

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI



FACULTAD DE COMERCIO INTERNACIONAL, INTEGRACIÓN, ADMINISTRACIÓN Y ECONOMÍA EMPRESARIAL

CARRERA DE LOGÍSTICA Y TRANSPORTE

Tema: "Diseño de rutas y su eficiencia operativa en la planta de reciclaje RECICOM"

Trabajo de Integración Curricular previo a la obtención del
título de Ingeniero en Logística y Transporte

AUTOR: Vallejo Méndez Marco Vinicio.

TUTOR: MSc. Pozo Burgos Eduardo Javier.

Tulcán, 2025.

CERTIFICADO DEL TUTOR

Certifico que el estudiante Vallejo Méndez Marco Vinicio con el número de cédula 0401658893 ha desarrollado el Trabajo de Integración Curricular: "Diseño de rutas y su eficiencia operativa en la planta de reciclaje RECICOM"

Este trabajo se sujeta a las normas y metodología dispuesta en el Reglamento de la Unidad de Integración Curricular, Titulación e Incorporación de la UPEC, por lo tanto, autorizo la presentación de la sustentación para la calificación respectiva

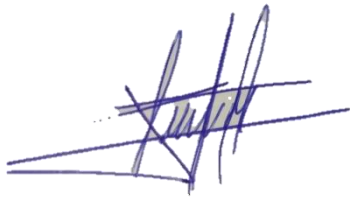
MSc. Pozo Burgos Eduardo Javier
TUTOR

Tulcán, enero de 2025

AUTORÍA DE TRABAJO

El presente Trabajo de Integración Curricular constituye un requisito previo para la obtención del título de Ingeniero en la Carrera de logística y transporte de la Facultad de Comercio Internacional, Integración, Administración y Economía Empresarial

Yo, Vallejo Méndez Marco Vinicio con cédula de identidad número 0401658893 declaro que la investigación es absolutamente original, auténtica, personal y los resultados y conclusiones a los que he llegado son de mi absoluta responsabilidad.



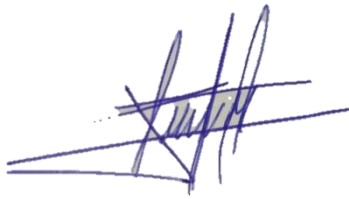
Vallejo Méndez Marco Vinicio

AUTOR

Tulcán, enero de 2025

ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Yo, Vallejo Méndez Marco Vinicio declaro ser autor de los criterios emitidos en el Trabajo de Integración Curricular: "Diseño de rutas y su eficiencia operativa en la planta de reciclaje RECICOM" y eximo expresamente a la Universidad Politécnica Estatal del Carchi y a sus representantes de posibles reclamos o acciones legales.



Vallejo Méndez Marco Vinicio.

AUTOR

Tulcán, enero de 2025

AGRADECIMIENTO

Agradezco primeramente a Dios por su infinito cariño, cuidado y protección, por iluminar mi camino y darme fortaleza en cada paso de este proceso. Gracias por brindarme la bendición de una familia que, día a día, me ofreció su incondicional apoyo. A mis padres, quienes han sido mi ejemplo y fuente de inspiración, les agradezco profundamente por todas sus enseñanzas y consejos, y especialmente por todo el esfuerzo y sacrificio que han hecho para apoyarme y darme la oportunidad de estudiar. A mis hermanos, les agradezco también por ser mi fuente de apoyo, ánimo y compañía.

Mi agradecimiento también se extiende a la Universidad Politécnica Estatal del Carchi, a la carrera de Logística y Transporte, y a todos quienes la conforman, por todos los conocimientos que me brindaron, formándome tanto profesional como personalmente. Por último, de manera especial, agradezco al Msc. Javier Pozo por los conocimientos y la paciencia con la que me guio en este proceso final de mi formación.

Marco Vinicio Vallejo Méndez

DEDICATORIA

Este logro se lo dedico a mi Dios, quien siempre estuvo y estará a mi lado, brindándome fortaleza y sabiduría para alcanzar mis metas.

