documentos de identidad del cliente, copia del Rut o copia del certificado de la cámara de comercio, entre otros.

Los documentos de correspondencia hacen referencia a soportes de reclamaciones de operaciones del pasivo, fraudes u oficios originales de los diferentes entes externos. Cabe resaltar que el trato de estos documentos debe ser de especial atención, ya que si se presentan los documentos con alteraciones el Banco incurrirá en sanciones económicas.

De esta manera, una vez que las tulas han sido llenadas por los funcionarios de las diferentes áreas de la oficina, se diligencia el formato de relación de envío de documentos y se registra la cantidad de éstos que han sido enviados en cada grupo documental. En el evento que no haya documentos o tulas para determinados grupos, se diligencian los campos del formato con ceros y si se desea hacer alguna observación, también se cuenta con el espacio para hacerlo. Después de esto, es necesario ingresar todas las bolsas o tulas dentro de la tula única, de acuerdo al grupo de oficinas al cual pertenezca y al tipo de recorrido. Posteriormente, se cierra la tula única con la cinta de seguridad (zuncho), se identifica al funcionario de la firma encargada de transportar los documentos, se le solicita una firma para corroborar la entrega de éstos y el horario de envío.

Para verificar los diferentes horarios de recorrido establecidos por el banco para cada oficina, ver Anexo 1.

A partir de la propuesta desarrollada en este trabajo de grado, se busca que los motociclistas después de la recolección establecida en cada una de las oficinas, transporten todos los documentos a un único centro especializado, donde se realizarán los respectivos trámites y estudios de los mismos, involucrados en el proceso.

Además de lo anterior, se deben evaluar los diferentes valores, tanto esperados como especificados del proceso, con el fin de llegar a un diagnóstico más profundo sobre las falencias presentadas en éste.

5.2 Valores Esperados

El valor esperado es aquel que el cliente espera de determinado servicio o producto, es decir, son sus expectativas respecto a lo que va a recibir. En este caso, los valores esperados del servicio de recolección y transporte de títulos valores y documentos son dados por parte del departamento de operaciones de efectivo y canje y el departamento de documentación.

A continuación se presentan los valores esperados dados por parte del Banco Davivienda S.A.

VALORES ESPERADOS	CALIFICACIÓN
Cumplimiento con los tiempos establecidos para la recolección	5
Buen trato de los documentos	4,5
Responsabilidad por parte de los motorizados	4,2
Costo del servicio	4
Sentido de pertenencia hacia el proceso	3,3
Amabilidad por parte del Motorizado con los funcionarios del banco	3

Tabla 2: Valores esperados

Se toma una calificación de 1 a 5 donde 1 es la calificación más baja y 5 la más alta, a continuación se presenta la tabla de calificación.

Criterio	Calificación
Muy Importante	5
Bastante Importante	4
Importante	3
Poco Importante	2
Sin Importancia	1

Tabla 3: Criterio de calificación

5.3 Valores especificados

Los valores especificados que serán presentados a partir del modelo planteado para la propuesta de mejoramiento del proceso de recolección y transporte de títulos valores y documentos son los siguientes.

- Cumplimiento del 100% de la demanda de los 51 puntos del área urbana de la ciudad de Medellín.
- Cumplimiento con los horarios de recolección establecidos para cada una de las oficinas de Davivienda S.A.
- Respetar la capacidad máxima de los motociclistas para así evitar lesiones músculo esqueléticas y a su vez tener en cuenta las condiciones ergonómicas del motociclista.
- Tener especial cuidado con los documentos y cheques para no incurrir en posteriores costos.
- Proporcionar un menor costo involucrado en el proceso, teniendo en cuenta los costos variables (gasolina) y costos fijos (salario del número de empleados a contratar para cubrir el 100% de la demanda y el valor de compra y adquisición de las motocicletas).

5.4 Diagrama general cadena de abastecimiento proceso actual

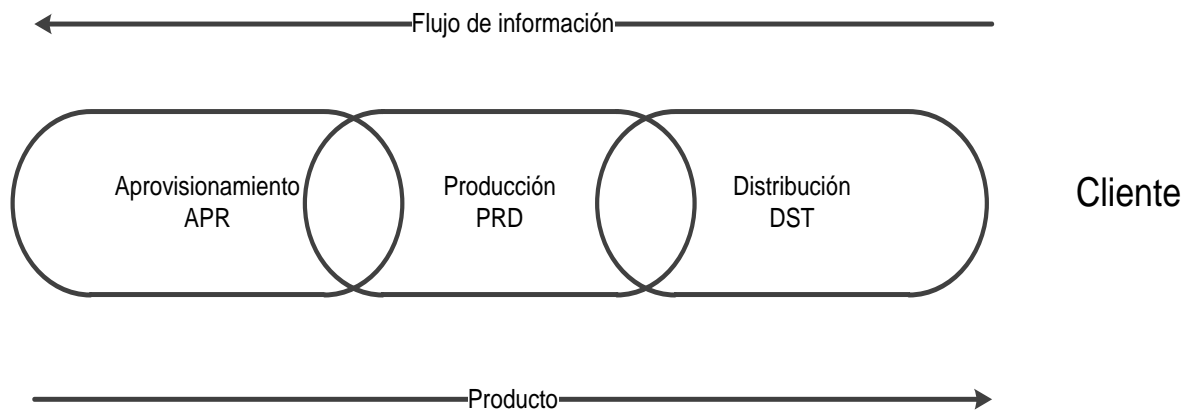


Ilustración 2: Diagrama general cadena de abastecimiento

Aprovisionamiento (APR):

1. Captación de clientes.
2. Recepción de clientes en las diferentes oficinas.
3. Interés de los clientes por obtener algún producto o servicio que preste el banco.
4. Necesidad de los clientes por realizar algún tipo de pago en la modalidad cheque.

Producción (PRD):

1. Ingresar valores al sistema (realizar pagos).
2. Recolección de documentos para estudios posteriores.
3. Consolidación de recaudo.
4. Estudio de créditos.
5. Desembolso de fondos en las cuentas o créditos donde fueron consignados los recursos.

Distribución (DST):

1. Recolección de documentos y títulos valores por parte de los motorizados en los diferentes puntos de servicio.
2. Transporte de los mismos al centro de procesamiento.
3. Envío de información a través de medios electrónicos y telefónicos.

5.5 Diagrama de Bloques proceso actual

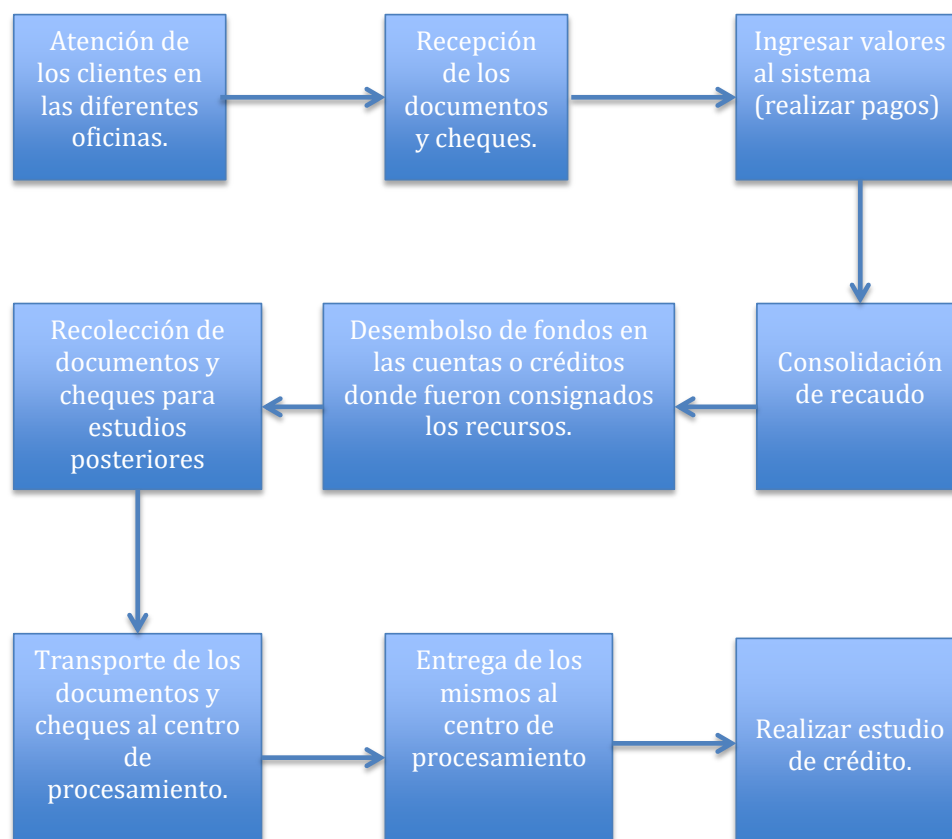
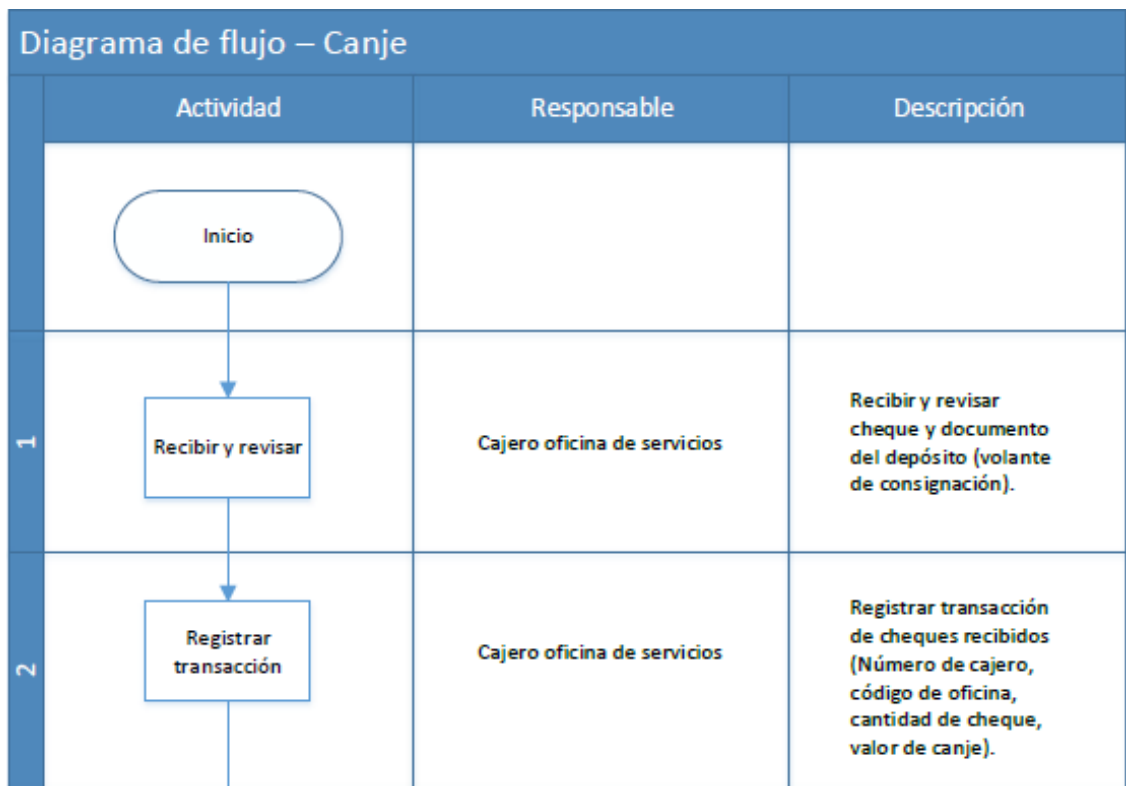
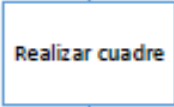
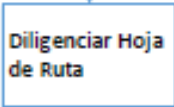
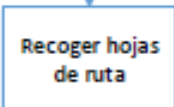
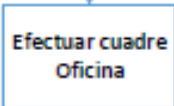
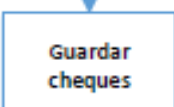
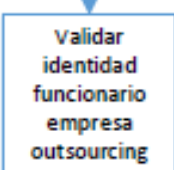


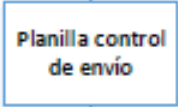
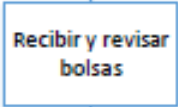
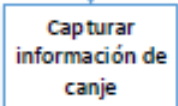
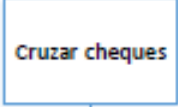
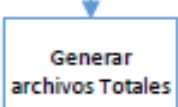
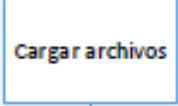
Ilustración 3: Diagrama de bloques proceso recolección

En el diagrama anterior se presenta a grandes rasgos la manera en que actualmente se está realizando el proceso de recolección y transporte de títulos valores, el cual se explicará más detalladamente a través de los diagramas de flujo del proceso de recolección y transporte.

5.6 Diagrama de flujo – Canje



3	 <p>Realizar cuadre</p>	Cajero oficina de servicios	Realizar cuadre de cheques recibidos.
4	 <p>Diligenciar Hoja de Ruta</p>	Cajero oficina de servicios	Diligenciar y estampar hoja de ruta.
5	 <p>Recoger hojas de ruta</p>	Subdirector oficina de servicios	Recoger hoja de ruta elaboradas por los cajeros y diligenciar Hoja de Ruta Resumen de la oficina (Consolidada).
6	 <p>Efectuar cuadre Oficina</p>	Subdirector oficina de servicios	Efectuar cuadre de la Oficina y registrar zuncho y bolsa.
7	 <p>Guardar cheques</p>	Subdirector oficina de servicios	Recoger los paquetes de cheques de cada cajero y guardar en la bolsa de transporte de documentos junto con la hoja de ruta Resumen.
8	 <p>Validar identidad funcionario empresa outsourcing</p>	Subdirector oficina de servicios	Validar la identidad del funcionario de la empresa transportadora contra la relación de funcionarios autorizados y entregar bolsa de transportes de documentos.

9		Subdirector oficina de servicios	Elaborar planilla Control de Envío de Correspondencia y canje y obtener firma del funcionario de la transportadora.
10		Outsourcing de procesamiento de Cheques y Documentos	Recibir y revisar bolsas de transporte de documentos (Número de bolsa y zuncho contra archivo plano).
11		Outsourcing de procesamiento de Cheques y Documentos	Destapar bolsas y capturar información de cada cheque recibido, Hoja de Ruta Canje Local y Hoja de Ruta Resumen de la oficina.
12		Outsourcing de procesamiento de Cheques y Documentos	Cruzar los cheques recibidos contra la Hoja de Ruta Canje Local y Hoja de Ruta Resumen de la Oficina.
13		Outsourcing de procesamiento de Cheques y Documentos	Generar archivos Totales por Oficina y Totales por Banco para entregar al Centro de Canje.
14		Analista de Canje - Centro de Canje	Cargar archivos Canje Enviado Totales por Oficina y Canje Enviado Totales por Banco y ejecutar la opción de cuadro.

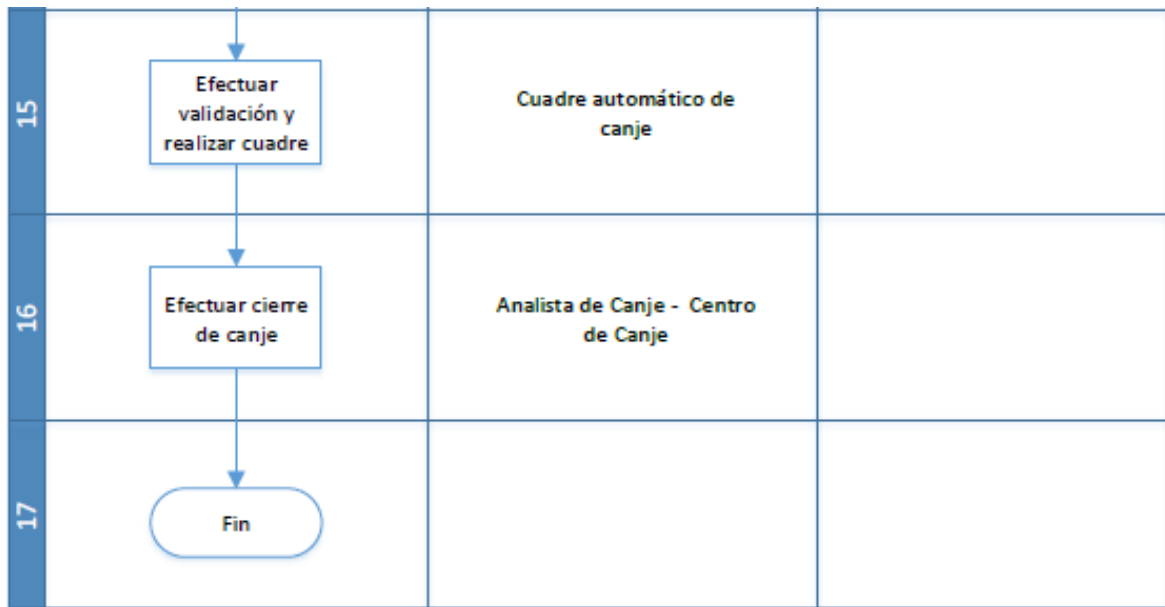


Ilustración 3: Diagrama de flujo - Canje

5.7 Recolección y Transporte

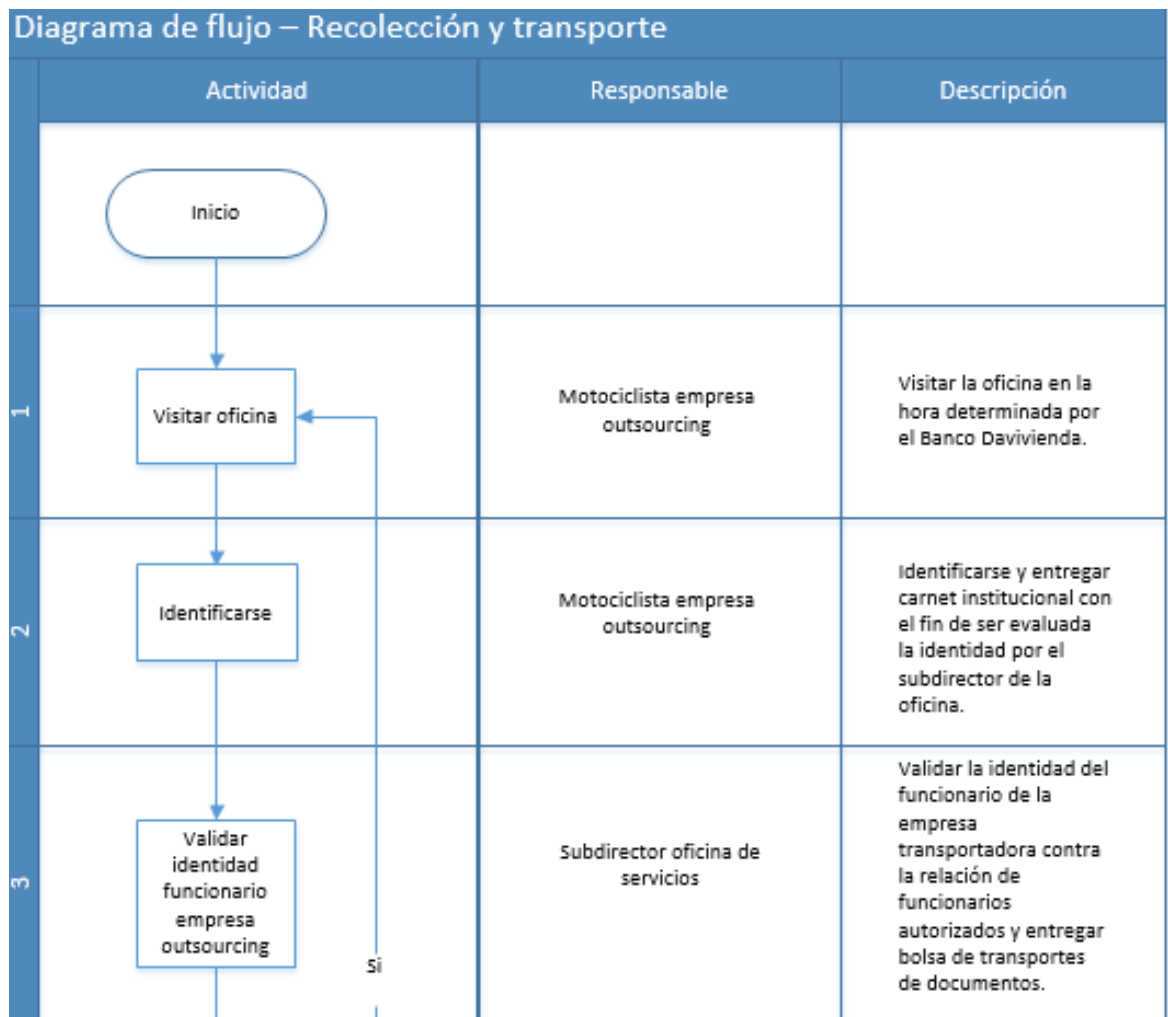
Como se ha mencionado anteriormente, en primera instancia, el Banco Davivienda junto con la empresa outsourcing determinan un tiempo de atención (recolección en cada una de las oficinas), según las necesidades de la entidad financiera, el cual está determinado por cuatro recorridos o jornadas diarias, al finalizar cada uno de estos recorridos, los motociclistas deben volver al centro especializado, después de realizar cada una de las rutas asignadas para entregar los documentos y títulos valores, con el fin de realizar sus respectivos trámites y operaciones, de vital importancia para el Banco.

Cada uno de estos recorridos tiene una hora determinada para que los motociclistas regresen el canje en el centro especializado, esto es debido a que el Banco de la República obliga a las todas las entidades financieras a entregar los cheques que son recolectados en el día con la mayor anterioridad posible. A continuación, se presentan las horas establecidas para retornar el canje.

Recorrido	Hora de Entrega del canje
Mañana	1:00:00 p.m.
Tarde	4:00:00 p.m.
Noche	7:00:00 p.m.

Tabla 4: Hora de entrega del canje por recorrido

5.7.1 Diagrama de Flujo - Recolección y Transporte



4	<p>Entrega de títulos valores y documentación</p>	Subdirector oficina de servicios	Entregar títulos valores y documentos al motociclista de la empresa outsourcing
5	<p>Firmar planilla control de envío</p>	Motociclista empresa outsourcing	Realizar recolección de títulos valores y documentos en la oficina de servicio.
6	<p>Tiene otra ruta asignada</p> <p style="text-align: center;">No</p>	Motociclista empresa outsourcing	
7	<p>Dirigirse a centro especializado</p>	Motociclista empresa outsourcing	
8	<p>Entregar documentación y títulos valores</p>	Motociclista empresa outsourcing	Realizar entrega a outsourcing de procesamiento de Cheques y documentos

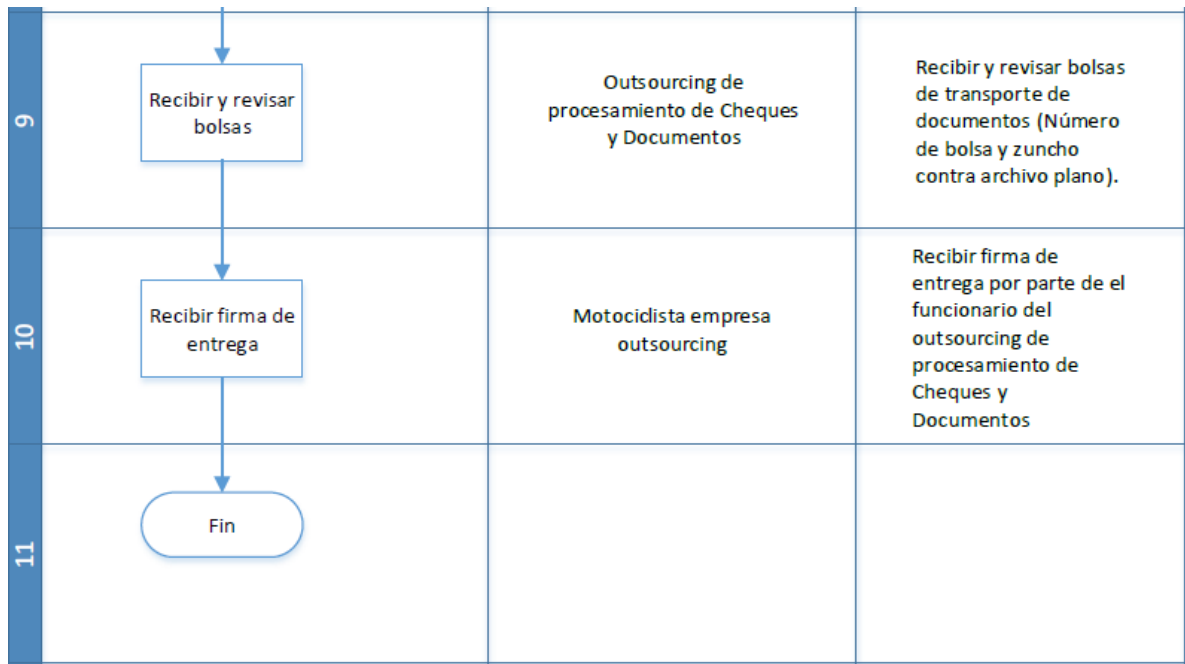


Ilustración 5: Diagrama de flujo - Recolección y transporte

5.8 Diagnóstico

A partir de la información entregada anteriormente, se procedió a realizar una matriz DOFA (Matriz de debilidades, Oportunidades, Fortalezas y Amenazas), con el fin de identificar posibles mejoras en el proceso.

DEBILIDADES	OPORTUNIDADES
1. Ineficiencias en la preparación y entrega del canje y documentos , el cual tarda 5 minutos y debería ser tan sólo 2 minutos.	1. Unificación de recorridos de una misma oficina en un 4% del total de las oficinas.
2. Heterogeneidad en la flota de motocicletas , las características de las motos con las cuales se hace el proceso actualmente cuentan con diferentes especificaciones técnicas, lo que implica que no existe un mismo tipo de medición en el estudio del proceso.	2. Ampliación en los horarios de atención , Por las condiciones actuales, se pueden modificar las ventanas de tiempo del 9.23% de las oficinas que cuentan con la misma hora de llegada.
3. Ineficiencia en los recorridos , en 3.85% de las oficinas se presentan recorridos innecesarios donde no hay un tiempo considerable entre recolecciones.	3. Crecimiento , el sector financiero tendría un crecimiento de 5,7% para el 2014, lo que podría implicar un incremento en el número de oficinas de servicio. ⁵
FORTALEZAS	AMENAZAS
1. Confianza con el proveedor , gran credibilidad con la empresa outsourcing por su larga trayectoria y posicionamiento en el mercado, teniendo aproximadamente el 60% de éste.	1. Reclamos y Quejas , se presentan aproximadamente 3.07% de reclamos al mes sobre las visitas realizadas por parte de la empresa outsourcing a causa de la tardanza o no entrega de los documentos y títulos valores.
2. Alianzas estratégicas , la empresa outsourcing encargada del proceso de recolección y transporte de títulos valores y documentos es la misma que realiza el proceso de recolección de valores, el cual es significativamente más costoso, lo cual genera un beneficio para el Banco a la hora de realizar alguna negociación.	2. Entrega errónea de documentos , debido a que el proceso de recolección y transporte de títulos valores se hace por parte de una empresa outsourcing, quien atiende el 60% de las entidades bancarias, en este aspecto, es posible que confunda los documentos o cheques de una entidad con la otra.

Ilustración 5: Matriz DOFA Proceso actual de recolección y transporte de títulos valores y correspondencia

⁵ (El Universal)

A partir de la matriz DOFA, la información detallada de cada uno de los procesos y verificado cada uno de los horarios de recolección y entrega de documentos y títulos valores se logra evidenciar ciertos factores que generan un sobre costo en todo el proceso de recolección y transporte de canje y documentos en la ciudad de Medellín. Uno de estos, son las repetidas visitas a un punto en un intervalo corto de tiempo. Por esto, con autorización del responsable del proceso de canje en el Banco Davivienda, se decidió unir diferentes recolecciones (puntos tocados) en determinadas oficinas, en las que no existía un tiempo considerable entre una recolección y la otra, y además, teniendo en cuenta que las unificaciones no afectan el resultado final del proceso.

A continuación, se presentan las oficinas en las cuales se realizaron uniones en las recolecciones. Para facilidad del lector, los recorridos originales se encuentran en color amarillo, y en color blanco, los recorridos modificados:

Primera oficina – Punto especializado del tránsito:

4	PUNTO ESPECIALIZADO DEL TRÁNSITO	17:10:00	17:45:00
4	PUNTO ESPECIALIZADO DEL TRÁNSITO	17:30:00	

Tabla 5: Unificación de puntos oficina 4

Segunda Oficina – Ayacucho:

22	AYACUCHO	16:20:00	17:25:00
22	AYACUCHO	17:15:00	

Tabla 6: Unificación de puntos oficina 22

Tercera Oficina – La estación:

28	LA ESTACION	16:30:00	17:30:00
28	LA ESTACION	17:00:00	

Tabla 7: Unificación de puntos oficina 28

Cuarta Oficina – Visitación:

30	VISITACION	16:40:00	17:35:00
30	VISITACION	17:20:00	

Tabla 8: Unificación de puntos oficina 30

Quinta Oficina – La América:

31	LA AMERICA	17:05:00	17:30:00
31	LA AMERICA	17:20:00	

Tabla 9: Unificación de puntos oficina 31

Estas uniones representan un gran ahorro en términos monetarios, ya que al no tener que visitar un punto se ahorra el costo del punto tocado más el ahorro generado por el consumo de gasolina. En este caso específico el ahorro generado al año se dará por cinco puntos que no será necesario visitar, por los días hábiles del mes, por los meses del año lo que representa un valor de \$ 6.240.000 COP.

Después de realizar el diagnóstico, además de identificadas las oficinas que permitían unificar dos visitas cuando había un tiempo insignificante entre las horas de recolección, se identificó una posible mejora en el proceso, específicamente en la preparación y entrega de los documentos y cheques a los motociclistas. Actualmente en el proceso, la preparación, entrega y empaque tiene un tiempo aproximado de tres a cinco minutos generando así, un retraso para los motociclistas a la hora de visitar la siguiente oficina. Este tiempo de preparación es la principal causa de los reclamos y quejas por parte de la empresa outsourcing que corresponden a situaciones como, el motociclista llega a la oficina y al no tener los funcionarios de ésta el canje y/o los documentos preparados, el motociclista debe irse después de esperar el tiempo permitido (5 minutos).

Para asegurarse que no se presenten estas fallas se capacitará al personal implicado en la operación de todas las oficinas involucradas en el proceso, esta capacitación (ver Anexo 9: Capacitación) se realizará a través de la plataforma interna del Banco Davivienda llamada Eureka y se tratarán temas como los pasos adecuados a seguir para preparar el canje y los documentos (a grandes rasgos), horarios de visita, etc. Con la capacitación se espera asegurar que los involucrados por parte del Banco Davivienda cumplan con los horarios establecidos y asegurarse que el tiempo que duraba la preparación y entrega, pase de cinco minutos a un minuto, reduciendo este valor entre un 66% a un 80%. Las siguientes son las características generales de la capacitación:

Periodicidad	Trimestral
Dirigido a	Subdirectores, Cajeros e Informadores de oficina
Ciudad	Medellín
Plataforma Utilizada	Eureka
Tipo de capacitación	Certificación trimestral

Tabla 10: Características capacitación realizada al Banco Davivienda S.A.

Finalmente, se realizará una heurística con el fin de generar una mejora en el proceso de transporte, con lo que se evaluarán los parámetros actuales y se buscará disminuir los costos generados actualmente por la contratación de la empresa outsourcing a partir de una nueva ruta a realizar.

6. Desarrollo del modelo matemático

En el presente capítulo se pretende representar la situación actual del proceso de recolección y transporte de títulos valores y documentos, bajo un modelo matemático el cual contempla las diferentes variables, parámetros y restricciones que tiene el proceso actualmente, enfocándose en el modelo CVRPTWMD.

En el problema de CVRPTWMD (Capacited vehicle routing problem with time windows and multiple delivery men), se busca definir una ruta que procure generar un menor costo en relación al actual, con el fin de satisfacer todos los pedidos de la demanda. Cada ruta es atendida por diferentes motorizados, los cuales tienen una cierta capacidad de carga (peso) que debe ser respetada. Además de esto, todos los motorizados parten de un mismo punto a realizar las distintas rutas (centro de procesamiento de cheques y documentos). Las decisiones como, la selección apropiada de los parqueaderos de las motos son previamente elegidas antes de determinar las rutas, y los tiempos u horarios de servicio son establecidos bajo parámetros en la computación del problema (tiempos establecidos por el Banco Davivienda S.A).

De esa manera, el problema está sujeto a que toda la demanda de un punto debe ser atendida por un solo motorizado en un intervalo de tiempo determinado (ventanas de tiempo).

Como principal objetivo del problema, se buscará minimizar el costo generado a partir de la realización de este proceso (recolección y transporte de títulos valores y documentos), de acuerdo a variables tales como, el tamaño de la flota y los kilómetros recorridos, asignando el menor número de motorizados necesarios para cubrir todos los puntos de Davivienda en la ciudad de Medellín, seguido por la distancia total recorrida por estos (costos variables).

Finalmente, el presente modelo analiza únicamente la demanda de un día, ya que ésta es constante para todos los días hábiles del año, sin embargo el valor de la función objetivo es anual.

6.1 Características específicas del modelo:

- La flota de motocicletas es homogénea.
- La velocidad promedio es de 34 kilómetros por hora en la ciudad de Medellín.

- Todos los individuos devengan el mismo salario.
- No se considera el tráfico ni estado de las vías en la ciudad de Medellín de acuerdo al alcance propuesto.
- El peso de los documentos entregados al motociclista, es el mismo para cada oficina.
- Se considera que dentro del peso promedio se incluye el equivalente a la tula.

6.2 Formulación matemática

6.2.1 Conjuntos

I: Oficinas de partida Davivienda Medellín $\{1, 2, 3, \dots, i\}$

J: Oficinas de llegada Davivienda Medellín $\{1, 2, 3, \dots, j\}$

K: Motociclistas $\{1, 2, 3, \dots, k\}$

L: Recorrido $\{1, 2, 3, \dots, l\}$

R: Rutas $\{1, 2, 3, \dots, r\}$

6.2.2 Parámetros

DH: Días hábiles en el año.

N: Número máximo de motos en la flota.

C: Costo de kilometro recorrido por galón (gasolina).

S_k: Salario del motociclista *k* anualmente.

SC: Salario del coordinador anualmente.

Cm: Costos y gastos anuales generados por la operación de transporte.

Q: Capacidad máxima del motorizado en kilogramos.

P_j: Peso promedio de los documentos entregados por la oficina *j*.

D_{ij}: Distancia de la oficina *i* a la oficina *j*.

A_{jl}: Llegada más temprano a la oficina *j* realizando el recorrido *l*.

B_{jl} : Llegada más tarde a la oficina j realizando el recorrido l .

O_{jl} : Matriz de activación para la oficina j en el recorrido l .

TR_{ij} : Tiempo de recorrido de la oficina i a la oficina j .

TA : Tiempo de atención en oficinas.

H : Jornada diaria en minutos.

6.2.3 Variables de decisión

6.2.3.1 Variables Binarias

X_{ijklr} : $\begin{cases} 1 & \text{si viaja de la oficina } i \text{ a la oficina } j \text{ el motociclista } k \text{ a hacer el recorrido } l \text{ en la ruta } r \\ 0 & \text{de lo contrario} \end{cases}$

Y_k : $\begin{cases} 1 & \text{si el motorizado } k \text{ es utilizado} \\ 0 & \text{de lo contrario} \end{cases}$

Z_{kr} : $\begin{cases} 1 & \text{si el motorizado } k \text{ es utilizado en la ruta } r \\ 0 & \text{de lo contrario} \end{cases}$

6.2.3.2 Variables Enteras

T_{jklr} : Tiempo acumulado en la oficina j por parte del motorizado k en el recorrido l realizando la ruta r

W_{jkl} : Peso acumulado que carga el motociclista k , en el recorrido l de la oficina j en la ruta r

$Tmax_{jk}$: Tiempo máximo acumulado del motociclista k en la oficina j

6.2.4 Función objetivo

$$(6.1) \text{ Min } z = DH \left\{ C \sum_i \sum_j \sum_k (X_{ijklr} * D_{ij}) \right\} + \left\{ (S_k + Cm) * \sum_k Y_k \right\} + SC$$

6.2.5 Restricciones

$$(6.2) W_{jklr} \leq Q; \forall j \in J, \forall k \in K, \forall l \in L, \forall r \in R$$

$$(6.3) W_{aklr} + X_{ijklr} \cdot P_j - (1 - X_{ijklr}) \cdot M \leq W_{jklr}; \forall a \forall j \in J, \forall k \in K, \forall l \in L, \forall r \in R; i = a, i \neq j, a \neq 1$$

$$(6.4) \sum_r X_{ijklr} \leq 1; \forall i \in I, \forall j \in J, \forall k \in K, \forall l \in L; i \neq j$$

$$(6.5) \sum_i \sum_l X_{ijklr} \leq 1; \forall j \in J, \forall k \in K, \forall r \in R$$

$$(6.6) \sum_{i \neq j} \sum_j \sum_l \sum_r X_{ijklr} \leq Y_k \cdot N; \forall k \in K$$

$$(6.7) \sum_{\substack{b \neq 1 \\ b \neq a}} \sum_l X_{abklr} \cdot M \geq \sum_i \sum_{\substack{j \neq i \\ j \neq 1}} \sum_l X_{ijklr}; \forall k \in K, \forall a \in I, \forall r \in R; a = 1$$

$$(6.8) \sum_{i \neq j} X_{ijklr} - \sum_{b \neq a} X_{abklr} = 0; \forall a \in I, \forall j \in J, \forall k \in K, \forall l \in L, \forall r \in R; a = j, j \neq 1, a \neq 1$$

$$(6.9) \sum_{i \neq j} \sum_k \sum_r X_{ijklr} = 0_{jl}; \forall j \in J, \forall l \in L; j \neq 1$$

$$(6.10) \sum_{\substack{j \neq i \\ j \neq 1}} X_{ijklr} - \sum_{\substack{a \neq 1 \\ a \neq b \\ b = 1}} X_{abklr} = 0; \forall b \in J, \forall i \in I, \forall k \in K, \forall l \in L, \forall r \in R; b = 1, i = 1$$

$$(6.11) \sum_{j \neq i} \sum_k \sum_l X_{ijklr} \geq 1; \forall i \in I, \forall r \in R; i = 1, r = 1$$

$$(6.12) A_{jl} - \left(1 - \sum_{\substack{i \neq j \\ j \neq 1}} X_{ijklr}\right) \cdot M \leq T_{jklr}; \forall j \in J, \forall k \in K, \forall l \in L, \forall r \in R$$

$$(6.13) B_{jl} + \left(1 - \sum_{\substack{i \neq j \\ j \neq 1}} X_{ijklr}\right) \cdot M \geq T_{jklr}; \forall j \in J, \forall k \in K, \forall l \in L, \forall r \in R$$

$$(6.14) X_{ajklr} \cdot TR_{aj} \leq T_{jklr}; \forall a \in I, \forall j \in J, \forall k \in K, \forall l \in L, \forall r \in R; a = 1; j \neq a; r = 1$$

$$(6.15) T_{bklr} + X_{ijklr} \cdot TR_{ij} - \left(\left(1 - X_{ijklr}\right)M\right) \leq T_{jklr}, \forall b \forall j \in J, \forall i \in I, \forall k \in K, \forall l \in L, \forall r \in R; i \neq j, b \neq 1, b \neq i$$

$$(6.16) T_{bklr-1} + X_{ajklr} \cdot (TR_{aj} + TA) - \left(1 - X_{ajklr}\right) \cdot M \leq T_{jklr}; \forall a \in I, \forall j \forall b \in J, \forall k \in K, \forall l \in L, \forall r \in R; r \neq 1, b = a, j \neq a, b = 1$$

$$(6.17) T_{1k1r} = T_{1klr}; \forall j \in J, \forall k \in K, \forall l \in L, \forall r \in R; j = 1, l \neq 1$$

$$(6.18) \sum_{i \neq j} \sum_j \sum_l X_{ijklr} \leq Z_{kr} \cdot M; \forall k \in K, \forall r \in R;$$

$$(6.19) \sum_{i \neq j} \sum_j \sum_l X_{ijklr-1} \geq Z_{kr}; \forall k \in K, \forall r \in R;$$

$$(6.20) T_{jklr} \leq T_{max_{jk}}; \forall j \in J, \forall k \in K, \forall l \in L, \forall r \in R; j = 1$$

$$(6.21) H \geq T_{max_{jk}}; \forall j \in J, \forall k \in K; j = 1$$

La ecuación (6.1) busca minimizar los costos variables generados a partir del consumo de gasolina por kilómetro recorrido y los costos fijos correspondientes al salario, mantenimiento y seguro de los motociclistas encargados de realizar el proceso de recolección y transporte. La restricción (6.2) garantiza que la capacidad en términos de peso del motociclista no sea excedida. La (6.3) explica que el peso en los nodos diferentes a centro de canje no debe superar la capacidad máxima. La ecuación (6.4) asegura que no se repitan las rutas en un mismo recorrido. La (6.5), asegura que no se repitan recorridos en una misma ruta. La (6.6) define si un motociclista va a ser utilizado en un determinado recorrido. La ecuación (6.7) determina la unión de puntos visitados para así determinar las rutas. La (6.8) garantiza que en los nodos diferentes del centro de canje, el motociclista que realiza la recolección en una oficina determinada, sea el mismo que la va a abandonar. La restricción (6.9) indica que se debe cumplir con toda la demanda. La (6.10), garantiza que el motociclista, que visita el centro de canje, sea el mismo que abandona el nodo. La ecuación (6.11) activa las diferentes rutas iniciando desde el centro de canje. Las restricciones (6.12) y (6.13) aseguran que se cumplan las ventanas de tiempo. La (6.14) determina que, para poder visitar un punto desde el centro de canje en la primera ruta es necesario contemplar que el tiempo de recorrido sea menor al tiempo acumulado para la visita de esta oficina. La restricción (6.15) contempla la visita a un nodo siendo precedente de cualquier nodo diferente del centro de canje, donde es necesario contemplar que el tiempo acumulado del motorizado, más el tiempo del recorrido debe ser menor al tiempo especificado para la visita de la oficina. La (6.16) relaciona los recorridos de los motociclistas con la precedencia en tiempo de los nodos visitados por cada uno de estos y las rutas realizadas, teniendo en cuenta el tiempo de atención. La restricción (6.17) asegura que los motorizados tengan que volver al centro de canje para devolver los paquetes al finalizar cada recorrido en el tiempo establecido. La (6.18) y la restricción (6.19) relacionan la consecutividad de las rutas. La (6.20) asegura que el tiempo acumulado para cada uno de los motociclistas no exceda el tiempo máximo, y por último la restricción (6.21) determina que cada motociclista no puede exceder su jornada.

Con base en la formulación matemática explicada previamente, se programó y se ejecutó una instancia pequeña en LP Solve, debido a que por las condiciones del problema no es posible solucionar una instancia de tamaño superior en esta herramienta. A continuación, se presentan brevemente las características de la instancia utilizada y la información del equipo en el que se desarrolló.