Dedico también este logro a mi familia, quien, con su apoyo incondicional, ha hecho posible que pueda culminar esta etapa en mi vida. Este logro les pertenece tanto a ellos como a mí, pues gracias a su constante respaldo he tenido la capacidad de superar cada obstáculo. Les dedico este trabajo en señal de profundo reconocimiento y sincero agradecimiento, como una forma de valorar todo el esfuerzo y sacrificio que han hecho por mí.

Marco Vinicio Vallejo Méndez

ÍNDICE

RESUMEN	14
ABSTRACT	15
INTRODUCCIÓN	16
I. EL PROBLEMA	18
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	18
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	19
1.3. JUSTIFICACIÓN.....	19
1.4. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN	20
1.4.1. Objetivo General	20
1.4.2. Objetivos Específicos	20
1.4.3. Preguntas de Investigación	20
II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	21
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	21
2.2. MARCO TEÓRICO.....	24
2.2.1. Sistema de recogida	24
2.2.2. Recolección y transporte de residuos sólidos	24
2.2.3. Problema de ruteo vehicular (VRP).....	25
2.2.4. Diseño de rutas.....	26
2.2.5. Optimización de rutas	26
2.2.6. Eficiencia operativa.....	26
2.2.7. Teoría de grafos	27
2.2.8. ArcGIS	27
2.2.8. <i>Network Analyst</i>	28
III. METODOLOGÍA	29
3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO	29
3.1.1. Enfoque	29

3.1.2. Tipo de Investigación.....	30
3.1.2.1. Investigación exploratoria.....	30
3.1.2.2. Investigación de campo.....	30
3.1.2.2.1. Escala de Likert.....	30
3.2. IDEA A DEFENDER	31
3.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES.....	31
3.4. MÉTODOS UTILIZADOS	33
3.4.1. Métodos.....	33
3.4.1.1. Método deductivo	33
3.4.1.2. Método inductivo	33
3.4.2. Técnicas.....	33
3.4.2.1. Entrevista.....	34
3.4.2.1.1. Entrevistas estructuradas y semiestructuradas o abiertas	34
3.4.2.3. Ficha de observación.....	35
3.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO	35
3.5.1. <i>Power BI</i>	35
3.5.2. Ji-Cuadrada (χ^2)	36
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	37
4.1. RESULTADOS	37
4.1.1. Análisis de los recursos que posee la planta de reciclaje RECICOM para la recolección de residuos reciclables.	37
4.1.2. Identificación de los nodos de recolección de residuos reciclables para la planta de reciclaje RECICOM.	61
4.1.3. Rutas de recolección de residuos reciclables óptimas para la planta de reciclaje RECICOM.	64
4.2. DISCUSIÓN	77
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	80
5.1. CONCLUSIONES	80

5.2. RECOMENDACIONES	81
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	82
VII. ANEXOS	85

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Operacionalización de variables: Variable dependiente.	32
Tabla 2. Operacionalización de variables: Variable independiente.	32
Tabla 3. Lugares de recolección de residuos reciclables.....	38
Tabla 4. Vehículos de recolección y transporte de residuos reciclables.	38
Tabla 5. Costos de uso de vehículos.....	39
Tabla 6. Detalle de pagos a conductores.	39
Tabla 7. Maquinaria de procesamiento de materiales reciclables.....	40
Tabla 8. Tipo de residuos y cantidades por localización.	40
Tabla 9. Respuestas sobre la encuesta dirigida al personal de transporte.....	41
Tabla 10. Respuestas sobre la encuesta dirigida al personal de recolección.....	52
Tabla 11. Cantidades de materiales reciclables por localización.....	62
Tabla 12. Cantidades de materiales reciclables por localización.....	63
Tabla 13. Costos de operación – rutas de recolección.....	67
Tabla 14. Rutas y separación de peso en nodos – zona norte.....	69
Tabla 15. Costos de operación – rutas zona norte.....	70
Tabla 16. Rutas y separación de peso en nodos – zona centro.	71
Tabla 17. Costos de operación – rutas zona centro.....	72
Tabla 18. Ruta – zona sur.....	72
Tabla 19. Costos de operación – ruta zona sur.....	73
Tabla 20. Ruta optimizada zona sur.....	74
Tabla 21. Costos de operación – ruta optimizada zona sur.	75
Tabla 22. Costos de operación – ruta de recolección de residuos hospitalarios.....	76
Tabla 23. Comparación de resultados totales de rutas.....	76