Método de Solución - LP Solve	
Número de Motos	3
Número de Nodos	3
Tiempo de Corrida	13,53 segundos
Número de Recorridos	3
Número de Rutas	3

Tabla 11: Método de solución LP Solve

Características del Equipo	
Memoria RAM	6 GB
Procesador	Intel (R) Core™ i5 - 3230M CPU 2.60 GHz
Sistema Operativo	Windows 8 - 64 bits

Tabla 12: Características del equipo utilizado

Al evaluar los resultados generados por el modelo en LP Solve se determinó que bajo las restricciones planteadas el modelo responde y cumple cada una de ellas, permitiendo de esa manera proceder a abordar el problema en su totalidad en el complemento Visual Basic de Excel.

7. Desarrollo de propuesta

En el presente capítulo se desarrolla la propuesta específica del trabajo de grado, teniendo en cuenta las diferentes situaciones y herramientas necesarias para el abordaje del problema.

En el desarrollo del trabajo de grado se han identificado las posibles mejoras que puede presentar el proceso de recolección y transporte de títulos valores para el Banco Davivienda, por lo cual es necesario explicar cómo se abordarán cada una de éstas en términos de las herramientas e información utilizada.

En la actualidad, el Banco Davivienda realiza todas las operaciones de recolección y transporte de títulos valores a través de la contratación de una empresa outsourcing en la ciudad de Medellín, lo que implica altos costos, explicados previamente en el capítulo 3, llamado Justificación del proyecto. Así las cosas, en la presente propuesta realizada al Banco Davivienda, se desarrolla y plantea la importancia que tiene que el Banco realice las operaciones de recolección y transporte de documentos y títulos valores por su propia cuenta, es decir, que tengan su propia flota de motocicletas y realicen toda la operación

requerida para lograr reducir los altos costos que implica realizar el proceso bajo una empresa outsourcing y además, evitar los riesgos de tercerizar este tipo de procesos.

7.1 Riesgos de tercerizar procesos

Existen diferentes riesgos en el momento que una organización decide tercerizar un proceso a través de una compañía outsourcing, ya que esta situación repercute en diferentes niveles y áreas de la empresa, afectando perspectivas tales como la operacional, financiera, humana, de seguridad, entre otras.

En consecuencia, los riesgos en los que puede incurrir una organización al tercerizar, empiezan desde la selección y contratación del outsourcing, pues al realizar esta actividad inadecuadamente puede implicar una falta de control sobre el proceso y una inestabilidad en el cumplimiento esperado por parte de la empresa. Otro de los riesgos a los que está expuesta la compañía, es la distorsión en la comunicación entre ésta y el ente outsourcing, lo que puede generar una mala gestión e incumplimiento en los objetivos específicos del proceso. Además, es un aspecto que puede repercutir en una mala reputación frente al mercado; por último, es una situación que afecta la calidad del servicio prestado por parte del personal, ya que éstos carecen de un sentido de pertenencia hacia la institución.

7.2 Características específicas del problema

Para el desarrollo de esta propuesta, el Banco Davivienda debe adquirir una nueva flota homogénea, en primera instancia, se debe especificar la motocicleta adecuada para realizar los recorridos, teniendo en cuenta que debe cumplir con ciertas determinaciones mínimas para asegurar un buen rendimiento a la hora de atender toda la demanda, como lo es la relación entre el consumo de gasolina y los kilómetros recorridos. Un motor mínimo de 100 centímetros cúbicos y que alcance una velocidad que permita cumplir con el parámetro de velocidad promedio en Medellín, por lo cual se realizaron diferentes evaluaciones de posibles modelos de motocicletas, las cuales podían realizar la operación y se tomó la decisión de seleccionar la motocicleta Auteco Bajaj Boxer CT 100.



Ilustración 6: Auteco Bajaj Boxer CT 100⁶

Los criterios para la selección de la motocicleta, están relacionados con el beneficio financiero generado a partir del consumo de gasolina en los diferentes modelos evaluados, el costo de ésta y la velocidad máxima.

Los siguientes son los datos comparativos de rendimiento en consumo de combustible de diferentes motocicletas analizadas:

Kilómetros recorridos por Galón:		
Marca	Modelo	Kilometro por galón
Auteco	Boxer CT 100	344,2
Auteco	Platino 100	296,3
AKT	TVS 100 Sport	289,6
Auteco	Discover 100	285,7
Honda	Eco 100 +	257,2
Suzuki	Ax4	249,8
Yamaha	Libero 125	245,8
Honda	CB 110	216,6
AKT	125 NKD	178,1

Tabla 13: Kilómetros recorridos por galón⁷

⁶ (Flamingo, s.f.)

⁷ (Planeta Motos, s.f.)

Las siguientes son las características técnicas de la motocicleta seleccionada:

MOTOR	
Tipo desplazamiento	4T, monocilindro refrigerado por aire - 99.27 CC
Torsión máxima	8.05 NM
Potencia máxima	8.2 HP
SUSPENSIÓN	
Delantera	Telescópica hidráulica 110 mm
Trasera	Doble amortiguador ajustable en 5 posiciones
Transmisión	
Tipo de transmisión	4 Velocidades
Tipo de embrague	Discos húmedos
Sistema de transmisión	Por cadena
BASTIDOR	
Tipo	Tubular
Llantas: Delantera/Trasera	2.75.17/3.00-17
Capacidad del tanque	10.5 Litros
Reserva de combustible	2.2 Litros
Frenos: Delantero/Trasero	Bandas expansibles
EQUIPO ELÉCTRICO	
Sistema eléctrico	12V DC
Faro delantero	Halógeno 35/35 W
Luz trasera y freno	5/10 W

Ilustración 7: Especificaciones técnicas Auteco Bajaj Boxer CT 100⁸

El costo de la motocicleta es de \$2.790.000 COP según (Bajaj, s.f.), sin incluir gastos de matrícula el cual es de \$ 167.600 COP⁹, más el costo del seguro contra todo riesgo (ver Anexo 3), el cual es de \$ 340.841 COP y seguro obligatorio que tiene un costo de \$255.800 COP¹⁰, para un total de \$ 3.554.241 por motocicleta. En conversaciones con el Banco Davivienda se llegó a la conclusión que la motocicleta Auteco Bajaj Boxer Ct-100 es la motocicleta más adecuada, ya que el consumo de gasolina frente a otras motocicletas es representativamente inferior, lo que minimizará el costo total del proceso, además, el precio de la motocicleta se ajusta a la posibilidad de aplicación de la presente propuesta según el Banco Davivienda y la velocidad máxima de ésta es de 90 kilómetros por hora¹¹ lo que le permite realizar los recorridos dentro del parámetro de velocidad con el cual fue desarrollado el modelo.

También se puede resaltar, que dentro de la propuesta se tiene en cuenta que cada uno de los motociclistas reciba en cada oficina una cantidad de peso aproximado de un kilogramo entre documentos y títulos valores, el cual es contemplado dentro de los

⁸ (Bajaj, s.f.)

⁹ (SIM BOGOTA, s.f.)

¹⁰ (Mundial Seguros, s.f.)

¹¹ (Masesa, s.f.)

parámetros y restricciones del modelo, para así no superar el peso máximo definido por el Banco Davivienda a partir de estudios ergonómicos donde el límite permitido de peso por motorizado es de 30 kilogramos.

En el método de solución del problema, el cual arrojará como resultado las rutas a realizar, teniendo en cuenta la necesidad de reducir los costos, se establecieron como entradas, parámetros específicos de las características de este problema y las herramientas a utilizar. La velocidad promedio a la que viajan los motociclistas en Medellín es de 34 kilómetros por hora (Alcaldía de Medellín, s.f.), valor que será uno de los parámetros de entrada en el desarrollo del método de solución, de esta forma, no se tendrá en cuenta el tráfico de las vías en la ciudad de Medellín, sino que será utilizado ese promedio de velocidad para todo momento del día, es de aclarar que el horario de inicio para cada uno de los motociclistas es a las 10:00 a.m. y a las 2:00 p.m. según la ruta a realizar.

En segunda instancia, es necesario explicar detalladamente lo concerniente a la contratación del personal, específicamente a los costos que se generan a partir de la misma, considerando lo dispuesto en la ley (Riesgo Laboral IV¹²). El Banco Davivienda pagará a cada uno de los motociclistas un salario mensual de \$616.000 COP más un auxilio de transporte mensual de \$72.000 COP, lo cual representa un gasto total por empleado de \$960.569 COP al mes, el cual está compuesto por los siguientes conceptos:

GASTO	VALOR (COP)
Salario	\$ 616.000
Transporte	\$ 72.000
PRESTACIONES SOCIALES	
Cesantías	\$ 57.333
Primas	\$ 57.333
Intereses Sobre cesantías	\$ 6.880
DESCANSO REMUNERADO	
Vacaciones	\$ 25.667
APORTES A LA SEGURIDAD SOCIAL	
Pensiones (AFP)	\$ 73.920
Riesgos Laborales (ARL)	\$ 26.796
PARAFISCALES	
Caja de compensación	\$ 24.640
TOTAL	\$ 960.569

Tabla 14: Gasto mensual por nómina empleado¹³

¹² (Seguros Alfa, s.f.)

¹³ (Ministerio de Trabajo, s.f.)

Es relevante indicar que en conversaciones con el Banco Davivienda se determinó que además de contratar a los motorizados necesarios para cubrir las diferentes rutas, se debe contratar un coordinador que esté presente en el centro de canje y/o especializado, llevando el control de los funcionarios y verificando que las entregas sean hechas a tiempo.

El Banco Davivienda pagará a este coordinador un salario mensual de \$800.000 COP más un auxilio de transporte mensual de \$72.000 COP, lo cual representa un gasto total de \$1.191.563 COP al mes (Riesgo Laboral I¹⁴), a continuación, se presenta en la tabla el gasto que representa este funcionario:

GASTO	VALOR (COP)
Salario	\$ 800.000
Transporte	\$ 72.000
PRESTACIONES SOCIALES	
Cesantías	\$ 72.667
Primas	\$ 72.667
Intereses Sobre cesantías	\$ 8.720
DESCANSO REMUNERADO	
Vacaciones	\$ 33.333
APORTES A LA SEGURIDAD SOCIAL	
Pensiones (AFP)	\$ 96.000
Riesgos Laborales (ARL)	\$ 4.176
PARAFISCALES	
Caja de compensación	\$ 32.000
TOTAL	\$ 1.191.563

Tabla 15: Gasto mensual por nómina coordinador¹⁵

Cada empleado debe cumplir una jornada de entre 8 horas a 9 horas y 30 minutos para recibir el salario indicado anteriormente, los que excedan estas horas en su jornada recibirán la compensación de este tiempo en horas extra teniendo en cuenta que según (Ministerio de Trabajo, s.f.) es de máximo dos horas diarias, los motociclistas que trabajen máximo cuatro horas recibirán el salario por media jornada, es importante aclarar que si algún motociclista excede esta media jornada en máximo 2 horas, recibirá la compensación de este tiempo en horas extra.

¹⁴ (Seguros Alfa, s.f.)

¹⁵ (Ministerio de Trabajo, s.f.)

Para tener claros estos valores a cancelar por la jornada de trabajo de cada motorizado, se muestran a continuación los valores a tener presentes:

	Hora Extra Diurna	Media Jornada
Motociclista	\$ 3.208,00	\$ 480.284,00
Coordinador	\$ 4.167,00	\$ -

Tabla 16: Valores de Horas extra y Media Jornada¹⁶

Además de los costos generados por el personal, y el costo de las motocicletas, se deben tener en cuenta los diferentes costos y gastos generados por la operación de transporte los cuales se encuentran en la siguiente tabla, asociados al parámetro Cm de la formulación matemática,

	Costo por unidad	Observaciones
Casco	\$ 30.000	Un casco por motociclista
Tula de mensajería	\$ 100.000	Una tula de mensajería por motociclista
Traje impermeable	\$ 35.000	Un traje impermeable por motociclista
GPS	\$ 125.000	Un GPS por moto
Celular	\$ 200.000	Un celular por empleado
Chaleco reflectivo	\$ 60.000	Un chaleco reflectivo por motociclista
Botas industriales	\$ 18.000	Tres botas industriales por empleado
Pantalón	\$ 26.000	Tres pantalones por empleado
Camiseta	\$ 15.000	Cinco camisetas por empleado
Chaqueta con logo	\$ 49.500	Dos chaquetas con logo por empleado
Tablet	\$ 735.920	Una tablet por coordinador
Costo anual plataforma	\$ 100.000	Plataforma GPS por tableta

Tabla 17: Costos asociados a la operación de transporte

	Gasto	Observaciones
Parqueadero	\$ 60.000	Gasto mensual por moto
Plan Gps y/o Tablet	\$ 26.900	Gasto mensual por empleado
Plan celular	\$ 41.200	Gasto mensual por empleado
Mantenimiento	\$ 100.000	Gasto mensual por motocicleta
Contingencias	\$ 800.000	Gasto mensual por flota de motociclistas

*Contingencias: (Comparendos, deducibles, accidentes, reparaciones, repuestos)

Tabla 18: Gastos asociados a la operación de transporte

¹⁶ (Ministerio de Trabajo, s.f.)

7.3 Método de solución

En la presente sección se pretende solucionar el problema planteado mediante la construcción de una heurística. Los resultados obtenidos permitirán realizar la propuesta de mejora del proceso actual de recolección y transporte de títulos valores y documentos. La heurística mencionada se construyó mediante el uso del lenguaje Visual Basic, con los parámetros actuales del proceso, en el equipo descrito anteriormente utilizado para ejecutar la instancia pequeña en el programa LP-Solve.

De esa manera, para obtener los diferentes parámetros requeridos se solicitó al Banco Davivienda la dirección de las 51 oficinas en la ciudad de Medellín involucradas en el alcance del problema y sus respectivos horarios establecidos para realizar la recolección. Con base en esta información, se procedió a obtener las distancias entre las oficinas utilizando la herramienta de Google Maps, para obtener finalmente una matriz de distancias, la cual se encuentra en el Anexo 4. Además de lo anterior, se adicionó la dirección del centro de canje y/o especializado, el cual recibirá los títulos valores y documentos a determinadas horas del día.

7.3.1 Obtención de matriz de distancias

Se utilizó Google Maps como herramienta. Al identificar que las distancias entre oficinas no son cuadráticas, ya que un motorizado puede tomar diferentes vías dependiendo del sentido de éstas y su ubicación, el programa determina distintas rutas a tomar, de esa manera, se escogió la ruta más corta con el fin de disminuir el consumo de gasolina y el tiempo total de recorrido por el motorizado.

Es relevante aclarar que es distinto en la mayoría de los casos la distancia de una oficina A a una oficina B, que de la oficina B a la oficina A, ya que al presentarse diferencias en la distribución de las vías (No todas las vías tienen dirección en ambos sentidos o cruces permitidos), el motorizado debe tomar rutas que las mismas vías permitan, con el fin de evitar infracciones para el motorizado y por ende para el Banco Davivienda S.A.

A continuación se presenta un ejemplo de lo explicado anteriormente:

Se toma como punto A la oficina San Lucas ubicada en la Calle 20S # 27-51 y como punto B la oficina Cencosud Jumbo Las Vegas ubicada en la Carrera 48 # 25 Sur – 136, donde se evidencia que la ruta a tomar por el motorizado desde el punto A al punto B es de 3,9 kilómetros, mientras que de la oficina B a la oficina A es de 2,3 kilómetros.

- **San Lucas – Cencosud Jumbo Las Vegas**

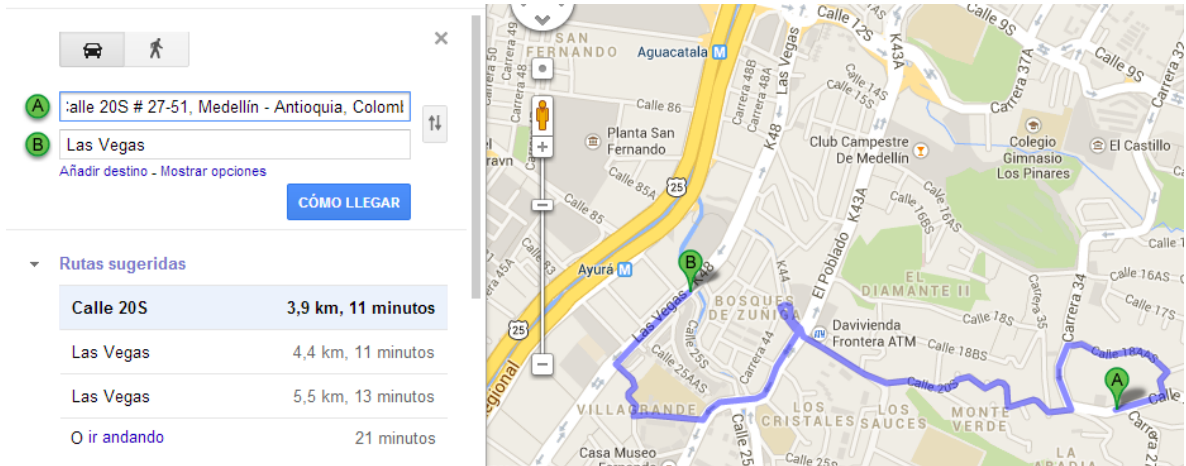


Ilustración 8: Ruta Oficina A - Oficina B

- **Cencosud Jumbo Las Vegas – San Lucas**

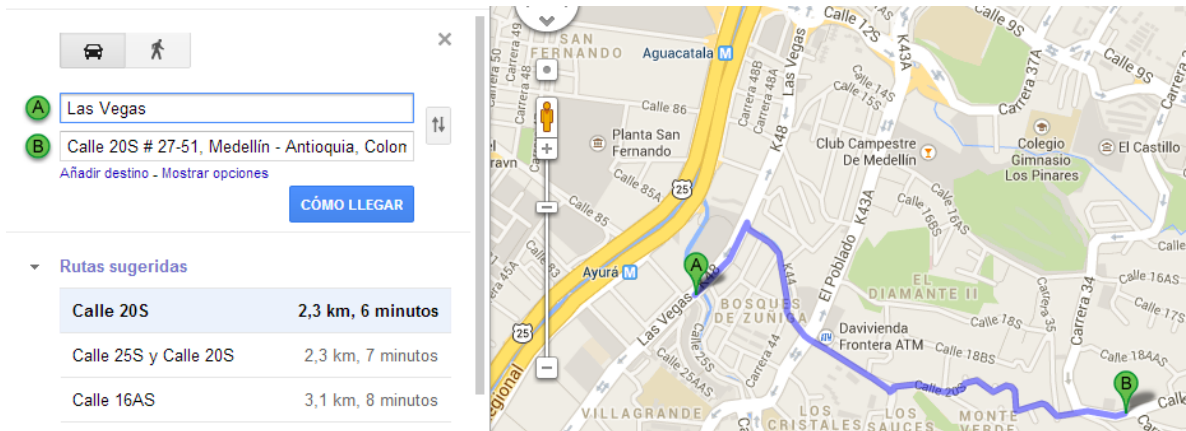


Ilustración 9: Ruta Oficina B - Oficina A

Por otro lado, una de las problemáticas generadas en la realización de la matriz de distancias, se presentó en que la herramienta no identifica en su totalidad las direcciones de cada una de las oficinas, por lo cual se procedió a ubicarlas manualmente, de esta forma se presenta en el Anexo 5 las referencias de cada una de las oficinas según Google Maps.

Con base en la matriz de distancias obtenida se realizó la matriz de tiempos entre oficinas (Anexo 6), donde se tiene en cuenta que la velocidad promedio en Medellín es de 34 kilómetros por hora como se estableció anteriormente.

7.4 Programación

La programación de la heurística elaborada por los autores para el desarrollo del problema se realizó en la herramienta Visual Basic de Microsoft Excel 2010, con el fin de utilizar todos los parámetros definidos dentro del problema, los cuales fueron mencionados anteriormente, respetando las restricciones del modelo, y así obtener una propuesta de ruteo para el proceso de recolección y transporte de títulos valores y documentos para el Banco Davivienda en la ciudad de Medellín, enfocado en el algoritmo VRP-Davivienda el cual se presenta en la siguiente sección.

7.4.1 Pseudocódigo Algoritmo VRP-Davivienda

Variables

tiempos, i, j, c, filas, ventana, servicio: Entero

Valor Matriz Mínimo, Valor Matriz Tiempo, Valor Matriz Distancia: Real

moto, nodo, mínimo: Vector

MATRIZASIG, MATRIZTEMP, MATRIZDIST: Matrices

Inicio

Lectura de asignaciones

Organizar tiempos de menor a mayor

Contar filas

moto(rutas posibles, 4)

Para i=1 hasta filas

 Asignar valor a mínimo (i, j) = valor celda

 Asignar valor a nodo (i, j)= valor celda

fin para

mientras (mínimo = numérico) **hacer**

si j=1 **entonces**

para i=2 hasta filas

 volver

Valor Matriz Tiempo = Asignar valor de MATRIZTEMP (nodo1, nodo2)

Valor Matriz Mínimo = moto(i, 2)

Valor Matriz Distancia = Asignar valor de MATRIZASIG (nodo1, nodo2)

si (Valor Matriz Mínimo + Valor Matriz Tiempo) \leq mínimo (i, j) –
ventana **entonces**

Asignar a moto (c, 1) = motorizado

Asignar a moto (c, 2) = mínimo (i, j) – (ventana - servicio)

Asignar a moto (c, 3) = nodo

Asignar a moto (c, 4) = Valor Matriz Distancia

Imprimir moto

c=c+1

Valor Matriz Tiempo = 0

Valor Matriz Mínimo = 0

Eliminar tiempo en Nodos Visitados

De otro modo

si (Valor Matriz Mínimo + Valor Matriz Tiempo) \leq mínimo (i, j) +
ventana **entonces**

Asignar a moto (c, 1) = motorizado

Asignar a moto (c, 2) = Valor Matriz Mínimo + Valor
Matriz Tiempo + servicio

Asignar a moto (c, 3) = nodo

Asignar a moto (c, 4) = Valor Matriz Distancia

Imprimir moto

c=c+1

Valor Matriz Tiempo = 0

Valor Matriz Mínimo = 0

Eliminar tiempo en Nodos Visitados

De otro modo

Valor Matriz Tiempo = 0

Valor Matriz Mínimo = 0

ir a volver

Fin si

Fin si

Siguiente i

Fin si

Con base en el algoritmo presentado anteriormente se logró desarrollar el problema en su totalidad, con las especificaciones actuales del proceso. Además de esto, se logró identificar posibles mejoras según los resultados obtenidos, con el fin de reducir los costos del proceso.

8. Análisis de resultados

En primera medida el modelo fue ejecutado con los datos actuales del proceso, es decir, con las ventanas de tiempo definidas por el Banco Davivienda y respetando la capacidad de peso para cada motorizado, ya que teniendo en cuenta una entrega en peso por oficina de un kilogramo, no se excede en un recorrido esta capacidad. A continuación se presentan los resultados de esta primera corrida:

8.1 Resultados con datos originales

MOTOCICLISTA 1			
OFICINA	NOMBRE DE LA OFICINA	HORA DE LLEGADA	DISTANCIA (KM)
1	CENTRO DE CANJE	10:00:00 a. m.	-
14	MEDELLIN CENTRO	10:17:56 a. m.	9,6
29	PREMIUM PLAZA	11:15:00 a. m.	3,2
26	UNICENTRO (MEDELLIN)	11:25:00 a. m.	3,5
38	LOS MOLINOS	11:30:14 a. m.	2,4
1	CENTRO DE CANJE	12:40:00 p. m.	7,30
27	BELLO	2:25:00 p. m.	9,2
29	PREMIUM PLAZA	2:35:00 p. m.	2,4
34	PLATINO	2:48:32 p. m.	7,1
33	TERMINAL SUR	2:59:46 p. m.	5,8
43	CENCOSUD METRO BELLO	3:05:32 p. m.	2,7
15	LA SETENTA	3:13:35 p. m.	4
3	CARACAS	3:23:25 p. m.	5
28	LA ESTACION	3:28:49 p. m.	2,5
14	MEDELLIN CENTRO	3:31:35 p. m.	1
10	CENTRO DE RECAUDO Y PAGO COLTEJER	3:32:35 p. m.	0
44	PLAZA LA LIBERTAD	3:40:00 p. m.	3,2
1	CENTRO DE CANJE	3:57:25 p. m.	9,3
22	AYACUCHO	4:16:46 p. m.	10,4
28	LA ESTACION	4:25:00 p. m.	1,8
42	EXITO ROBLEDO	4:34:49 p. m.	5
12	CENCOSUD JUMBO LA 65	4:43:04 p. m.	4,1
5	SAN LUCAS	5:01:32 p. m.	9,9
9	SANTAFE MEDELLIN	5:08:21 p. m.	3,3
35	LA FRONTERA	5:13:25 p. m.	2,3
18	BOLIVAR	5:23:04 p. m.	4,9
17	ENVIGADO	5:31:28 p. m.	4,2
48	CITI PLAZA ENVIGADO	5:33:37 p. m.	0,65
36	MONTERREY	5:45:02 p. m.	5,9
6	OFIC CORPORATIVA Y EMPRESARIAL MILLA DE ORO	5:50:16 p. m.	2,4
10	CENTRO DE RECAUDO Y PAGO COLTEJER	6:25:00 p. m.	5,6
1	CENTRO DE CANJE	6:50:00 p. m.	11,1
33	TERMINAL SUR	7:25:00 p. m.	5,4
36	MONTERREY	7:30:25 p. m.	2,5
14	MEDELLIN CENTRO	7:40:14 p. m.	5
12	CENCOSUD JUMBO LA 65	7:47:46 p. m.	3,7
27	BELLO	7:53:11 p. m.	2,5
41	CENCOSUD METRO ITAGUI	7:54:53 p. m.	0,4
7	FLORIDA PARQUE	8:00:49 p. m.	2,8
8	ÉXITO LAURELES	8:20:00 p. m.	6,3
2	SAN DIEGO	8:30:21 p. m.	5,3
20	ÉXITO COLOMBIA	8:37:21 p. m.	3,4
26	UNICENTRO (MEDELLIN)	8:43:18 p. m.	2,8
1	CENTRO DE CANJE	9:15:00 p. m.	8,1

Tabla 19: Ruta para el motorizado 1 con datos originales

MOTOCICLISTA 2			
OFICINA	NOMBRE DE LA OFICINA	HORA DE LLEGADA	DISTANCIA (KM)
1	CENTRO DE CANJE	10:00:00 a. m.	-
18	BOLIVAR	11:30:00 a. m.	4,10
1	CENTRO DE CANJE	12:40:00 p. m.	3,5
31	LA AMERICA	2:40:00 p. m.	20,7
13	CENTRAL MAYORISTA	2:57:04 p. m.	9,1
26	UNICENTRO (MEDELLIN)	3:00:53 p. m.	1,6
46	UNICENTRO MEDELLIN 2	3:02:30 p. m.	0,35
50	OLAYA HERRERA	3:11:37 p. m.	4,6
52	INTER PLAZA	3:18:58 p. m.	3,6
30	VISITACION	3:23:09 p. m.	1,8
5	SAN LUCAS	3:28:34 p. m.	2,5
6	OFIC CORPORATIVA Y EMPRESARIAL MILLA DE ORO	3:36:26 p. m.	3,9
16	EL POBLADO	3:39:34 p. m.	1,2
25	LA MOTTA	3:49:44 p. m.	5,2
1	CENTRO DE CANJE	4:00:26 p. m.	5,5
11	CENCOSUD JUMBO LAS VEGAS	4:25:00 p. m.	4,6
33	TERMINAL SUR	4:35:00 p. m.	5,1
30	VISITACION	4:43:46 p. m.	4,4
52	INTER PLAZA	4:49:11 p. m.	2,5
7	FLORIDA PARQUE	5:01:28 p. m.	6,4
4	PUNTO ESPECIALIZADO DEL TRÁNSITO	5:09:53 p. m.	4,2
14	MEDELLIN CENTRO	5:12:39 p. m.	1
27	BELLO	5:15:46 p. m.	1,2
41	CENCOSUD METRO ITAGUI	5:17:28 p. m.	0,4
49	SECTOR NUTIBARA	5:18:45 p. m.	0,16
20	ÉXITO COLOMBIA	5:24:42 p. m.	2,8
2	SAN DIEGO	5:32:03 p. m.	3,6
23	SANTA TERESITA	5:38:42 p. m.	3,2
32	BELEN	5:42:20 p. m.	1,5
50	OLAYA HERRERA	5:52:42 p. m.	5,3
1	CENTRO DE CANJE	6:50:00 p. m.	6
43	CENCOSUD METRO BELLO	7:25:00 p. m.	5,6
11	CENCOSUD JUMBO LAS VEGAS	7:40:00 p. m.	6,4
40	EL TESORO	8:25:00 p. m.	4,6
29	PREMIUM PLAZA	8:36:14 p. m.	5,8
38	LOS MOLINOS	8:44:39 p. m.	4,2
1	CENTRO DE CANJE	9:15:00 p. m.	7,3

Tabla 20: Ruta para el motorizado 2 con datos originales

MOTOCICLISTA 3			
OFICINA	NOMBRE DE LA OFICINA	HORA DE LLEGADA	DISTANCIA (KM)
1	CENTRO DE CANJE	10:00:00 a. m.	-
39	OVIEDO	11:30:00 a. m.	5,1
1	CENTRO DE CANJE	12:40:00 p. m.	3,9
11	CENCOSUD JUMBO LAS VEGAS	2:45:00 p. m.	4,6
40	EL TESORO	2:54:07 p. m.	4,6
36	MONTERREY	3:01:49 p. m.	3,8
51	PUNTO CLAVE	3:07:25 p. m.	2,6
49	SECTOR NUTIBARA	3:16:21 p. m.	4,5
7	FLORIDA PARQUE	3:22:39 p. m.	3
37	TERMINAL DEL NORTE	3:27:21 p. m.	2,1
1	CENTRO DE CANJE	3:55:00 p. m.	12,6
43	CENCOSUD METRO BELLO	4:25:00 p. m.	5,6
8	ÉXITO LAURELES	4:40:00 p. m.	5,5
34	PLATINO	4:55:00 p. m.	7,7
40	EL TESORO	5:08:42 p. m.	7,2
26	UNICENTRO (MEDELLIN)	5:24:11 p. m.	8,2
38	LOS MOLINOS	5:29:25 p. m.	2,4
3	CARACAS	5:43:07 p. m.	7,2
4	PUNTO ESPECIALIZADO DEL TRÁNSITO	5:46:14 p. m.	1,2
1	CENTRO DE CANJE	6:50:00 p. m.	11,7
42	EXITO ROBLEDO	8:25:00 p. m.	12,5
47	PUERTA DEL NORTE	8:35:00 p. m.	5
1	CENTRO DE CANJE	9:15:00 p. m.	10,1

Tabla 21: Ruta para el motorizado 3 con datos originales

MOTOCICLISTA 4			
OFICINA	NOMBRE DE LA OFICINA	HORA DE LLEGADA	DISTANCIA (KM)
1	CENTRO DE CANJE	2:00:00 p. m.	-
42	EXITO ROBLEDO	2:45:00 p. m.	12,5
47	PUERTA DEL NORTE	2:54:49 p. m.	5
2	SAN DIEGO	2:59:32 p. m.	2,1
41	CENCOSUD METRO ITAGUI	3:03:53 p. m.	1,9
9	SANTAFE MEDELLIN	3:17:56 p. m.	7,4
17	ENVIGADO	3:26:32 p. m.	4,3
45	MILLA DE ORO	3:34:35 p. m.	4
1	CENTRO DE CANJE	3:55:00 p. m.	4,5
31	LA AMERICA	5:00:00 p. m.	20,7
22	AYACUCHO	5:25:53 p. m.	14,1
15	LA SETENTA	5:33:14 p. m.	3,6
45	MILLA DE ORO	5:47:39 p. m.	7,6
1	CENTRO DE CANJE	6:50:00 p. m.	4,5
39	OVIEDO	8:30:00 p. m.	5,1
9	SANTAFE MEDELLIN	8:35:00 p. m.	1,6
1	CENTRO DE CANJE	9:15:00 p. m.	4,2

Tabla 22: Ruta para el motorizado 4 con datos originales

MOTOCICLISTA 5			
OFICINA	NOMBRE DE LA OFICINA	HORA DE LLEGADA	DISTANCIA (KM)
1	CENTRO DE CANJE	2:00:00 p. m.	-
24	CALASANZ	2:50:00 p. m.	9,8
20	ÉXITO COLOMBIA	2:55:46 p. m.	2,7
23	SANTA TERESITA	3:03:18 p. m.	3,7
21	JUNIN	3:15:00 p. m.	5,2
32	BELEN	3:24:49 p. m.	5
8	ÉXITO LAURELES	3:29:21 p. m.	2
38	LOS MOLINOS	3:33:42 p. m.	1,9
1	CENTRO DE CANJE	3:55:00 p. m.	7,3
46	UNICENTRO MEDELLIN 2	5:05:00 p. m.	8,6
24	CALASANZ	5:15:00 p. m.	3,3
47	PUERTA DEL NORTE	5:24:07 p. m.	4,6
29	PREMIUM PLAZA	5:29:32 p. m.	2,5
16	EL POBLADO	5:34:46 p. m.	2,4
30	VISITACION	5:39:07 p. m.	1,9
1	CENTRO DE CANJE	6:50:00 p. m.	6

Tabla 23: Ruta para el motorizado 5 con datos originales

MOTOCICLISTA 6			
OFICINA	NOMBRE DE LA OFICINA	HORA DE LLEGADA	DISTANCIA (KM)
1	CENTRO DE CANJE	2:00:00 p. m.	-
39	OVIEDO	2:55:00 p. m.	5,1
48	CITI PLAZA ENVIGADO	3:03:04 p. m.	4
12	CENCOSUD JUMBO LA 65	3:25:00 p. m.	10,8
1	CENTRO DE CANJE	3:55:00 p. m.	9
39	OVIEDO	5:15:00 p. m.	5,1
25	LA MOTTA	5:26:25 p. m.	5,9
1	CENTRO DE CANJE	6:50:00 p. m.	5,5

Tabla 24: Ruta para el motorizado 6 con datos originales

MOTOCICLISTA 7			
OFICINA	NOMBRE DE LA OFICINA	HORA DE LLEGADA	DISTANCIA (KM)
1	CENTRO DE CANJE	2:00:00 p. m.	-
35	LA FRONTERA	3:30:00 p. m.	4,1
19	ITAGUI	3:39:28 p. m.	4,8
1	CENTRO DE CANJE	3:55:00 p. m.	3,1
51	PUNTO CLAVE	5:20:00 p. m.	6,9
13	CENTRAL MAYORISTA	5:31:56 p. m.	6,2
1	CENTRO DE CANJE	6:50:00 p. m.	14,1

Tabla 25: Ruta para el motorizado 7 con datos originales

MOTOCICLISTA 8			
OFICINA	NOMBRE DE LA OFICINA	HORA DE LLEGADA	DISTANCIA (KM)
1	CENTRO DE CANJE	3:55:00 p. m.	3,1
19	ITAGUI	5:25:00 p. m.	4
1	CENTRO DE CANJE	6:50:00 p. m.	3,1

Tabla 26: Ruta para el motorizado 8 con datos originales

MOTOCICLISTA 9			
OFICINA	NOMBRE DE LA OFICINA	HORA DE LLEGADA	DISTANCIA (KM)
1	CENTRO DE CANJE	3:55:00 p. m.	3,1
21	JUNIN	5:25:00 p. m.	9,2
28	LA ESTACION	5:27:09 p. m.	0,65
44	PLAZA LA LIBERTAD	5:33:26 p. m.	3
1	CENTRO DE CANJE	6:50:00 p. m.	9,3

Tabla 27: Ruta para el motorizado 9 con datos originales

MOTOCICLISTA 10			
OFICINA	NOMBRE DE LA OFICINA	HORA DE LLEGADA	DISTANCIA (KM)
1	CENTRO DE CANJE	3:55:00 p. m.	3,1
31	LA AMERICA	5:25:00 p. m.	20,7
1	CENTRO DE CANJE	6:50:00 p. m.	21,8

Tabla 28: Ruta para el motorizado 10 con datos originales

MOTOCICLISTA 11			
OFICINA	NOMBRE DE LA OFICINA	HORA DE LLEGADA	DISTANCIA (KM)
1	CENTRO DE CANJE	3:55:00 p. m.	3,1
37	TERMINAL DEL NORTE	5:25:00 p. m.	11,7
1	CENTRO DE CANJE	6:50:00 p. m.	12,6

Tabla 29: Ruta para el motorizado 11 con datos originales

Con el fin de presentar el valor de la función objetivo, se muestra a continuación los parámetros del salario a tener en cuenta para cada motociclista y coordinador, teniendo en cuenta los valores presentados en el capítulo 7, y los costos y gastos generados por la operación de transporte,

Motociclista	Descripción	Valor Salario Anual
1	Salario Jornada Completa + (40 horas extras mensuales)	\$ 13.066.668,00
2	Salario Jornada Completa + (40 horas extras mensuales)	\$ 13.066.668,00
3	Salario Jornada Completa + (40 horas extras mensuales)	\$ 13.066.668,00
4	Salario Jornada Completa + (40 horas extras mensuales)	\$ 13.066.668,00
5	Salario Media Jornada + (20 horas extras mensuales)	\$ 6.533.334,00
6	Salario Media Jornada + (20 horas extras mensuales)	\$ 6.533.334,00
7	Salario Media Jornada + (20 horas extras mensuales)	\$ 6.533.334,00
8	Salario Media Jornada	\$ 5.763.414,00
9	Salario Media Jornada	\$ 5.763.414,00
10	Salario Media Jornada	\$ 5.763.414,00
11	Salario Media Jornada	\$ 5.763.414,00

Tabla 30: Salario anual por motociclista modelo con datos originales

Coordinador	Descripción	Valor Salario Anual
1	Salario Jornada Completa + (40 horas extras mensuales)	\$ 16.298.916,00

Tabla 31: Salario anual por coordinador modelo con datos originales

	Costo	Unidades requeridas	Costo total anual	Observaciones
Casco	\$ 30.000	11	\$ 330.000	Un casco por motociclista
Tula de mensajería	\$ 100.000	11	\$ 1.100.000	Una tula de mensajería por motociclista
Traje impermeable	\$ 35.000	11	\$ 385.000	Un traje impermeable por motociclista
GPS	\$ 125.000	11	\$ 1.375.000	Un GPS por moto
Celular	\$ 200.000	12	\$ 2.400.000	Un celular por empleado
Chaleco reflectivo	\$ 60.000	11	\$ 660.000	Un chaleco reflectivo por motociclista
Botas industriales	\$ 18.000	36	\$ 648.000	Tres botas industriales por empleado
Pantalón	\$ 26.000	36	\$ 936.000	Tres pantalones por empleado
Camiseta	\$ 15.000	60	\$ 900.000	Cinco camisetas por empleado
Chaqueta con logo	\$ 49.500	24	\$ 1.188.000	Dos chaquetas con logo por empleado
Tablet	\$ 735.920	1	\$ 735.920	Una Tablet por coordinador
Costo anual plataforma	\$ 100.000	1	\$ 100.000	Plataforma de vigilancia GPS por coordinador
COSTO ANUAL ASOCIADO AL PROCESO DE TRANSPORTE			\$ 10.757.920	

Tabla 32: Costo anual asociado al proceso de transporte datos originales

	Gasto	Unidades requeridas	Costo total mensual	Observaciones
Parqueadero	\$ 60.000	11	\$ 660.000	Gasto mensual por moto
Plan GPS y/o Tablet	\$ 26.900	12	\$ 322.800	Gasto mensual por empleado
Plan celular	\$ 41.200	12	\$ 494.400	Gasto mensual por empleado
Mantenimiento	\$ 100.000	11	\$ 1.100.000	Gasto mensual por motocicleta
Contingencias	\$ 800.000	1	\$ 800.000	Gasto mensual por flota de motociclistas
Gasto mensual asociado al proceso de transporte			\$ 3.377.200	
GASTO ANUAL ASOCIADO AL PROCESO DE TRANSPORTE			\$ 40.526.400	

Tabla 33: Gasto anual asociado al proceso de transporte datos originales

	Mensual	Anual
Depreciaciones	\$ 903.711	\$ 10.844.533
Diferidos	\$ 546.921	\$ 6.563.051
DEPRECIACIONES Y DIFERIDOS ANUALES	\$ 17.407.584	

Tabla 34: Depreciaciones y diferidos anuales datos originales

	Tarifa	Consumo	Costo por kilometro recorrido	Kilometros recorridos	Días hábiles anuales
Consumo de gasolina	\$10.000 / Galón	344 kms por galón	\$ 29,07	833,6 kilometros / día	242
CONSUMO DE GASOLINA ANUAL			\$		5.864.279

Tabla 35: Consumo de gasolina anual datos originales

Valor Funcion objetivo	\$ 185.775.499,75
-------------------------------	--------------------------

Tabla 36: Valor función objetivo datos originales¹⁷

¹⁷ La función objetivo consta de: Salarios, costo de combustible por kilómetros recorridos (\$10.000 COP por galón de combustible), depreciaciones (compra motocicletas), diferidos (seguro obligatorio, seguro contra todo riesgo), costos y gastos generados por la operación de transporte.

Con base en los resultados presentados anteriormente, los cuales fueron obtenidos a partir de los datos originales de las oficinas de Medellín, se logra evidenciar que el valor de la función objetivo es superior al valor que actualmente está cancelando el Banco Davivienda S.A., sin embargo esta puede disminuirse, ya que los costos de salarios para los diferentes motociclistas quienes no realizan una cantidad de rutas considerables son muy altos y a su vez poco eficientes, lo que implica igualmente una alta inversión en las herramientas de trabajo como motocicletas, mantenimiento y seguro de estas, entre otros. Por lo tanto como se explicó en el capítulo 5, los parámetros del problema fueron modificados para comprobar su impacto en la función objetivo (análisis de sensibilidad).

Los cambios realizados estuvieron encaminados a la unificación de puntos tocados y/o la modificación de las ventanas de tiempo para ciertas oficinas, asegurando así que la mínima cantidad de motorizados puedan cubrir toda la demanda de aquellas oficinas que tienen tiempos críticos, o que un sólo motorizado pudiese cubrir la demanda de la jornada de la mañana, cumpliendo siempre la obligación impuesta por el Banco de la República a las entidades bancarias de entregar el canje a una hora determinada.

Después de ejecutar el método de solución en Visual Basic, se obtuvieron cada una de las rutas, donde se especifica qué motorizado debe visitar qué oficina y en qué horario. En la instancia donde el programa define la séptima ruta (motorizado 7) se identifican 6 oficinas sin asignación de motorizado como se evidencia en la siguiente tabla:

OFICINA	NOMBRE OFICINA	HORA
1	CENTRO DE CANJE	4:00:00 p.m.
19	ITAGUI	5:30:00 p.m.
21	JUNIN	5:30:00 p.m.
28	LA ESTACION	5:30:00 p.m.
31	LA AMERICA	5:30:00 p.m.
37	TERMINAL DEL NORTE	5:30:00 p.m.
44	PLAZA LA LIBERTAD	5:30:00 p.m.
1	CENTRO DE CANJE	6:55:00 p.m.