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Dimensiones de los problemas de enrutamiento.	25
Figura 2. Importancia del costo de mano de obra en la eficiencia operativa.	41
Figura 3. Comprobación de relevancia sobre el costo de mano de obra.	42
Figura 4. Número de trabajadores encargados de la recolección.	42
Figura 5. Comprobación de relevancia sobre el número de trabajadores.	43
Figura 6. Importancia del costo del combustible en la eficiencia operativa.	43
Figura 7. Comprobación de relevancia sobre el costo de combustible.	44
Figura 8. Distancia total recorrida para la recolección.	44
Figura 9. Comprobación de relevancia sobre la distancia total recorrida.	45
Figura 10. Importancia del costo de mantenimiento en la eficiencia operativa.	45
Figura 11. Comprobación de relevancia sobre el costo de mantenimiento.	46
Figura 12. Frecuencia de mantenimiento de vehículos de recolección.	46
Figura 13. Comprobación de relevancia sobre la frecuencia de mantenimiento de vehículos.	47
Figura 14. Importancia del tiempo total de recorrido en la eficiencia operativa.	47
Figura 15. Comprobación de relevancia sobre el tiempo total de recorrido.	48
Figura 16. Número de vehículos utilizados para la recolección de residuos.	48
Figura 17. Comprobación de relevancia sobre el número de vehículos.	49
Figura 18. Capacidad de carga de vehículos de recolección.	49
Figura 19. Comprobación de relevancia sobre capacidad de carga de vehículos.	50
Figura 20. Horarios de recolección de residuos reciclables.	50
Figura 21. Comprobación de relevancia sobre los horarios de recolección.	51
Figura 22. factibilidad de horarios de recolección para vehículos y trabajadores. ...	51
Figura 23. Comprobación de relevancia sobre la factibilidad de horarios para vehículos y trabajadores.	52
Figura 24. Importancia de la clasificación de residuos desde la recolección.	53

Figura 25. Comprobación de relevancia sobre la clasificación desde la recolección.	53
Figura 26. Clasificación en colores por tipo de material reciclable.	54
Figura 27. Comprobación de relevancia sobre la clasificación en colores por tipo de material.	54
Figura 28. Tipo de residuos de recolección.	55
Figura 29. Comprobación de relevancia sobre el tipo de residuos de recolección. .	55
Figura 30. Cantidad de residuos de recolectados.	56
Figura 31. Comprobación de relevancia sobre la cantidad de residuos recolectados.	56
Figura 32. Equipo y herramientas para recolección de residuos reciclables.	57
Figura 33. Comprobación de relevancia sobre el equipo y herramientas para la recolección de residuos.	57
Figura 34. Horarios de recolección.	58
Figura 35. Comprobación de relevancia sobre horarios de recolección.	58
Figura 36. Apoyo para transporte de residuos al final de la jornada.	59
Figura 37. Comprobación de relevancia sobre el apoyo al final de la jornada.	59
Figura 38. Desplazamiento hacia la planta para descargar los residuos recolectados.	60
Figura 39. Comprobación de relevancia sobre desplazamiento a la planta para descargar los residuos recolectados.....	60
Figura 40. Implementación de puntos estratégicos para minimizar el desplazamiento a la planta de reciclaje.	61
Figura 41. Comprobación de relevancia sobre implementación de puntos estratégicos.	61
Figura 42. Ubicación de los centros de acopio de materiales reciclables.....	63
Figura 43. Vías presentes en el territorio que cubren los nodos de recolección.	65
Figura 44. Configuración y cálculo de etiquetas de la capa de vías.....	65
Figura 45. Configuración de nodos de recolección de residuos reciclables.	66