Tabla 37: Oficinas con hora de recolección crítica

Con base en la tabla anterior, se evidencia que existe un tiempo crítico, donde la hora de recolección es la misma (5:30:00 p.m.), ya que existen motociclistas que solo son necesarios para realizar las visitas a oficinas en este intervalo de tiempo. Para corregir esto, se optó por hacer cambios (autorizados por Davivienda) en las oficinas que tienen asignada la recolección en este tiempo, bajo la herramienta del algoritmo húngaro, donde se relacionan aquellas oficinas que tienen este tiempo crítico y las posibles oficinas de donde provienen, buscando disminuir el número de motociclistas, ya que los motociclistas 8, 9, 10 y 11 solo son usados para cubrir estos puntos específicos. El método húngaro se realizó con la información de los motociclistas 4, 5, 6 y 7 (ya que estos tienen el tiempo necesario para realizar la visita), por lo que las oficinas de precedencia serán 45, 16 (no se toma la oficina 30, la cual es la oficina de precedencia del motociclista 5 porque esta

oficina ya tuvo una modificación previamente explicada en el capítulo 7, 25 y 13 respectivamente para cada motorizado. El método húngaro permite dar una asignación adecuada de los tiempos de una oficina a otra minimizando las distancias, para así poder determinar en qué magnitud es necesario modificar la hora de la recolección para cada una de estas oficinas. En la matriz de asignación cada uno de los elementos representa la distancia que un motorizado debe recorrer para ir de un nodo a otro. A continuación se presenta la solución del algoritmo aplicado al problema.

Primera Instancia

OFICINAS	19	21	37	44
45	7,4	5,8	10,4	5,2
16	7,6	5,7	10,3	5,3
25	5,8	6,9	7,2	5,5
13	16,9	4,3	3,5	6

Tabla 38: Algoritmo Húngaro primera instancia

Se tomó el menor valor de cada una de las filas (valores en rojo) y se restó de los demás tiempos de las filas,

OFICINAS	19	21	37	44
45	2,2	0,6	5,2	0
16	2,3	0,4	5	0
25	0,3	1,4	1,7	0
13	13,4	0,8	0	2,5

Tabla 39: Algoritmo Húngaro primera instancia - Resultado

Segunda Instancia

OFICINAS	19	21	37	44
45	2,2	0,6	5,2	0
16	2,3	0,4	5	0
25	0,3	1,4	1,7	0
13	13,4	0,8	0	2,5

Tabla 40: Algoritmo Húngaro segunda instancia

Se tomó el menor valor de cada una de las columnas (valores en rojo) y se restó de los demás tiempos de las columnas

OFICINAS	19	21	37	44
45	1,9	0,2	5,2	0
16	2	0	5	0
25	0	1	1,7	0
13	13,1	0,4	0	2,5

Tabla 41: Algoritmo Húngaro segunda instancia - Resultado

Luego se procede a cubrir la mayor cantidad de ceros con la menor cantidad de líneas,

OFICINAS	19	21	37	44
45	1,9	0,2	5,2	0
16	2	0	5	0
25	0	1	1,7	0
13	13,1	0,4	0	2,5

Tabla 42: Obtención de resultados - Algoritmo Húngaro

Como el número de líneas necesarias para cubrir los ceros son el mismo número de oficinas, se procede a la asignación,

OFICINAS	19	21	37	44
45	1,9	0,2	5,2	<u>0</u>
16	2	<u>0</u>	5	0
25	<u>0</u>	1	1,7	0
13	13,1	0,4	<u>0</u>	2,5

Tabla 43: Asignaciones óptimas - Método Húngaro

A continuación se presenta en cuales de las oficinas se ampliaron las ventanas de tiempo para la recolección:

Nombre	# Oficina	Hora Original	Hora Modificada
OVIEDO	39	11:35:00 a. m.	11:45:00 a. m.
BOLIVAR	18	11:35:00 a. m.	12:00:00 p. m.
PLAZA LA LIBERTAD	44	5:30:00 p. m.	5:55:00 p. m.
JUNIN	21	5:30:00 p. m.	5:50:00 p. m.
ITAGUI	19	5:30:00 p. m.	3:40:00 p. m.
TERMINAL DEL NORTE	37	5:30:00 p. m.	3:40:00 p. m.

Tabla 44: Modificaciones a ventanas de tiempo

Es importante aclarar que las modificaciones realizadas a las oficinas 39 y 18 fueron realizadas para que un solo motociclista cubra toda la demanda del intervalo de tiempo definido entre las 10:00:00 a.m. y 12:45:00 p.m., la matriz con las modificaciones se encuentra en el Anexo 7.

8.2 Resultados con cambios en ventanas de tiempo y unificación de puntos

A continuación se presentan los resultados con las modificaciones realizadas.

MOTOCICLISTA 1			
OFICINA	NOMBRE DE LA OFICINA	HORA DE LLEGADA	DISTANCIA (KM)
1	CENTRO DE CANJE	10:00:00 a. m.	-
14	MEDELLIN CENTRO	10:17:56 a. m.	9,6
29	PREMIUM PLAZA	11:15:00 a. m.	3,2
26	UNICENTRO (MEDELLIN)	11:25:00 a. m.	3,5
38	LOS MOLINOS	11:30:14 a. m.	2,4
39	OVIEDO	11:45:21 a. m.	8
18	BOLIVAR	11:58:21 a. m.	6,8
1	CENTRO DE CANJE	12:40:00 p. m.	3,5
27	BELLO	2:25:00 p. m.	9,2
29	PREMIUM PLAZA	2:35:00 p. m.	2,4
34	PLATINO	2:48:32 p. m.	7,1
33	TERMINAL SUR	2:59:46 p. m.	5,8
43	CENCOSUD METRO BELLO	3:05:32 p. m.	2,7
15	LA SETENTA	3:13:35 p. m.	4
3	CARACAS	3:23:25 p. m.	5
28	LA ESTACION	3:28:49 p. m.	2,5
14	MEDELLIN CENTRO	3:31:35 p. m.	1
10	CENTRO DE RECAUDO Y PAGO COLTEJER	3:32:35 p. m.	0
44	PLAZA LA LIBERTAD	3:40:00 p. m.	3,2
1	CENTRO DE CANJE	3:57:25 p. m.	9,3
11	CENCOSUD JUMBO LAS VEGAS	4:25:00 p. m.	4,6
33	TERMINAL SUR	4:35:00 p. m.	5,1
12	CENCOSUD JUMBO LA 65	4:44:18 p. m.	4,7
5	SAN LUCAS	5:02:46 p. m.	9,9
9	SANTAFE MEDELLIN	5:09:35 p. m.	3,3
35	LA FRONTERA	5:14:39 p. m.	2,3
18	BOLIVAR	5:24:18 p. m.	4,9
17	ENVIGADO	5:32:42 p. m.	4,2
48	CITI PLAZA ENVIGADO	5:34:51 p. m.	0,65
19	ITAGUI	5:41:41 p. m.	3,3
6	OFIC CORPORATIVA Y EMPRESARIAL MILLA DE ORO	5:54:41 p. m.	6,8
10	CENTRO DE RECAUDO Y PAGO COLTEJER	6:25:00 p. m.	5,6
1	CENTRO DE CANJE	6:50:00 p. m.	11,1
33	TERMINAL SUR	7:25:00 p. m.	5,4
36	MONTERREY	7:30:25 p. m.	2,5
14	MEDELLIN CENTRO	7:40:14 p. m.	5
12	CENCOSUD JUMBO LA 65	7:47:46 p. m.	3,7
27	BELLO	7:53:11 p. m.	2,5
41	CENCOSUD METRO ITAGUI	7:54:53 p. m.	0,4
7	FLORIDA PARQUE	8:00:49 p. m.	2,8
8	ÉXITO LAURELES	8:20:00 p. m.	6,3
2	SAN DIEGO	8:30:21 p. m.	5,3
20	ÉXITO COLOMBIA	8:37:21 p. m.	3,4
26	UNICENTRO (MEDELLIN)	8:43:18 p. m.	2,8
1	CENTRO DE CANJE	9:15:00 p. m.	8,1

Tabla 45: Ruta para el motorizado 1 con datos modificados

MOTOCICLISTA 2			
OFICINA	NOMBRE DE LA OFICINA	HORA DE LLEGADA	DISTANCIA (KM)
1	CENTRO DE CANJE	2:00:00p.m.	-
31	LA AMERICA	2:40:00 p. m.	20,7
13	CENTRAL MAYORISTA	2:57:04 p. m.	9,1
26	UNICENTRO (MEDELLIN)	3:00:53 p. m.	1,6
46	UNICENTRO MEDELLIN 2	3:02:30 p. m.	0,35
50	OLAYA HERRERA	3:11:37 p. m.	4,6
52	INTER PLAZA	3:18:58 p. m.	3,6
30	VISITACION	3:23:09 p. m.	1,8
5	SAN LUCAS	3:28:34 p. m.	2,5
6	OFIC CORPORATIVA Y EMPRESARIAL MILLA DE ORO	3:36:26 p. m.	3,9
16	EL POBLADO	3:39:34 p. m.	1,2
25	LA MOTTA	3:49:44 p. m.	5,2
1	CENTRO DE CANJE	4:00:26 p. m.	5,5
42	EXITO ROBLEDO	4:25:00 p. m.	12,5
8	ÉXITO LAURELES	4:40:00 p. m.	3,7
52	INTER PLAZA	4:54:56 p. m.	7,9
28	LA ESTACION	5:01:04 p. m.	2,9
14	MEDELLIN CENTRO	5:05:00 p. m.	1
22	AYACUCHO	5:10:00 p. m.	1,8
27	BELLO	5:12:56 p. m.	1,1
41	CENCOSUD METRO ITAGUI	5:14:39 p. m.	0,4
49	SECTOR NUTIBARA	5:15:56 p. m.	0,16
20	ÉXITO COLOMBIA	5:21:52 p. m.	2,8
29	PREMIUM PLAZA	5:29:56 p. m.	4
2	SAN DIEGO	5:34:28 p. m.	2
3	CARACAS	5:38:49 p. m.	1,9
36	MONTERREY	5:48:28 p. m.	4,9
50	OLAYA HERRERA	5:51:35 p. m.	1,2
44	PLAZA LA LIBERTAD	5:57:42 p. m.	2,9
1	CENTRO DE CANJE	6:50:00 p. m.	9,3
43	CENCOSUD METRO BELLO	7:25:00 p. m.	5,6
11	CENCOSUD JUMBO LAS VEGAS	7:40:00 p. m.	6,4
40	EL TESORO	8:25:00 p. m.	4,6
29	PREMIUM PLAZA	8:36:14 p. m.	5,8
38	LOS MOLINOS	8:44:39 p. m.	4,2
1	CENTRO DE CANJE	9:15:00 p. m.	7,3

Tabla 46: Ruta para el motorizado 2 con datos modificados

MOTOCICLISTA 3			
OFICINA	NOMBRE DE LA OFICINA	HORA DE LLEGADA	DISTANCIA (KM)
1	CENTRO DE CANJE	2:00:00p.m.	-
11	CENCOSUD JUMBO LAS VEGAS	2:45:00 p. m.	4,6
40	EL TESORO	2:54:07 p. m.	4,6
36	MONTERREY	3:01:49 p. m.	3,8
51	PUNTO CLAVE	3:07:25 p. m.	2,6
49	SECTOR NUTIBARA	3:16:21 p. m.	4,5
7	FLORIDA PARQUE	3:22:39 p. m.	3
37	TERMINAL DEL NORTE	3:27:21 p. m.	2,1
1	CENTRO DE CANJE	3:55:00 p. m.	12,6
43	CENCOSUD METRO BELLO	4:25:00 p. m.	5,6
7	FLORIDA PARQUE	4:55:00 p. m.	5,4
40	EL TESORO	5:14:53 p. m.	10,7
30	VISITACION	5:19:14 p. m.	1,9
39	OVIEDO	5:23:04 p. m.	1,6
16	EL POBLADO	5:27:56 p. m.	2,2
32	BELEN	5:39:00 p. m.	5,7
21	JUNIN	5:48:28 p. m.	4,8
1	CENTRO DE CANJE	6:50:00 p. m.	9,4
42	EXITO ROBLEDO	8:25:00 p. m.	12,5
47	PUERTA DEL NORTE	8:35:00 p. m.	5
1	CENTRO DE CANJE	9:15:00 p. m.	10,1

Tabla 47: Ruta para el motorizado 3 con datos modificados

MOTOCICLISTA 4			
OFICINA	NOMBRE DE LA OFICINA	HORA DE LLEGADA	DISTANCIA (KM)
1	CENTRO DE CANJE	2:00:00p.m.	-
42	EXITO ROBLEDO	2:45:00 p. m.	12,5
47	PUERTA DEL NORTE	2:54:49 p. m.	5
2	SAN DIEGO	2:59:32 p. m.	2,1
41	CENCOSUD METRO ITAGUI	3:03:53 p. m.	1,9
9	SANTAFE MEDELLIN	3:17:56 p. m.	7,4
17	ENVIGADO	3:26:32 p. m.	4,3
45	MILLA DE ORO	3:34:35 p. m.	4
1	CENTRO DE CANJE	3:55:00 p. m.	4,5
34	PLATINO	4:55:00 p. m.	1,8
46	UNICENTRO MEDELLIN 2	5:11:42 p. m.	8,9
24	CALASANZ	5:18:32 p. m.	3,3
38	LOS MOLINOS	5:25:53 p. m.	3,6
23	SANTA TERESITA	5:31:18 p. m.	2,5
37	TERMINAL DEL NORTE	5:44:39 p. m.	7
1	CENTRO DE CANJE	6:50:00 p. m.	12,6
39	OVIEDO	8:30:00 p. m.	5,1
9	SANTAFE MEDELLIN	8:35:00 p. m.	1,6
1	CENTRO DE CANJE	9:15:00 p. m.	4,2

Tabla 48: Ruta para el motorizado 4 con datos modificados

MOTOCICLISTA 5			
OFICINA	NOMBRE DE LA OFICINA	HORA DE LLEGADA	DISTANCIA (KM)
1	CENTRO DE CANJE	2:00:00p.m.	-
24	CALASANZ	2:50:00 p. m.	9,8
20	ÉXITO COLOMBIA	2:55:46 p. m.	2,7
23	SANTA TERESITA	3:03:18 p. m.	3,7
21	JUNIN	3:15:00 p. m.	5,2
32	BELEN	3:24:49 p. m.	5
8	ÉXITO LAURELES	3:29:21 p. m.	2
38	LOS MOLINOS	3:33:42 p. m.	1,9
1	CENTRO DE CANJE	3:55:00 p. m.	7,3
26	UNICENTRO (MEDELLIN)	5:15:00 p. m.	8,2
47	PUERTA DEL NORTE	5:21:28 p. m.	3,1
51	PUNTO CLAVE	5:26:11 p. m.	2,1
4	PUNTO ESPECIALIZADO DEL TRÁNSITO	5:33:00 p. m.	3,3
45	MILLA DE ORO	5:46:32 p. m.	7,1
1	CENTRO DE CANJE	6:50:00 p. m.	4,5

Tabla 49: Ruta para el motorizado 5 con datos modificados

MOTOCICLISTA 6			
OFICINA	NOMBRE DE LA OFICINA	HORA DE LLEGADA	DISTANCIA (KM)
1	CENTRO DE CANJE	2:00:00p.m.	-
39	OVIEDO	2:55:00 p. m.	5,1
48	CITI PLAZA ENVIGADO	3:03:04 p. m.	4
12	CENCOSUD JUMBO LA 65	3:25:00 p. m.	10,8
1	CENTRO DE CANJE	3:55:00 p. m.	9
31	LA AMERICA	5:15:00 p. m.	20,7
13	CENTRAL MAYORISTA	5:32:04 p. m.	9,1
1	CENTRO DE CANJE	6:50:00 p. m.	14,1

Tabla 50: Ruta para el motorizado 6 con datos modificados

MOTOCICLISTA 7			
OFICINA	NOMBRE DE LA OFICINA	HORA DE LLEGADA	DISTANCIA (KM)
1	CENTRO DE CANJE	2:00:00p.m.	-
35	LA FRONTERA	3:30:00 p. m.	4,1
19	ITAGUI	3:39:28 p. m.	4,8
1	CENTRO DE CANJE	3:55:00 p. m.	3,1
25	LA MOTTA	5:20:00 p. m.	4,7
15	LA SETENTA	5:30:11 p. m.	5,2
1	CENTRO DE CANJE	6:50:00 p. m.	8,9

Tabla 51: Ruta para el motorizado 7 con datos modificados

A continuación se muestran los parámetros del salario a tener en cuenta para cada motociclista y coordinador en la función objetivo, teniendo en cuenta los valores presentados en el capítulo 7, y los costos y gastos generados por la operación de transporte,

Motociclista	Descripción	Valor Salario Anual
1	Salario Jornada Completa + (40 horas extras mensuales)	\$ 13.066.668,00
2	Salario Jornada Completa	\$ 11.526.828,00
3	Salario Jornada Completa	\$ 11.526.828,00
4	Salario Jornada Completa	\$ 11.526.828,00
5	Salario Media Jornada + (20 horas extras mensuales)	\$ 6.533.334,00
6	Salario Media Jornada + (20 horas extras mensuales)	\$ 6.533.334,00
7	Salario Media Jornada + (20 horas extras mensuales)	\$ 6.533.334,00

Tabla 52: Salario anual por motociclista modelo con datos modificados

Coordinador	Descripción	Valor Salario Anual
1	Salario Jornada Completa + (40 horas extras mensuales)	\$ 16.298.916,00

Tabla 53: Salario anual por motociclista modelo con datos modificados

	Costo	Unidades requeridas	Costo total anual	Observaciones
Casco	\$ 30.000	7	\$ 210.000	Un casco por motociclista
Tula de mensajería	\$ 100.000	7	\$ 700.000	Una tula de mensajería por motociclista
Traje impermeable	\$ 35.000	7	\$ 245.000	Un traje impermeable por motociclista
GPS	\$ 125.000	7	\$ 875.000	Un GPS por moto
Celular	\$ 200.000	8	\$ 1.600.000	Un celular por empleado
Chaleco reflectivo	\$ 60.000	7	\$ 420.000	Un chaleco reflectivo por motociclista
Botas industriales	\$ 18.000	24	\$ 432.000	Tres botas industriales por empleado
Pantalón	\$ 26.000	24	\$ 624.000	Tres pantalones por empleado
Camiseta	\$ 15.000	40	\$ 600.000	Cinco camisetas por empleado
Chaqueta con logo	\$ 49.500	16	\$ 792.000	Dos chaquetas con logo por empleado
Tablet	\$ 735.920	1	\$ 735.920	Una tablet por coordinador
Costo anual plataforma	\$ 100.000	1	\$ 100.000	Plataforma de vigilancia GPS por coordinador
COSTO ANUAL ASOCIADO AL PROCESO DE TRANSPORTE			\$	7.333.920

Tabla 54: Costo anual asociado al proceso de transporte con datos modificados

	Gasto	Unidades requeridas	Costo total mensual	Observaciones
Parqueadero	\$ 60.000	7	\$ 420.000	Gasto mensual por moto
Plan Gps y/o Tablet	\$ 26.900	8	\$ 215.200	Gasto mensual por empleado
Plan celular	\$ 41.200	8	\$ 329.600	Gasto mensual por empleado
Mantenimiento	\$ 100.000	7	\$ 700.000	Gasto mensua por motocicleta
Contingencias	\$ 500.000	1	\$ 500.000	Gasto mensual por flota de motociclistas
Gasto mensual asociado al proceso de transporte			\$	2.164.800
GASTO ANUAL ASOCIADO AL PROCESO DE TRANSPORTE			\$	25.977.600

*Contingencias: (Comparendos, deducibles, accidentes, reparaciones, repuestos)

Tabla 55: Gasto anual asociado al proceso de transporte con datos modificados

	Mensual	Anual
Depreciaciones	\$ 575.089	\$ 6.901.067
Diferidos	\$ 348.041	\$ 4.176.487
DEPRECIACIONES Y DIFERIDOS ANUALES	\$	11.077.554

Tabla 56: Depreciaciones y diferidos anuales con datos modificados

	Tarifa	Consumo	Costo por kilometro recorrido	Kilometros recorridos	Días hábiles anuales
Consumo de gasolina	\$10.000 / Galón	344 kms por galón	\$ 29,07	732,76 kilometros / día	242
CONSUMO DE GASOLINA ANUAL		\$			5.154.881

Tabla 57: Consumo de gasolina anual con datos modificados

Valor Funcion objetivo	\$ 133.090.025,06
-------------------------------	--------------------------

Tabla 58: Valor Función Objetivo con cambios en tiempo y unificación de puntos¹⁸

¹⁸ La función objetivo consta de: Salarios, costo de combustible por kilómetros recorridos (\$10.000 COP por galón de combustible), depreciaciones (compra motocicletas), diferidos (seguro obligatorio, seguro contra todo riesgo), costos y gastos generados por la operación de transporte.

8.3 Análisis de sensibilidad

El análisis de sensibilidad es un método que permite evaluar el impacto en la función objetivo por el cambio en los parámetros del sistema, por lo tanto en la tabla que se muestra a continuación, se evidencian los cambios generales dentro de las variables del problema y de la función objetivo a partir de los cambios realizados entre el modelo con datos originales y el modelo con los cambios,

	Modelo Datos Originales	Modelo con cambios	Variación
Nodos a visitar	130	125	-3,85%
Cantidad de motociclistas	11	7	-36%
Cantidad de coordinadores	1	1	0%
Distancia total recorrida (Km)	833,61	732,76	-12,10%
Valor función objetivo	\$ 185.775.499,75	\$ 133.090.025,06	-28,36%

Tabla 58: Análisis de sensibilidad

La tabla 58 expresa detalladamente el cambio en las variables del modelo a partir de las modificaciones realizadas en los parámetros, donde se evidencian los porcentajes de disminución generados a partir de las modificaciones realizadas.

9. Análisis Financiero

Los siguientes son los parámetros utilizados para la realización del análisis financiero:

Indicador VPN	
Tasa de Oportunidad (periódico mes vencido)	2,17%
Horizonte de evaluación	36 meses
IPC Segundo Año	2%
IPC Tercer Año	3%

Tabla 59: Parámetros Análisis financiero

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
AHORRO PAGO OUTSOURCING	\$ -	\$ 13.633	\$ 13.633	\$ 13.633	\$ 13.633	\$ 13.633	\$ 13.633	\$ 13.633	\$ 13.633	\$ 13.633	\$ 13.633	\$ 13.633	\$ 13.633
DEPRECIACION	\$ -	\$ 575	\$ 575	\$ 575	\$ 575	\$ 575	\$ 575	\$ 575	\$ 575	\$ 575	\$ 575	\$ 575	\$ 575
DIFERIDO	\$ -	\$ 348	\$ 348	\$ 348	\$ 348	\$ 348	\$ 348	\$ 348	\$ 348	\$ 348	\$ 348	\$ 348	\$ 348
SALARIOS	\$ -	\$ 6.962	\$ 6.962	\$ 6.962	\$ 6.962	\$ 6.962	\$ 6.962	\$ 6.962	\$ 6.962	\$ 6.962	\$ 6.962	\$ 6.962	\$ 6.962
CONSUMO GASOLINA		\$ 429,67	\$ 429,67	\$ 429,67	\$ 429,67	\$ 429,67	\$ 429,67	\$ 429,67	\$ 429,67	\$ 429,67	\$ 429,67	\$ 429,67	\$ 429,67
GASTOS OPERACIÓN	\$ -	\$ 2.165	\$ 2.165	\$ 2.165	\$ 2.165	\$ 2.165	\$ 2.165	\$ 2.165	\$ 2.165	\$ 2.165	\$ 2.165	\$ 2.165	\$ 2.165
INVERSION	-\$32.214	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
TOTAL	-\$32.214	\$ 3.153	\$ 3.153	\$ 3.153	\$ 3.153	\$ 3.153	\$ 3.153	\$ 3.153	\$ 3.153	\$ 3.153	\$ 3.153	\$ 3.153	\$ 3.153

Tabla 600: Primer año del horizonte de análisis en miles de pesos

	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
AHORRO PAGO OUTSOURCING	\$ 13.905	\$ 13.905	\$ 13.905	\$ 13.905	\$ 13.905	\$ 13.905	\$ 13.905	\$ 13.905	\$ 13.905	\$ 13.905	\$ 13.905	\$ 13.905
DEPRECIACION	\$ 587	\$ 587	\$ 587	\$ 587	\$ 587	\$ 587	\$ 587	\$ 587	\$ 587	\$ 587	\$ 587	\$ 587
DIFERIDO	\$ 355	\$ 355	\$ 355	\$ 355	\$ 355	\$ 355	\$ 355	\$ 355	\$ 355	\$ 355	\$ 355	\$ 355
SALARIOS	\$ 7.101	\$ 7.101	\$ 7.101	\$ 7.101	\$ 7.101	\$ 7.101	\$ 7.101	\$ 7.101	\$ 7.101	\$ 7.101	\$ 7.101	\$ 7.101
CONSUMO GASOLINA	\$ 438	\$ 438,27	\$ 438,27	\$ 438,27	\$ 438,27	\$ 438,27	\$ 438,27	\$ 438,27	\$ 438,27	\$ 438,27	\$ 438,27	\$ 438,27
GASTOS OPERACIÓN	\$ 2.208	\$ 2.208	\$ 2.208	\$ 2.208	\$ 2.208	\$ 2.208	\$ 2.208	\$ 2.208	\$ 2.208	\$ 2.208	\$ 2.208	\$ 2.208
INVERSION	\$ 7.481	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
TOTAL	-\$ 4.265	\$ 3.216	\$ 3.216	\$ 3.216	\$ 3.216	\$ 3.216	\$ 3.216	\$ 3.216	\$ 3.216	\$ 3.216	\$ 3.216	\$ 3.216

Tabla 611: Segundo año del horizonte de análisis en miles de pesos

	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
AHORRO PAGO OUTSOURCING	\$ 14.322	\$ 14.322	\$ 14.322	\$ 14.322	\$ 14.322	\$ 14.322	\$ 14.322	\$ 14.322	\$ 14.322	\$ 14.322	\$ 14.322	\$ 14.322
DEPRECIACION	\$ 604	\$ 604	\$ 604	\$ 604	\$ 604	\$ 604	\$ 604	\$ 604	\$ 604	\$ 604	\$ 604	\$ 604
DIFERIDO	\$ 366	\$ 366	\$ 366	\$ 366	\$ 366	\$ 366	\$ 366	\$ 366	\$ 366	\$ 366	\$ 366	\$ 366
SALARIOS	\$ 7.314	\$ 7.314	\$ 7.314	\$ 7.314	\$ 7.314	\$ 7.314	\$ 7.314	\$ 7.314	\$ 7.314	\$ 7.314	\$ 7.314	\$ 7.314
CONSUMO GASOLINA	\$ 451	\$ 451,41	\$ 451,41	\$ 451,41	\$ 451,41	\$ 451,41	\$ 451,41	\$ 451,41	\$ 451,41	\$ 451,41	\$ 451,41	\$ 451,41
GASTOS OPERACIÓN	\$ 2.274	\$ 2.274	\$ 2.274	\$ 2.274	\$ 2.274	\$ 2.274	\$ 2.274	\$ 2.274	\$ 2.274	\$ 2.274	\$ 2.274	\$ 2.274
INVERSION	\$ 7.705	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
TOTAL	-\$ 4.393	\$ 3.312	\$ 3.312	\$ 3.312	\$ 3.312	\$ 3.312	\$ 3.312	\$ 3.312	\$ 3.312	\$ 3.312	\$ 3.312	\$ 3.312

Tabla 622: Tercer año del horizonte de análisis en miles de pesos

VPN \$ **36.549.273**

Después de observar el resultado del valor actual de los flujos de caja futuros, se puede concluir que si el Banco Davivienda realizara la inversión propuesta, en un lapso de tiempo de tres años, generaría ahorros por un valor de \$36.549.273 COP, lo cual valida la viabilidad financiera de la propuesta presentada.

10. Conclusiones y Recomendaciones

A continuación se presentan las conclusiones obtenidas a partir del presente trabajo de grado y posteriormente las recomendaciones realizadas al Banco Davivienda S.A.

10.1 Conclusiones

- Se detectaron 4 oportunidades de mejora, las cuales fueron: la capacitación a los empleados de Davivienda que disminuiría el tiempo de espera por parte del motociclista entre un 66% a un 80%, ampliación en las ventanas de tiempo que permitió disminuir la cantidad de motociclistas a usar en un 36%, unificación de posibles puntos tocados generando un ahorro anual para el Banco Davivienda de \$6.240.000 y el diseño de la heurística para determinar las rutas indicadas; las cuales fueron evaluadas dentro de la propuesta con el fin de mejorar el proceso de recolección y transporte de títulos valores y documentos.
- Dentro de la propuesta se utilizaron siete motociclistas, de los cuales cuatro de ellos trabajan una jornada completa y los tres restantes trabajan media jornada.
- La carga de trabajo de los diferentes motociclistas es adecuada para cubrir toda la demanda diaria en la ciudad de Medellín, ya que no presentan actividades ni cargas muy altas diferentes a las adecuadas a su cargo, exceptuando el primer motociclista el cual se le pagará horas extra, ya que él solo cubrirá toda la demanda diurna.
- Las condiciones ergonómicas en el proceso de recolección y transporte de títulos valores se mejoraron en un 100%, pues ningún motociclista en su jornada diaria excede el peso permitido de 30 kilogramos, generando así, mayor conformidad en el rol de trabajo y mayor productividad.
- El costo del proceso de recolección y transporte de títulos valores y documentos para el Banco Davivienda es actualmente de \$ 163.592.000 COP anuales y el costo del proceso con la propuesta hecha es de \$133.090.025 COP generando un ahorro de \$30.501.974 COP al año lo que representa el 18.65%.
- Con la aplicación de la propuesta, el proceso de recolección y transporte de títulos valores y documentos pasa de ser compartido, a ser exclusivo.

- A partir del modelo realizado, solo aplicando la heurística realizada por los autores y sin tener en cuenta las demás oportunidades de mejora, el costo del proceso de recolección y transporte de títulos valores y documentos aumenta en 13.56% que representa \$22.183.499 COP sin embargo el proceso es completamente exclusivo para el banco.

10.2 Recomendaciones

1. Capacitar y generar conciencia en los trabajadores del Banco en la importancia de preparar y entregar el canje y los documentos a tiempo.

Este tipo de capacitación es justificada para prevenir posibles sobrecostos por la no entrega de canje y documentos, ya que si no se entregan en el tiempo establecido, el motociclista se deberá retirar de la oficina, por lo cual será necesario pagar una visita no planeada; además de esto, es necesario tener todo a tiempo para así asegurarse que cada uno de los motociclistas pueda realizar su ruta según lo planeado.

2. Unificar puntos o visitas de una misma oficina

Dentro del grupo de 51 oficinas del perímetro urbano de la ciudad de Medellín, existen oficinas que presentan recorridos innecesarios, es decir, que no existe un tiempo considerable entre una recolección y otra, lo que significa que no es necesario realizar la visita dos veces.

3. Renegociar las tarifas con el ente outsourcing.

Debido a que la empresa outsourcing, quien realiza el proceso de recolección y transporte de títulos valores y documentos, tiene una alianza con el Banco, la cual incluye la realización de otros procesos similares, esta propuesta de mejoramiento puede ser utilizada para negociar la tarifa impuesta al Banco de \$ 5.200 COP por punto tocado.

4. Desarrollar el modelo a escala Nacional.

Se deben evaluar las rutas con el fin de implementar el modelo a nivel nacional.

11. Bibliografía

Alcaldía de Medellín. (s.f.). Obtenido de

http://www.medellin.gov.co/transito/sistema_inteligente_movilidad.html

Alonso, S., Cordón, O., Fernandez de Viana, I., & Herrera, F. (s.f.). La metaheurística de optimización basada en Colonias de hormigas: Modelos y Nuevos Enfoques.

Anaya Tejero, J. J. (2011). *Logística Integral La gestión operativa de la empresa*. Madrid: ESIC.

Arito, F. (2010). *Algoritmo de optimización basados en colonias de hormigas aplicados al problema de asignación cuadrática y otros problemas relacionados*. Universidad Nacional de San Luis, San Luis.

Avantel. (s.f.). Obtenido de Mercado Libre: <http://listado.mercadolibre.com.co/celular-avantel>

Bae, S.-T., Hwang, H. S., Cho, G.-S., & Goan, M.-J. (2007). Integrated GA-VRP solver for multi-depot system. *Computers & Industrial Engineering*, 233-240.

Bajaj. (s.f.). Obtenido de <http://www.bajaj.com.co/productos/bajaj/motos/b-xer/ct-100#information>

Ballou, R. H. (2004). *Logística Administración de la cadena de suministro*. México: Pearson.

Barán, B., & Hermosilla, A. (s.f.). Comparación de un sistema de colonias de hormigas y una estrategia evolutiva para el problema de ruteo de vehículos con ventanas de tiempos y un contexto multiobjetivo.

Bazgan, C., Hassin, R., & Monnot, J. (2005). Approximation algorithms for some vehicle routing problems. *Discrete Applied Mathematics*, 27-42.

Botas industriales. (s.f.). Obtenido de Mercado Libre: http://articulo.mercadolibre.com.co/MCO-410478892-botas-industriales-_JM

Casco. (s.f.). Obtenido de Mercado Libre: http://articulo.mercadolibre.com.co/MCO-409812194-casco-integral-spd-622-nacional-moto-tip-piloto-envio-gratis-_JM

Chalexo motocicleta. (s.f.). Obtenido de Mercado libre: http://articulo.mercadolibre.com.co/MCO-410264222-chaleco-moto-negro-con-rayas-reflectivas-marca-sport-leader-_JM

Chang, Y., & Chen, L. (2007). Solve the vehicle routing problem with time windows via a genetic algorithm. *Discrete and continuous dynamical systems supplement*, 240-249.

Chaqueta. (s.f.). Obtenido de Mercado Libre: http://articulo.mercadolibre.com.co/MCO-409817253-chaquetas-y-chalecos-uniformes-con-logo-confeccion-medellin-_JM

Contardo Vera, C. (2005). *Formulación y solución de un problema de ruteo de vehículos con demanda variable en tiempo real, trasbordos y ventanas de tiempo*.

Daza, J. M., Montoya, J. R., & Narducci, F. (2009). Resolución del problema de enrutamiento de vehículos con limitaciones de capacidad utilizando un procedimiento metaheurístico de dos fases. *EIAN*, ISSN, 23-38.

Delgado, E. (s.f.). Desarrollo de un Algoritmo Fundamentado en la Búsqueda Tabú para el Problema de Ruteo de Vehículos (VRP).

Dotación. (s.f.). Obtenido de Mercado Libre: http://articulo.mercadolibre.com.co/MCO-410477265-uniformes-industriales-_JM#questionText

Edwards, C. H., & Penney, D. E. (2008). *Cálculo con trascendentes tempranas*. México: Prentice Hall.

El Universal. (s.f.). Obtenido de <http://www.eluniversal.com.co/economica/sector-financiero-tendria-un-crecimiento-de-57-para-el-2014-138706>

Flamingo. (s.f.). Obtenido de <http://www.flamingo.com.co/catalogo/37/77>

Glover, F., & Kochenberger, G. (2003). *Handbook of Metaheuristics*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.

Glover, F., & Melián, B. (2003). Búsqueda Tabú. *Revista Iberoamericana de Inteligencia Artificial*, 29-48.

González Vargas, G., & González Aristizabal, F. (2006). Metaheurísticas aplicadas al ruteo de vehículos. Un caso de estudio. Parte 1: formulación del problema. *Revista Ingeniería e Investigación*, 149-156.

GPS. (s.f.). Obtenido de Mercado Libre: <http://electronica.mercadolibre.com.co/equipos-gps/gps-para-moto>

Grassard, G., & Bratley, T. (1997). *Fundamentos de algoritmia*. Madrid: Prentice Hall.

Hass, G., & Zoltners, A. A. (1977). A computerized bank check collection vehicle routing system.

Hill, A. V. (1977). Structuring and solving the bank messenger vehicle scheduling problem.

Hill, A. V., & McKenzie, J. P. (1977). A computer algorithm for messenger vehicle scheduling at Ohio National Bank proceedings.

- Hill, A. V., & Wybark, D. C. (1982). A computer-based approach to the bank courier problem. *Decision Sciences*, 251-265.
- Hill, A. V., Mabert, V. A., & Montgomery, D. W. (1988). A decision support system for the courier vehicle scheduling problem.
- Hillier, F. S., & Lieberman, G. J. (2010). *Introducción a la Investigación de Operaciones*. México: McGraw Hill.
- Holland, J. (1975). *Adaptation in Natural and Artificial Systems*. University of Michigan.
- Kaplan, R. S., & Norton, D. P. (s.f.). *El cuadro de mando integral*. 2009: Harvard Business Press.
- Kek, A. G., Cheu, R. L., & Meng, Q. (2008). Distance-constrained capacitated vehicle routing problems with flexible assignment of start and end depots. *Mathematical and computer modelling*, 140-152.
- Mabert, V. A., & Mckenzie, J. P. (1980). Improving bank operations: A case study at BancOhio/Ohio National Bank.
- Masesa. (s.f.). Obtenido de <http://www.masesa.com/motos/ct-100/>
- Menéndez Alonso, e. (s.f.). Metaheurística de optimización mediante colonias de hormigas y aplicaciones.
- MercadoLibre. (s.f.). Obtenido de http://articulo.mercadolibre.com.co/MCO-409812194-casco-integral-spd-622-nacional-moto-tip-piloto-envio-gratis-_JM
- Ministerio de Trabajo. (s.f.). Obtenido de <http://www.mintrabajo.gov.co/calculadora-laboral.html>
- Ministerio de Trabajo. (s.f.). Obtenido de <http://www.mintrabajo.gov.co/preguntas-frecuentes/jornada-de-trabajo.html>
- Mundial Seguros. (s.f.). Obtenido de http://www.cfa.com.co/pdfs/tarifas_soat_cfa_2014.pdf
- Piedrahita, H. (2006). Costs of Work-Related Musculoskeletal Disorders (MSDs) in Developing Countries: Colombia Case. *12*(4), 379-386.
- Plan Avantel. (s.f.). Obtenido de Avantel: <http://www.avantel.co/planes-corporativos-aniversario.html>
- Plan GPS. (s.f.). Obtenido de Tigo: <http://www.tigo.com.co/personas/planes/internet-movil/para-el-computador-tablets>
- Planeta Motos. (s.f.). Obtenido de <http://www.planetamotos.com.co/index.php/productos/bajaj/boxer/ct-100-detail.html>

Plataforma Gps. (s.f.). Obtenido de Mercado Libre: http://articulo.mercadolibre.com.co/MCO-410323438-localizador-satelital-gps-tracker-moto-o-carro-antirrobo-_JM

Punto Clave. (s.f.). Obtenido de <http://www.puntoclave.com.co/sitio/nuestro-dia-a-dia/nuevas-tarifas-de-parqueadero-para-el-201>

Pureza, V., Morabito, R., & Reimann, M. (2012). Vehicle routing with multiple deliverymen: Modeling and heuristic approaches for the VRPTW. *European journal of Operational Research* 218, 636-647.

Rodríguez Ortiz, C. (2010). Algoritmos heurísticos y metaheurísticos para el problema de localización de regeneradores .

Salto Atencia, R., & Aceves García, R. (2012). Aplicación de la metaheurística Búsqueda de la Armonía para resolver el problema de ruteo de vehículos con inventarios. *Tecnológica ESPOL*.

Seguros Alfa. (s.f.). Obtenido de http://www.segurosalfa.com.co/pls/portal/docs/PAGE/SEGUROSALFA/CONT/DECRETO_1607.PDF

Serna, O. L. (2009). *Administración Financiera Fundamentos y Aplicaciones*. Cali: Prensa moderna impresores S.A.

SIM BOGOTA. (s.f.). Obtenido de https://www.simbogota.com.co/index.php?option=com_content&view=article&id=15:matricula-de-vehiculo-o-registro-inicial&catid=20&Itemid=250

Svestka, J. A. (1976). A system model for controlling the operations of check processing in a branch bank network.

Tablet. (s.f.). Obtenido de Exito: <http://www.exito.com/products/0001604305342924/Galaxy+Tab+3+10.1+3g+Negra?nocity>

Taha, H. A. (2004). *Investigación de Operaciones*. México: Pearson Educación.

Tantavilca Paucar, K. C. (2009). Modelo de ruteo de vehículos con ventanas de tiempo para optimizar el proceso de distribución de una empresa comercializadora de materiales para la construcción.

Traje impermeable. (s.f.). Obtenido de Mercado Libre: http://articulo.mercadolibre.com.co/MCO-410619820-traje-impermeable-chaqueta-y-pantalon-pvc-termosellado-_JM

Winston, F. (1996). Investigación de operaciones. En F. Winston, *Investigación de operaciones* (pág. 500). MEXico: ALfa.

Wolsey, L. A. (s.f.). *Integer Programming*. John Wiley & Sons.

Zappe, C., Venkataramanan, M. A., & Murthy, I. (1995). An interactive decision support system for the bank courier routing problem. *Pergamon*, 1-11.