Figura 46. Configuración de nodos de recolección de residuos hospitalarios.	66
Figura 47. Rutas de recolección de residuos reciclables.....	67
Figura 48. Zonificación del mapa.	68
Figura 49. Rutas de recolección de residuos reciclables - zona norte.	70
Figura 50. Rutas de recolección de residuos reciclables – zona centro.	71
Figura 51. Ruta de recolección de residuos reciclables – zona sur.	73
Figura 52. Ruta de recolección optimizada de residuos reciclables – zona sur.....	74
Figura 53. Rutas de recolección de residuos hospitalarios reciclables.	75

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Acta de la sustentación de Predefensa del TIC.....	85
Anexo 2. Certificado del abstract por parte de idiomas.	86
Anexo 3. Entrevista realizada al gerente de la planta de reciclaje RECICOM.	88
Anexo 4. Encuesta realizada al personal involucrado en el proceso de transporte de residuos reciclables de la planta de reciclaje RECICOM.....	90
Anexo 5. Encuesta realizada a recolectores de materiales reciclables.....	92
Anexo 6. Ficha de observación realizada en los lugares de recolección de residuos reciclables.....	94
Anexo 7. Modelo de camiones.	95
Anexo 8. Detalle de costos - Vehículo N° 1.	96
Anexo 9. Detalle de costos – Vehículo N° 2.....	98
Anexo 10. Representación general de datos obtenidos sobre la encuesta realizada al personal involucrado en el proceso de transporte de residuos reciclables de la planta de reciclaje RECICOM.	99
Anexo 11. Representación general de datos obtenidos sobre la encuesta realizada a recolectores de materiales reciclables.	100
Anexo 12. Ficha de observación realizada en centros de acopio de Tulcán.	101
Anexo 13. Guía de rutas - Zona norte.	102
Anexo 14. Guía de rutas - Zona centro.	108

Anexo 15. Guía de rutas - Zona sur.....	112
Anexo 16. Guía de rutas - Residuos hospitalarios.....	115

RESUMEN

La presente investigación se basó principalmente en el diseño de rutas que permitan la eficiencia operativa del proceso de recolección y transporte de residuos reciclables para su posterior tratamiento en la planta de reciclaje RECICOM en la ciudad de Tulcán, para lo cual se inició con la recolección de información relevante por medio entrevistas, encuestas y fichas de observación, para así tener una visión clara del problema, posteriormente se realizó la identificación de los nodos de residuos reciclables que debe cubrir la ruta de recolección teniendo en cuenta las capacidades de oferta de cada uno de ellos, posteriormente se realizó y estableció las rutas óptimas con ayuda del software ArcGIS y su herramienta "Network Analyst", la cual aborda aspectos como nodos, horarios, capacidades, distancias y tiempos para dar solución al VRP (*Vehicle Routing Problem*), gracias a la cual se pudo obtener una solución adecuada para el proceso de recolección, permitiendo su eficiencia operativa, ya que, estas rutas maximizan el uso de los recursos y mantienen bajos los costos del proceso.

Palabras Claves: Diseño de rutas, eficiencia operativa, VRP (*Vehicle Routing Problem*).

ABSTRACT

This research investigation was based mainly on the design of routes that allow the operational efficiency of the process of collection and transportation of recyclable waste for subsequent treatment at the RECICOM recycling plant in the city of Tulcán, for which it began with the collection of relevant information through interviews, surveys and observation sheets, in order to have a clear vision of the problem, subsequently the identification of the recyclable waste nodes that must cover the collection route was carried out, taking into account the supply capacities of each of them. The optimal routes were subsequently made and developed with the help of the ArcGIS software and its "Network Analyst" tool, which addresses aspects such as nodes, schedules, capacities, distances and times to provide a solution to the VRP (Vehicle Routing Problem), thanks to which it was able to obtain an adequate solution for the collection process, allowing its operational efficiency, since these routes maximize the use of resources and keep the costs of the process low.