12. Anexos

Anexo 1: Matriz de recorridos

OFICINA	NOMBRE OFICINA	RECORRIDOS			
		Hora	Hora	Hora	Hora
1	CENTRO DE CANJE	12:45:00 p. m.	4:00:00 p. m.	6:55:00 p. m.	9:20:00 p. m.
2	SAN DIEGO	2:55:00 p. m.	5:30:00 p. m.	20.30	
3	CARACAS		3:20:00 p. m.	5:40:00 p. m.	
4	PUNTO ESPECIALIZADO DEL TRÁNSITO		5:10:00 p. m.	5:45:00 p. m.	
5	SAN LUCAS	3:30:00 p. m.	5:00:00 p. m.		
6	OFIC CORPORATIVA Y EMPRESARIAL MILLA DE ORO	3:35:00 p. m.	5:50:00 p. m.		
7	FLORIDA PARQUE	3:20:00 p. m.	5:00:00 p. m.	8:00:00 p. m.	
8	ÉXITO LAURELES	3:30:00 p. m.	4:45:00 p. m.	8:25:00 p. m.	
9	SANTAFE MEDELLIN		3:20:00 p. m.	5:10:00 p. m.	8:40:00 p. m.
10	CENTRO DE RECAUDO Y PAGO COLTEJER	3:35:00 p. m.	6:30:00 p. m.		
11	CENCOSUD JUMBO LAS VEGAS	2:50:00 p. m.	4:30:00 p. m.	7:45:00 p. m.	
12	CENCOSUD JUMBO LA 65		3:30:00 p. m.	4:40:00 p. m.	7:45:00 p. m.
13	CENTRAL MAYORISTA		3:00:00 p. m.	5:30:00 p. m.	
14	MEDELLIN CENTRO	10:20:00 a. m.	3:30:00 p. m.	5:10:00 p. m.	7:40:00 p. m.
15	LA SETENTA		3:10:00 p. m.	5:30:00 p. m.	
16	EL POBLADO		3:35:00 p. m.	5:30:00 p. m.	
17	ENVIGADO		3:25:00 p. m.	5:30:00 p. m.	
18	BOLIVAR	11:35:00 a. m.	5:20:00 p. m.		
19	ITAGUI	3:40:00 p. m.	5:30:00 p. m.		
20	ÉXITO COLOMBIA		3:00:00 p. m.	5:20:00 p. m.	8:35:00 p. m.
21	JUNIN		3:20:00 p. m.	5:30:00 p. m.	
22	AYACUCHO	4:20:00 p. m.	5:25:00 p. m.		
23	SANTA TERESITA		3:00:00 p. m.	5:35:00 p. m.	
24	CALASANZ	2:55:00 p. m.	5:20:00 p. m.		
25	LA MOTTA	3:45:00 p. m.	5:25:00 p. m.		
26	UNICENTRO (MEDELLIN)	11:30:00 a. m.	3:00:00 p. m.	5:20:00 p. m.	8:40:00 p. m.
27	BELLO	2:30:00 p. m.	5:15:00 p. m.	7:50:00 p. m.	
28	LA ESTACION	3:25:00 p. m.	4:30:00 p. m.	5:30:00 p. m.	
29	PREMIUM PLAZA	11:20:00 a. m.	2:40:00 p. m.	5:25:00 p. m.	8:35:00 p. m.
30	VISITACION		3:20:00 p. m.	4:40:00 p. m.	5:35:00 p. m.
31	LA AMERICA	2:45:00 p. m.	5:05:00 p. m.	5:30:00 p. m.	
32	BELEN	3:20:00 p. m.	5:40:00 p. m.		
33	TERMINAL SUR		2:55:00 p. m.	4:35:00 p. m.	7:30:00 p. m.
34	PLATINO	2:45:00 p. m.	5:00:00 p. m.		
35	LA FRONTERA	3:35:00 p. m.	5:10:00 p. m.		
36	MONTERREY		3:00:00 p. m.	5:45:00 p. m.	7:30:00 p. m.
37	TERMINAL DEL NORTE	3:25:00 p. m.	5:30:00 p. m.		
38	LOS MOLINOS	11:30:00 a. m.	3:30:00 p. m.	5:25:00 p. m.	8:40:00 p. m.
39	OVIEDO	11:35:00 a. m.	3:00:00 p. m.	5:20:00 p. m.	8:35:00 p. m.
40	EL TESORO	2:50:00 p. m.	5:10:00 p. m.	8:30:00 p. m.	
41	CENCOSUD METRO ITAGUI	3:00:00 p. m.	5:15:00 p. m.	7:55:00 p. m.	
42	EXITO ROBLEDO		2:50:00 p. m.	4:30:00 p. m.	8:30:00 p. m.
43	CENCOSUD METRO BELLO	3:05:00 p. m.	4:30:00 p. m.	7:30:00 p. m.	
44	PLAZA LA LIBERTAD	3:45:00 p. m.	5:30:00 p. m.		
45	MILLA DE ORO		3:30:00 p. m.	5:45:00 p. m.	
46	UNICENTRO MEDELLIN 2	3:05:00 p. m.	5:10:00 p. m.		
47	PUERTA DEL NORTE	2:50:00 p. m.	5:20:00 p. m.	8:40:00 p. m.	
48	CITI PLAZA ENVIGADO		3:00:00 p. m.	5:30:00 p. m.	
49	SECTOR NUTIBARA	3:15:00 p. m.	5:15:00 p. m.		
50	OLAYA HERRERA	3:10:00 p. m.	5:50:00 p. m.		
51	PUNTO CLAVE	3:10:00 p. m.	5:25:00 p. m.		
52	INTER PLAZA	3:15:00 p. m.	4:50:00 p. m.		

Anexo 2: Matriz de ventanas de tiempo

OFICINA	NOMBRE OFICINA	INTERVALOS DE TIEMPO EN CADA RECORRIDO							
		1	2	3	4	5	6	7	8
1	CENTRO DE CANJE	12:40:00 p. m.	12:50:00 p. m.	3:55:00 p. m.	4:05:00 p. m.	6:50:00 p. m.	7:00:00 p. m.	9:15:00 p. m.	9:25:00 p. m.
2	SAN DIEGO	2:50:00 p. m.	3:00:00 p. m.	5:25:00 p. m.	5:35:00 p. m.	8:25:00 p. m.	8:35:00 p. m.		
3	CARACAS			3:15:00 p. m.	3:25:00 p. m.	5:35:00 p. m.	5:45:00 p. m.		
4	PUNTO ESPECIALIZADO DEL TRÁNSITO			5:05:00 p. m.	5:15:00 p. m.	5:40:00 p. m.	5:50:00 p. m.		
5	SAN LUCAS	3:25:00 p. m.	3:35:00 p. m.	4:55:00 p. m.	5:05:00 p. m.				
6	OFIC CORPORATIVA Y EMPRESARIAL MILLA DE ORO	3:30:00 p. m.	3:40:00 p. m.	5:45:00 p. m.	5:55:00 p. m.				
7	FLORIDA PARQUE	3:15:00 p. m.	3:25:00 p. m.	4:55:00 p. m.	5:05:00 p. m.	7:55:00 p. m.	8:05:00 p. m.		
8	ÉXITO LAURELES	3:25:00 p. m.	3:35:00 p. m.	4:40:00 p. m.	4:50:00 p. m.	8:20:00 p. m.	8:30:00 p. m.		
9	SANTAFE MEDELLIN			3:15:00 p. m.	3:25:00 p. m.	5:05:00 p. m.	5:15:00 p. m.	8:35:00 p. m.	8:45:00 p. m.
10	CENTRO DE RECAUDO Y PAGO COLTEJER	3:30:00 p. m.	3:40:00 p. m.	6:25:00 p. m.	6:35:00 p. m.				
11	CENCOSUD JUMBO LAS VEGAS	2:45:00 p. m.	2:55:00 p. m.	4:25:00 p. m.	4:35:00 p. m.	7:40:00 p. m.	7:50:00 p. m.		
12	CENCOSUD JUMBO LA 65			3:25:00 p. m.	3:35:00 p. m.	4:35:00 p. m.	4:45:00 p. m.	7:40:00 p. m.	7:50:00 p. m.
13	CENTRAL MAYORISTA			2:55:00 p. m.	3:05:00 p. m.	5:25:00 p. m.	5:35:00 p. m.		
14	MEDELLIN CENTRO	10:15:00 a. m.	10:25:00 a. m.	3:25:00 p. m.	3:35:00 p. m.	5:05:00 p. m.	5:15:00 p. m.	7:35:00 p. m.	7:45:00 p. m.
15	LA SETENTA			3:05:00 p. m.	3:15:00 p. m.	5:25:00 p. m.	5:35:00 p. m.		
16	EL POBLADO			3:30:00 p. m.	3:40:00 p. m.	5:25:00 p. m.	5:35:00 p. m.		
17	ENVIGADO			3:20:00 p. m.	3:30:00 p. m.	5:25:00 p. m.	5:35:00 p. m.		
18	BOLIVAR	11:30:00 a. m.	11:40:00 a. m.	5:15:00 p. m.	5:25:00 p. m.				
19	ITAGUI	3:35:00 p. m.	3:45:00 p. m.	5:25:00 p. m.	5:35:00 p. m.				
20	ÉXITO COLOMBIA			2:55:00 p. m.	3:05:00 p. m.	5:15:00 p. m.	5:25:00 p. m.	8:30:00 p. m.	8:40:00 p. m.
21	JUNIN			3:15:00 p. m.	3:25:00 p. m.	5:25:00 p. m.	5:35:00 p. m.		
22	AYACUCHO	4:15:00 p. m.	4:25:00 p. m.	5:20:00 p. m.	5:30:00 p. m.				
23	SANTA TERESITA			2:55:00 p. m.	3:05:00 p. m.	5:30:00 p. m.	5:40:00 p. m.		
24	CALASANZ	2:50:00 p. m.	3:00:00 p. m.	5:15:00 p. m.	5:25:00 p. m.				
25	LA MOTTA	3:40:00 p. m.	3:50:00 p. m.	5:20:00 p. m.	5:30:00 p. m.				
26	UNICENTRO (MEDELLIN)	11:25:00 a. m.	11:35:00 a. m.	2:55:00 p. m.	3:05:00 p. m.	5:15:00 p. m.	5:25:00 p. m.	8:35:00 p. m.	8:45:00 p. m.
27	BELLO	2:25:00 p. m.	2:35:00 p. m.	5:10:00 p. m.	5:20:00 p. m.	7:45:00 p. m.	7:55:00 p. m.		
28	LA ESTACION	3:20:00 p. m.	3:30:00 p. m.	4:25:00 p. m.	4:35:00 p. m.	5:25:00 p. m.	5:35:00 p. m.		
29	PREMIUM PLAZA	11:15:00 a. m.	11:25:00 a. m.	2:35:00 p. m.	2:45:00 p. m.	5:20:00 p. m.	5:30:00 p. m.	8:30:00 p. m.	8:40:00 p. m.
30	VISITACION			3:15:00 p. m.	3:25:00 p. m.	4:35:00 p. m.	4:45:00 p. m.	5:30:00 p. m.	5:40:00 p. m.
31	LA AMERICA	2:40:00 p. m.	2:50:00 p. m.	5:00:00 p. m.	5:10:00 p. m.	5:25:00 p. m.	5:35:00 p. m.		
32	BELEN	3:15:00 p. m.	3:25:00 p. m.	5:35:00 p. m.	5:45:00 p. m.				
33	TERMINAL SUR			2:50:00 p. m.	3:00:00 p. m.	4:30:00 p. m.	4:40:00 p. m.	7:25:00 p. m.	7:35:00 p. m.
34	PLATINO	2:40:00 p. m.	2:50:00 p. m.	4:55:00 p. m.	5:05:00 p. m.				
35	LA FRONTERA	3:30:00 p. m.	3:40:00 p. m.	5:05:00 p. m.	5:15:00 p. m.				
36	MONTERREY			2:55:00 p. m.	3:05:00 p. m.	5:40:00 p. m.	5:50:00 p. m.	7:25:00 p. m.	7:35:00 p. m.
37	TERMINAL DEL NORTE	3:20:00 p. m.	3:30:00 p. m.	5:25:00 p. m.	5:35:00 p. m.				
38	LOS MOLINOS	11:25:00 a. m.	11:35:00 a. m.	3:25:00 p. m.	3:35:00 p. m.	5:20:00 p. m.	5:30:00 p. m.	8:35:00 p. m.	8:45:00 p. m.
39	OVIEDO	11:30:00 a. m.	11:40:00 a. m.	2:55:00 p. m.	3:05:00 p. m.	5:15:00 p. m.	5:25:00 p. m.	8:30:00 p. m.	8:40:00 p. m.
40	EL TESORO	2:45:00 p. m.	2:55:00 p. m.	5:05:00 p. m.	5:15:00 p. m.	8:25:00 p. m.	8:35:00 p. m.		
41	CENCOSUD METRO ITAGUI	2:55:00 p. m.	3:05:00 p. m.	5:10:00 p. m.	5:20:00 p. m.	7:50:00 p. m.	8:00:00 p. m.		
42	EXITO ROBLEDO			2:45:00 p. m.	2:55:00 p. m.	4:25:00 p. m.	4:35:00 p. m.	8:25:00 p. m.	8:35:00 p. m.
43	CENCOSUD METRO BELLO	3:00:00 p. m.	3:10:00 p. m.	4:25:00 p. m.	4:35:00 p. m.	7:25:00 p. m.	7:35:00 p. m.		
44	PLAZA LA LIBERTAD	3:40:00 p. m.	3:50:00 p. m.	5:25:00 p. m.	5:35:00 p. m.				
45	MILLA DE ORO			3:25:00 p. m.	3:35:00 p. m.	5:40:00 p. m.	5:50:00 p. m.		
46	UNICENTRO MEDELLIN 2	3:00:00 p. m.	3:10:00 p. m.	5:05:00 p. m.	5:15:00 p. m.				
47	PUERTA DEL NORTE	2:45:00 p. m.	2:55:00 p. m.	5:15:00 p. m.	5:25:00 p. m.	8:35:00 p. m.	8:45:00 p. m.		
48	CITI PLAZA ENVIGADO			2:55:00 p. m.	3:05:00 p. m.	5:25:00 p. m.	5:35:00 p. m.		
49	SECTOR NUTIBARA	3:10:00 p. m.	3:20:00 p. m.	5:10:00 p. m.	5:20:00 p. m.				
50	OLAYA HERRERA	3:05:00 p. m.	3:15:00 p. m.	5:45:00 p. m.	5:55:00 p. m.				
51	PUNTO CLAVE	3:05:00 p. m.	3:15:00 p. m.	5:20:00 p. m.	5:30:00 p. m.				
52	INTER PLAZA	3:10:00 p. m.	3:20:00 p. m.	4:45:00 p. m.	4:55:00 p. m.				

Anexo 3: Cotización Seguro contra todo riesgo

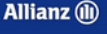


ASEGURADO: GERMAN PARRA

Fecha cotización: 15-Apr-2014

Vehículo: AUTEKO BAJAJ BOXER MT 100CC - MODELO 2014

Valor vehículo: \$2,790,000

Aseguradora	Coberturas	Deducible	Responsabilidad Civil Extracontractual		Asistencias	Aplica	Prima con Iva	Solicitar
Allianz 	Pérdida total o de mayor cuantía por daños	\$ 630.000	Lesiones o muerte a varias personas	si ampara	Revisión técnico mecánica (% varía según compañía)	✗	\$340,841	SOLICITAR
	Pérdida total o de mayor cuantía por hurto	\$ 630.000	Daños a bienes de terceros	\$ 500.000.000	Vehículo de reemplazo	✗		
	Pérdida parcial o de menor cuantía por daños	\$ 630.000	Lesiones o muerte a una persona	si ampara	Revisión preventiva para viaje	✗		
	Pérdida parcial o de menor cuantía por hurto	\$ 630.000	Responsabilidad civil extracontractual	incluye: lucro cesante, daño moral y perjuicios si	Conductor elegido, Grúa, Carro taller	✓		
	Temblor, terremoto, erupción volcánica	\$ 630.000			Gastos de transporte por pérdida total	✗		

Anexo 5: Referente direcciones Google Maps

OFICINA	NOMBRE OFICINA.	DIRECCIÓN	Referente Google Maps
1	CENTRO DE CANJE	Cra 42 No 75-83 Centro Comercial Univentas Local 288	centro comercial univentas, Medellín - Antioquia, Colombia
2	SAN DIEGO	Carrera 43 # 36-35	@K43A # 36-35, Medellín - Antioquia, Colombia
3	CARACAS	Calle 54 # 45-72	Calle 54 # 45-72, Medellín - Antioquia, Colombia
4	PUNTO ESPECIALIZADO DEL TRÁNSITO	Diagonal 50A No. 42-95 Barrio Nutibara	Calle 50A, Medellín - Antioquia, Colombia
5	SAN LUCAS	Calle 20S # 27-51, Medellín - Antioquia, Colombia	Calle 20S # 27-51, Medellín - Antioquia, Colombia
6	OFIC. CORPORATIVA Y EMPRESARIAL MILLA DE ORO	Carrera 43 1 Sur 192 Pso 2	La Strada Centro Comercial, Alejandría, Medellín - Antioquia, Colombia
7	FLORIDA PARQUE	Calle 71 No. 65-150	Colorisa - Carrera 65, Caribe, Medellín - Antioquia, Colombia
8	ÉXITO LAURELES	Carrera 81 37 - 100 Local 3	Colombia
9	SANTAFE MEDELLIN	Carrera 43A No. 7 Sur 170 Lc 9110 Centro Comercial Santafé	Compunet Sa, Medellín - Antioquia, Colombia
10	CENTRO DE RECAUDO Y PAGO COLTEJER	Calle 52 No. 47 - 48 Loc. 113	Calle 52 # 47 - 48, Medellín - Antioquia, Colombia
11	CENCOSUD JUMBO LAS VEGAS	Carrera 48 25 Sur 136	Las vegas, Medellín - Antioquia, Colombia
12	CENCOSUD JUMBO LA 65	Carrera 65 No 45-85 Local 07	coche mofles. medellin - antioquia, colombia
13	CENTRAL MAYORISTA	Calle 84 A No. 47-70 Galpón 22 Loc. 6 Y 7	Calle 84A # 47-70, Medellín - Antioquia, Colombia
14	MEDELLIN CENTRO	Cle 52 No. 47 - 48 Loc 110	Calle 52 # 47-48, Medellín - Antioquia, Colombia
15	LA SETENTA	Cr 70 # 44A-22	Carrera 70 # 44A-22, Medellín - Antioquia, Colombia
16	EL POBLADO	Cr 43A # 8-74	@K43A # 8-73, Medellín - Antioquia, Colombia
17	ENVIGADO	Cr 42 # 36Sur-26	Calle 36S # 42-42, Envigado - Antioquia, Colombia
18	BOLIVAR	Cra 51 No. 48-67	Carrera 51 # 48-67, Antioquia, Colombia
19	ITAGUI	Cil 50 # 51-05	Calle 50 # 51-5, Antioquia, Colombia
20	ÉXITO COLOMBIA	Carrera 66 # 49 - 01 Lc 220	Carrera 66 # 49 - 01, Medellín - Antioquia, Colombia
21	JUNIN	Cra 49 # 49 -52	Carrera 49 # 49 - 52, Medellín - Antioquia, Colombia
22	AYAQUCHO	Cr 40 # 49-32 L. 11	Carrera 40 # 49 - 32, Medellín - Antioquia, Colombia
23	SANTA TERESITA	Cr 76 # 33A - 51	Carrera 76 # 33A -51, Medellín - Antioquia, Colombia
24	CALASANZ	Cr 80 # 48-105	@K80 # 48, Medellín - Antioquia, Colombia
25	LA MOTTA	Dgn 75B # 2A-111	la lonchera carcuteria, Medellín - Antioquia, Colombia
26	UNICENTRO (MEDELLIN)	Cr 66B # 34A-76 L. 101/2	Carrera 66B # 34A-76, Medellín - Antioquia, Colombia
27	BELLO	Cr 49 # 49-21	Carrera 49 # 49-21, Medellín - Antioquia, Colombia
28	LA ESTACION	Cr 52 # 43-311 L.104	café botero, medellin - antioquia, colombia
29	PREMIUM PLAZA	Cil 29 # 49G - 10 Local 14, Torre Sur, Centro Comercial Premium Plaza	Centro Comercial Premium Plaza, San Diego, Medellín - Antioquia, Colombia
30	VISITACION	Cil 1A Sur # 31-131	Colombia
31	LA AMERICA	Cil 44 # 82-59	Calle 44 # 82-59, Copacabana, Antioquia, Colombia
32	BELEN	Cr 76 # 30A-18	Carrera 76 # 30A-18, Medellín - Antioquia, Colombia
33	TERMINAL SUR	Cr 65 # 88-91 Loc. 031	Ceiba Software - Calle 8B, Medellín - Antioquia, Colombia
34	PLATINO	Cra 52D # 76-77 Local 1160	Carrera 52D # 76-77, Antioquia, Colombia
35	LA FRONTERA	Cr 43A # 18Sur-224	Sao Paulo, Santa María de Los Angeles, Medellín - Antioquia, Colombia
36	MONTERREY	Cr 48 # 10-45 Loc 207 / 208 Centro Comercial	Centro Comercial Monterrey - Calle 14, Manila, Medellín - Antioquia, Colombia
37	TERMINAL DEL NORTE	Cra 64 C No. 78-580 Loc 084	Terminal Del Norte, Medellín - Antioquia, Colombia
38	LOS MOLINOS	Calle 30A # 82A-26 Local 1009	Calle 30A # 82a -26, Medellín - Antioquia, Colombia
39	OVIDEO	Carrera 43 A 6 Sur 15 Local 1174 Centro Comercial	Colombia
40	EL TESORO	Carrera 25 A No 1 A Sur 45, Locales 1517-1520, Medellín	Davivienda El Tesoro Medellín, Los Naranjos, Medellín - Antioquia, Colombia
41	CENCOSUD METRO ITAGUI	Cra 50 No. 52 - 21 C.Cial Carrefour	Carrera 50 # 52-21, Medellín - Antioquia, Colombia
42	EXITO ROBLEDO	Cr 80 No 64-61	Carrera 80 # 64-61, Medellín - Antioquia, Colombia
43	CENCOSUD METRO BELLO	Cra 50 # 27B - 71	Life Design TV - Carrera 52, Medellín - Antioquia, Colombia
44	PLAZA LA LIBERTAD	Centro Civico Plaza La Libertad Carre 55 42 180 Local 203	Antioquia, Colombia
45	MILLA DE ORO	Cra 43 A No. 1 Sur 192	La Strada Centro Comercial, Alejandría, Medellín - Antioquia, Colombia
46	UNICENTRO MEDELLIN 2	Cra. 66 B No. 34A-76 L.1-3-6 Ciudadela Comercial Unicentro	Centro Comercial Unicentro, Centro Comercial Unicentro, Bolivariana 66B # 34a - 76, Medellín, Antioquia, Colombia
47	PUERTA DEL NORTE	Cra 50 No. 46-02	Carrera 50 # 46-02, Medellín - Antioquia, Colombia
48	CITI PLAZA ENVIGADO	Cra 43 No. 36-45 Sur	croc pollo, envigado
49	SECTOR NUTIBARA	Cra 50 No. 53-5	Carrera 50 # 53 - 5, Medellín - Antioquia, Colombia
50	OLAYA HERRERA	Carrera 52 14 30 Local 152	Carrera 52 # 14-30, Medellín - Antioquia, Colombia
51	PUNTO CLAVE	Calle 27 No. 46-70 Local 147 Centro Comercial Punto Clave	Calle 27 # 46-70, Medellín - Antioquia, Colombia
52	INTER PLAZA	Kr 30 No. 10C-198	Colombia