Keywords: Route design, operational efficiency, VRP (Vehicle Routing Problem).

INTRODUCCIÓN

En la actualidad la gestión adecuada de las rutas de transporte es un punto logístico importante en el desempeño de las empresas, debido a que un mal manejo de las mismas puede resultar en diferentes problemas como lo es el aumento de costos operativos, retrasos e incluso incumplimiento en algunos puntos de la ruta, por lo cual, es importante el enfoque en ellas, organizarlas y planificarlas de manera adecuada para poder garantizar el cumplimiento de los objetivos de transporte, además de ayudar a minimizar los costos que intervienen en dicho proceso, ya que, de esta manera se puede reducir distancias y tiempo de recorrido, lo que resulta en un menor consumo de combustible y una menor necesidad de mantenimiento recurrente de los vehículos, lo que claramente genera un ahorro económico para la empresa.

En este sentido, la presente investigación se encuentra enfocada en la creación de rutas de recolección y transporte en la planta de reciclaje RECICOM, la cual no cuenta con dichas rutas, motivo por el cual resulta importante y necesario establecer rutas óptimas que le permitan una eficiencia operativa ayudándole así a cumplir con su objetivo de reducir la contaminación ambiental, por lo cual, para abordar esta problemática fue necesaria la recolección de información para el análisis y posterior manejo de esta dentro del software ArcGIS, debido a que este permite un buen manejo de la información y brinda herramientas adecuadas para dar soluciones óptimas tomando en cuenta las características del problema, como las capacidades vehiculares, tiempos, distancias y nodos a cubrir a lo largo del recorrido.

De este modo, la investigación se ha desarrollado conforme a los siguientes capítulos:

En el capítulo I, se encuentra presentado de manera general el problema de la planta de reciclaje y aspectos enfocados a lo que se quiere conseguir con la investigación, como el planteamiento, formulación y justificación del problema, además del objetivo general y objetivos específicos para su posterior desarrollo.

En el capítulo II, se presentan los antecedentes y el marco teórico, los cuales resultan de gran importancia para comprender y fundamentar diferentes aspectos de la investigación.

En el capítulo III, se encuentra dividida la información en la que se sustente la metodología, conteniendo así el enfoque, los tipos de investigación, la idea a defender y la operacionalización de las variables.

En el capítulo IV, se presentan los resultados correspondientes al desarrollo de los objetivos de la investigación, así como también la discusión realizada en base a los resultados y objetivos propuestos.

Por último, en el capítulo V se encuentran presentados aspectos relevantes de la investigación de forma clara y sintetizada a manera de conclusiones y recomendaciones.

I. EL PROBLEMA

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

A nivel mundial, la gestión eficiente de residuos y el reciclaje se han convertido en elementos importantes para abordar los desafíos medioambientales y económicos. Según el Banco Mundial (2018), "la generación de desechos está aumentando a un ritmo alarmante. Los países están desarrollándose rápidamente sin haber establecido sistemas adecuados para gestionar la distinta composición de desechos que producen los ciudadanos." (párr. 7). En este contexto, el diseño de rutas y la eficiencia operativa en las plantas de reciclaje se muestran como componentes esenciales para optimizar la recolección de dichos residuos para después procesarlos y conseguir que puedan ser reutilizables, minimizando el impacto ambiental y maximizando el valor de los recursos.

En muchas ciudades de América Latina y el Caribe, la disposición de residuos sólidos se ha realizado usando los vertederos no controlados y a cielo abierto, donde, estos métodos no son los más adecuados, ya que no solo han contaminado al medio ambiente, sino que han ocasionado serios impactos ecológicos, paisajísticos y a las poblaciones aledañas (Rondón, et. al. 2016, pág. 26).