Anexo 7: Matriz de recorridos con modificaciones

OFICINA	NOMBRE DE OFICINA	RECORRIDOS			
		1	2	3	4
1	CENTRO DE CANJE	12:45:00 p. m.	04:00:00 p. m.	06:55:00 p. m.	09:20:00 p. m.
2	SAN DIEGO		02:55:00 p. m.	05:30:00 p. m.	08:30:00 p. m.
3	CARACAS		03:20:00 p. m.	05:40:00 p. m.	
4	PUNTO ESPECIALIZADO DEL TRÁNSITO			05:30:00 p. m.	
5	SAN LUCAS		03:30:00 p. m.	05:00:00 p. m.	
6	OFIC CORPORATIVA Y EMPRESARIAL MILLA DE ORO		03:35:00 p. m.	05:50:00 p. m.	
7	FLORIDA PARQUE		03:20:00 p. m.	05:00:00 p. m.	08:00:00 p. m.
8	ÉXITO LAURELES		03:30:00 p. m.	04:45:00 p. m.	08:25:00 p. m.
9	SANTAFE MEDELLIN		03:20:00 p. m.	05:10:00 p. m.	08:40:00 p. m.
10	CENTRO DE RECAUDO Y PAGO COLTEJER		03:35:00 p. m.	06:30:00 p. m.	
11	CENCOSUD JUMBO LAS VEGAS		02:50:00 p. m.	04:30:00 p. m.	07:45:00 p. m.
12	CENCOSUD JUMBO LA 65		03:30:00 p. m.	04:40:00 p. m.	07:45:00 p. m.
13	CENTRAL MAYORISTA		03:00:00 p. m.	05:30:00 p. m.	
14	MEDELLIN CENTRO	10:20:00 a. m.	03:30:00 p. m.	05:10:00 p. m.	07:40:00 p. m.
15	LA SETENTA		03:10:00 p. m.	05:30:00 p. m.	
16	EL POBLADO		03:35:00 p. m.	05:30:00 p. m.	
17	ENVIGADO		03:25:00 p. m.	05:30:00 p. m.	
18	BOLIVAR	12:00:00 p. m.		05:20:00 p. m.	
19	ITAGUI		03:40:00 p. m.	05:40:00 p. m.	
20	ÉXITO COLOMBIA		03:00:00 p. m.	05:20:00 p. m.	08:35:00 p. m.
21	JUNIN		03:20:00 p. m.	05:50:00 p. m.	
22	AYACUCHO			05:15:00 p. m.	
23	SANTA TERESITA		03:00:00 p. m.	05:35:00 p. m.	
24	CALASANZ		02:55:00 p. m.	05:20:00 p. m.	
25	LA MOTTA		03:45:00 p. m.	05:25:00 p. m.	
26	UNICENTRO (MEDELLIN)	11:30:00 a. m.	03:00:00 p. m.	05:20:00 p. m.	08:40:00 p. m.
27	BELLO		02:30:00 p. m.	05:15:00 p. m.	07:50:00 p. m.
28	LA ESTACION		03:25:00 p. m.	05:00:00 p. m.	
29	PREMIUM PLAZA	11:20:00 a. m.	02:40:00 p. m.	05:25:00 p. m.	08:35:00 p. m.
30	VISITACION		03:20:00 p. m.	05:20:00 p. m.	
31	LA AMERICA		02:45:00 p. m.	05:20:00 p. m.	
32	BELEN		03:20:00 p. m.	05:40:00 p. m.	
33	TERMINAL SUR		02:55:00 p. m.	04:35:00 p. m.	07:30:00 p. m.
34	PLATINO		02:45:00 p. m.	05:00:00 p. m.	
35	LA FRONTERA		03:35:00 p. m.	05:10:00 p. m.	
36	MONTERREY		03:00:00 p. m.	05:45:00 p. m.	07:30:00 p. m.
37	TERMINAL DEL NORTE		03:25:00 p. m.	05:40:00 p. m.	
38	LOS MOLINOS	11:30:00 a. m.	03:30:00 p. m.	05:25:00 p. m.	08:40:00 p. m.
39	OVIEDO	11:45:00 a. m.	03:00:00 p. m.	05:20:00 p. m.	08:35:00 p. m.
40	EL TESORO		02:50:00 p. m.	05:10:00 p. m.	08:30:00 p. m.
41	CENCOSUD METRO ITAGUI		03:00:00 p. m.	05:15:00 p. m.	07:55:00 p. m.
42	EXITO ROBLEDO		02:50:00 p. m.	04:30:00 p. m.	08:30:00 p. m.
43	CENCOSUD METRO BELLO		03:05:00 p. m.	04:30:00 p. m.	07:30:00 p. m.
44	PLAZA LA LIBERTAD		03:45:00 p. m.	05:55:00 p. m.	
45	MILLA DE ORO		03:30:00 p. m.	05:45:00 p. m.	
46	UNICENTRO MEDELLIN 2		03:05:00 p. m.	05:10:00 p. m.	
47	PUERTA DEL NORTE		02:50:00 p. m.	05:20:00 p. m.	08:40:00 p. m.
48	CITI PLAZA ENVIGADO		03:00:00 p. m.	05:30:00 p. m.	
49	SECTOR NUTIBARA		03:15:00 p. m.	05:15:00 p. m.	
50	OLAYA HERRERA		03:10:00 p. m.	05:50:00 p. m.	
51	PUNTO CLAVE		03:10:00 p. m.	05:25:00 p. m.	
52	INTER PLAZA		03:15:00 p. m.	04:50:00 p. m.	

Anexo 8: Matriz de ventanas de tiempo con modificaciones



OFICINA	NOMBRE DE OFICINA	INTERVALOS DE TIEMPO EN CADA RECORRIDO							
		1	2	3	4	5	6	7	8
1	CENTRO DE CANJE	9:55:00 a. m.	10:05:00 a. m.	3:55:00 p. m.	4:05:00 p. m.	6:50:00 p. m.	7:00:00 p. m.	9:15:00 p. m.	9:25:00 p. m.
2	SAN DIEGO			2:50:00 p. m.	3:00:00 p. m.	5:25:00 p. m.	5:35:00 p. m.	8:25:00 p. m.	8:35:00 p. m.
3	CARACAS			3:15:00 p. m.	3:25:00 p. m.	5:35:00 p. m.	5:45:00 p. m.		
4	PUNTO ESPECIALIZADO DEL TRÁNSITO					5:25:00 p. m.	5:35:00 p. m.		
5	SAN LUCAS			3:25:00 p. m.	3:35:00 p. m.	4:55:00 p. m.	5:05:00 p. m.		
6	OFIC CORPORATIVA Y EMPRESARIAL MILLA DE ORO			3:30:00 p. m.	3:40:00 p. m.	5:45:00 p. m.	5:55:00 p. m.		
7	FLORIDA PARQUE			3:15:00 p. m.	3:25:00 p. m.	4:55:00 p. m.	5:05:00 p. m.	7:55:00 p. m.	8:05:00 p. m.
8	ÉXITO LAURELES			3:25:00 p. m.	3:35:00 p. m.	4:40:00 p. m.	4:50:00 p. m.	8:20:00 p. m.	8:30:00 p. m.
9	SANTAFE MEDELLIN			3:15:00 p. m.	3:25:00 p. m.	5:05:00 p. m.	5:15:00 p. m.	8:35:00 p. m.	8:45:00 p. m.
10	CENTRO DE RECAUDO Y PAGO COLTEJER			3:30:00 p. m.	3:40:00 p. m.	6:25:00 p. m.	6:35:00 p. m.		
11	CENCOSUD JUMBO LAS VEGAS			2:45:00 p. m.	2:55:00 p. m.	4:25:00 p. m.	4:35:00 p. m.	7:40:00 p. m.	7:50:00 p. m.
12	CENCOSUD JUMBO LA 65			3:25:00 p. m.	3:35:00 p. m.	4:35:00 p. m.	4:45:00 p. m.	7:40:00 p. m.	7:50:00 p. m.
13	CENTRAL MAYORISTA			2:55:00 p. m.	3:05:00 p. m.	5:25:00 p. m.	5:35:00 p. m.		
14	MEDELLIN CENTRO	10:15:00 a. m.	10:25:00 a. m.	3:25:00 p. m.	3:35:00 p. m.	5:05:00 p. m.	5:15:00 p. m.	7:35:00 p. m.	7:45:00 p. m.
15	LA SETENTA			3:05:00 p. m.	3:15:00 p. m.	5:25:00 p. m.	5:35:00 p. m.		
16	EL POBLADO			3:30:00 p. m.	3:40:00 p. m.	5:25:00 p. m.	5:35:00 p. m.		
17	ENVIGADO			3:20:00 p. m.	3:30:00 p. m.	5:25:00 p. m.	5:35:00 p. m.		
18	BOLIVAR	11:55:00 a. m.	12:05:00 p. m.			5:15:00 p. m.	5:25:00 p. m.		
19	ITAGUI			3:35:00 p. m.	3:45:00 p. m.	5:35:00 p. m.	5:45:00 p. m.		
20	ÉXITO COLOMBIA			2:55:00 p. m.	3:05:00 p. m.	5:15:00 p. m.	5:25:00 p. m.	8:30:00 p. m.	8:40:00 p. m.
21	JUNIN			3:15:00 p. m.	3:25:00 p. m.	5:45:00 p. m.	5:55:00 p. m.		
22	AYACUCHO					5:10:00 p. m.	5:20:00 p. m.		
23	SANTA TERESITA			2:55:00 p. m.	3:05:00 p. m.	5:30:00 p. m.	5:40:00 p. m.		
24	CALASANZ			2:50:00 p. m.	3:00:00 p. m.	5:15:00 p. m.	5:25:00 p. m.		
25	LA MOTTA			3:40:00 p. m.	3:50:00 p. m.	5:20:00 p. m.	5:30:00 p. m.		
26	UNICENTRO (MEDELLIN)	11:25:00 a. m.	11:35:00 a. m.	2:55:00 p. m.	3:05:00 p. m.	5:15:00 p. m.	5:25:00 p. m.	8:35:00 p. m.	8:45:00 p. m.
27	BELLO			2:25:00 p. m.	2:35:00 p. m.	5:10:00 p. m.	5:20:00 p. m.	7:45:00 p. m.	7:55:00 p. m.
28	LA ESTACION			3:20:00 p. m.	3:30:00 p. m.	4:55:00 p. m.	5:05:00 p. m.		
29	PREMIUM PLAZA	11:15:00 a. m.	11:25:00 a. m.	2:35:00 p. m.	2:45:00 p. m.	5:20:00 p. m.	5:30:00 p. m.	8:30:00 p. m.	8:40:00 p. m.
30	VISITACION			3:15:00 p. m.	3:25:00 p. m.	5:15:00 p. m.	5:25:00 p. m.		
31	LA AMERICA			2:40:00 p. m.	2:50:00 p. m.	5:15:00 p. m.	5:25:00 p. m.		
32	BELEN			3:15:00 p. m.	3:25:00 p. m.	5:35:00 p. m.	5:45:00 p. m.		
33	TERMINAL SUR			2:50:00 p. m.	3:00:00 p. m.	4:30:00 p. m.	4:40:00 p. m.	7:25:00 p. m.	7:35:00 p. m.
34	PLATINO			2:40:00 p. m.	2:50:00 p. m.	4:55:00 p. m.	5:05:00 p. m.		
35	LA FRONTERA			3:30:00 p. m.	3:40:00 p. m.	5:05:00 p. m.	5:15:00 p. m.		
36	MONTERREY			2:55:00 p. m.	3:05:00 p. m.	5:40:00 p. m.	5:50:00 p. m.	7:25:00 p. m.	7:35:00 p. m.
37	TERMINAL DEL NORTE			3:20:00 p. m.	3:30:00 p. m.	5:35:00 p. m.	5:45:00 p. m.		
38	LOS MOLINOS	11:25:00 a. m.	11:35:00 a. m.	3:25:00 p. m.	3:35:00 p. m.	5:20:00 p. m.	5:30:00 p. m.	8:35:00 p. m.	8:45:00 p. m.
39	OVIDO	11:40:00 a. m.	11:50:00 a. m.	2:55:00 p. m.	3:05:00 p. m.	5:15:00 p. m.	5:25:00 p. m.	8:30:00 p. m.	8:40:00 p. m.
40	EL TESORO			2:45:00 p. m.	2:55:00 p. m.	5:05:00 p. m.	5:15:00 p. m.	8:25:00 p. m.	8:35:00 p. m.
41	CENCOSUD METRO ITAGUI			2:55:00 p. m.	3:05:00 p. m.	5:10:00 p. m.	5:20:00 p. m.	7:50:00 p. m.	8:00:00 p. m.
42	ÉXITO ROBLEDO			2:45:00 p. m.	2:55:00 p. m.	4:25:00 p. m.	4:35:00 p. m.	8:25:00 p. m.	8:35:00 p. m.
43	CENCOSUD METRO BELLO			3:00:00 p. m.	3:10:00 p. m.	4:25:00 p. m.	4:35:00 p. m.	7:25:00 p. m.	7:35:00 p. m.
44	PLAZA LA LIBERTAD			3:40:00 p. m.	3:50:00 p. m.	5:50:00 p. m.	6:00:00 p. m.		
45	MILLA DE ORO			3:25:00 p. m.	3:35:00 p. m.	5:40:00 p. m.	5:50:00 p. m.		
46	UNICENTRO MEDELLIN 2			3:00:00 p. m.	3:10:00 p. m.	5:05:00 p. m.	5:15:00 p. m.		
47	PUERTA DEL NORTE			2:45:00 p. m.	2:55:00 p. m.	5:15:00 p. m.	5:25:00 p. m.	8:35:00 p. m.	8:45:00 p. m.
48	CITI PLAZA ENVIGADO			2:55:00 p. m.	3:05:00 p. m.	5:25:00 p. m.	5:35:00 p. m.		
49	SECTOR NUTIBARA			3:10:00 p. m.	3:20:00 p. m.	5:10:00 p. m.	5:20:00 p. m.		
50	OLAYA HERRERA			3:05:00 p. m.	3:15:00 p. m.	5:45:00 p. m.	5:55:00 p. m.		
51	PUNTO CLAVE			3:05:00 p. m.	3:15:00 p. m.	5:20:00 p. m.	5:30:00 p. m.		
52	INTER PLAZA			3:10:00 p. m.	3:20:00 p. m.	4:45:00 p. m.	4:55:00 p. m.		


Anexo 9: Capacitación



Propósito

- La presente certificación es realizada para las oficinas de servicio ubicadas en áreas urbanas de la ciudad de Medellín, Colombia. Con el fin de estandarizar el proceso de preparación y entrega de títulos valores y documentación para posterior envío y procesamiento de cada uno de estos.





Proceso de canje


Roles involucrados: Subdirector y cajero

Cajero:

1. Recibir depósito en cheque y verificar información diligenciada en volante con datos reales.
2. Realizar y procesar la transacción en sistema.
3. Sellar cheque
4. Verificar que la suma en cantidad y valor de los cheques corresponda a los valores reales de los mismos **(15 minutos antes de la recolección)**.
5. Realizar y procesar el envío de canje en el sistema, diligenciando hoja de ruta con estos valores (Referencia: Número de cédula cajero, Código oficina, Número de cheques enviados, suma de títulos valores y cantidad de los mismos).
6. Entrega de cheques a subdirector de oficina.

Subdirector:

1. Realizar nuevo documento relacionando cantidad y valor totales de cheques enviados por parte de la oficina y digitando la etiqueta de la bolsa de seguridad donde se realizará el envío y el número del zuncho con el cual se asegurará (5 minutos antes de la recolección) en sistema.
2. Cerrar bolsa con zuncho y asegurar.
3. Relacionar en planilla de envío etiqueta de la bolsa y zuncho a enviar **(1 minuto antes de la recolección)**.
4. Validar identidad motociclista.
5. Realizar entrega a motociclista.



Proceso de documentos

Rol involucrado: Informador



- Tula Verde: Operaciones
- Tula Amarilla: Documentación de apertura y/o novedades
- Tula Naranja: Documentación
- Tula Azul Oscura: Documentación
- Tula Azul Aguamarina: Cobertura de establecimientos afiliados naturales.



1. Recolectar documentos para envío según su clasificación (20 minutos antes de la recolección).
2. Llenar tulas con documentos correspondientes.
3. Diligenciar formato de relación de envío de documentos.
4. Ingresar todas las tulas dentro de la tula única.
5. Cerrar tula única con zuncho de seguridad.
6. Relacionar en planilla de envío tula y zuncho a enviar (5 minutos antes de la recolección).
7. Validar identidad motociclista.
8. Realizar entrega a motociclista.



Tiempo de recolección



NOMBRE DE OFICINA	HORA DE RECOLECCIÓN			
	1	2	3	4
SAN DIEGO		2:50:00 p. m.	5:25:00 p. m.	8:25:00 p. m.
CARACAS		3:15:00 p. m.	5:35:00 p. m.	
PUNTO ESPECIALIZADO DEL TRÁNSITO			5:25:00 p. m.	
SAN LUCAS		3:25:00 p. m.	4:55:00 p. m.	
OFICINA CORPORATIVA Y EMPRESARIAL MILLA DE ORO		3:30:00 p. m.	5:45:00 p. m.	
FLORIDA PARQUE		3:15:00 p. m.	4:55:00 p. m.	7:55:00 p. m.
ÉXITO LAURELES		3:25:00 p. m.	4:40:00 p. m.	8:20:00 p. m.
SANTAFE MEDELLIN		3:15:00 p. m.	5:05:00 p. m.	8:35:00 p. m.
CENTRO DE RECAUDO Y PAGO COLTEJER		3:30:00 p. m.	6:25:00 p. m.	
CENCOSUD JUMBO LAS VEGAS		2:45:00 p. m.	4:25:00 p. m.	7:40:00 p. m.
CENCOSUD JUMBO LA 65		3:25:00 p. m.	4:35:00 p. m.	7:40:00 p. m.
CENTRAL MAYORISTA		2:55:00 p. m.	5:25:00 p. m.	
MEDELLIN CENTRO	10:15:00 a. m.	3:25:00 p. m.	5:05:00 p. m.	7:35:00 p. m.
LA SETENTA		3:05:00 p. m.	5:25:00 p. m.	
EL POBLADO		3:30:00 p. m.	5:25:00 p. m.	
ENVIGADO		3:20:00 p. m.	5:25:00 p. m.	
BOLIVAR	11:55:00 a. m.		5:15:00 p. m.	
ITAGUI		3:35:00 p. m.	5:35:00 p. m.	
ÉXITO COLOMBIA		2:55:00 p. m.	5:15:00 p. m.	8:30:00 p. m.
JUNIN		3:15:00 p. m.	5:45:00 p. m.	
AYACUCHO			5:10:00 p. m.	
SANTA TERESITA		2:55:00 p. m.	5:30:00 p. m.	
CALASANZ		2:50:00 p. m.	5:15:00 p. m.	
LA MOTTA		3:40:00 p. m.	5:20:00 p. m.	
UNICENTRO (MEDELLIN)	11:25:00 a. m.	2:55:00 p. m.	5:15:00 p. m.	8:35:00 p. m.

Tiempo de recolección



NOMBRE DE OFICINA	HORA DE RECOLECCIÓN			
	1	2	3	4
BELLO		2:25:00 p. m.	5:10:00 p. m.	7:45:00 p. m.
LA ESTACION		3:20:00 p. m.	4:55:00 p. m.	
PREMIUM PLAZA	11:15:00 a. m.	2:35:00 p. m.	5:20:00 p. m.	8:30:00 p. m.
VISITACION		3:15:00 p. m.	5:15:00 p. m.	
LA AMERICA		2:40:00 p. m.	5:15:00 p. m.	
BELEN		3:15:00 p. m.	5:35:00 p. m.	
TERMINAL SUR		2:50:00 p. m.	4:30:00 p. m.	7:25:00 p. m.
PLATINO		2:40:00 p. m.	4:55:00 p. m.	
LA FRONTERA		3:30:00 p. m.	5:05:00 p. m.	
MONTERREY		2:55:00 p. m.	5:40:00 p. m.	7:25:00 p. m.
TERMINAL DEL NORTE		3:20:00 p. m.	5:35:00 p. m.	
LOS MOLINOS	11:25:00 a. m.	3:25:00 p. m.	5:20:00 p. m.	8:35:00 p. m.
OVIEDO	11:40:00 a. m.	2:55:00 p. m.	5:15:00 p. m.	8:30:00 p. m.
EL TESORO		2:45:00 p. m.	5:05:00 p. m.	8:25:00 p. m.
CENCOSUD METRO ITAGUI		2:55:00 p. m.	5:10:00 p. m.	7:50:00 p. m.
EXITO ROBLEDO		2:45:00 p. m.	4:25:00 p. m.	8:25:00 p. m.
CENCOSUD METRO BELLO		3:00:00 p. m.	4:25:00 p. m.	7:25:00 p. m.
PLAZA LA LIBERTAD		3:40:00 p. m.	5:50:00 p. m.	
MILLA DE ORO		3:25:00 p. m.	5:40:00 p. m.	
UNICENTRO MEDELLIN 2		3:00:00 p. m.	5:05:00 p. m.	
PUERTA DEL NORTE		2:45:00 p. m.	5:15:00 p. m.	8:35:00 p. m.
CITI PLAZA ENVIGADO		2:55:00 p. m.	5:25:00 p. m.	
SECTOR NUTIBARA		3:10:00 p. m.	5:10:00 p. m.	
OLAYA HERRERA		3:05:00 p. m.	5:45:00 p. m.	
PUNTO CLAVE		3:05:00 p. m.	5:20:00 p. m.	
INTER PLAZA		3:10:00 p. m.	4:45:00 p. m.	