En América latina, la gestión de los residuos sólidos es un desafío importante, ya que, en muchos países del continente no existe un buen manejo y control de los residuos haciendo que abordar de manera eficaz este problema sea una necesidad evidente, en la cual, el diseño de rutas en las plantas de reciclaje desempeña un papel muy importante para superar los obstáculos logísticos y de esta manera mejorar la gestión de los residuos.

Ecuador no tiene avances ni metas concretas. Más bien ha aumentado la basura que genera cada ecuatoriano. Al año se entierran más de 12.000 toneladas de desperdicios. Las escasas campañas de reciclaje han durado pocos días o se las ha marginado a las redes sociales. El país tiene un modelo insostenible, según los expertos, que se ha enfocado en enterrar millones de desechos sólidos (Morán, 2020, párr. 1).

En el Ecuador, la problemática de la gestión de residuos es significativamente sorprendente, por lo cual, la planta de reciclaje RECICOM, ubicada en la ciudad de Tulcán, tiene un papel fundamental en el tratamiento de estos residuos, sin embargo, dicha planta se enfrenta a desafíos relacionados al diseño de rutas, lo que influye de manera directa en su capacidad para contribuir de manera efectiva a la gestión de dichos residuos en Ecuador.

En este contexto, se puede decir que el diseño y la optimización de rutas de recolección es de vital importancia para que la planta de reciclaje pueda contribuir de manera significativa con la gestión de los residuos en Ecuador, por lo tanto, es importante llevar a cabo una investigación que proponga soluciones para mejorar la eficiencia operativa de la planta de reciclaje RECICOM y así pueda alcanzar su objetivo de disminuir los problemas ambientales y la contaminación.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cuáles son las rutas óptimas para realizar la recogida de residuos reciclables de manera eficiente para la planta de reciclaje RECICOM?

1.3. JUSTIFICACIÓN

La planta de reciclaje RECICOM desempeña un papel fundamental para el tratamiento de residuos reciclables, no obstante, la falta de una ruta de recolección de dichos residuos es un problema significativo para la planta de reciclaje, debido a que este problema conduce a tiempos de operación altos que claramente resultan en costos de operación altos, por lo tanto, en este contexto el presente trabajo de investigación tiene como propósito que la planta de reciclaje RECICOM consiga obtener una efectividad operativa para la recolección de los residuos reciclables, en este sentido es necesario realizar un análisis de los recursos disponibles y así proponer un diseño de rutas óptimo que permita reducir el consumo innecesario de estos en la planta de reciclaje RECICOM.

Por otra parte, se puede decir que la recolección de desechos reciclables es la primera etapa del proceso de reciclaje de la planta, por lo que, optar por mantenerse sin un diseño de una red de recolección de residuos reciclables puede enfrentar demoras en dicha actividad, es decir que los vehículos pueden recorrer largas distancias que resultan ser innecesarias, haciendo que los costos de esta actividad como el combustible y el mantenimiento se eleven innecesariamente, además se puede decir que la ausencia de dicha ruta compromete la capacidad

de procesamiento oportuno y eficiente de la planta, lo que claramente afecta de manera directa a su capacidad de cumplir con el objetivo principal de reducir los problemas ambientales y la contaminación para mejorar la calidad de vida de los habitantes de la ciudad.

Con la aplicación del diseño de rutas de recolección en primer lugar se beneficia la planta de reciclaje RECICOM, ya que esta ayuda a que pueda mejorar su capacidad de gestionar los residuos reciclables de manera eficiente, además esto genera un impacto directo en la rentabilidad de y sostenibilidad de la planta debido a que con la aplicación de dicha ruta se puede reducir los costos del proceso de recolección, por otro lado se puede decir que la comunidad local puede experimentar beneficios tangibles, ya que una planta de reciclaje más eficiente permite una reducción de acumulación de residuos, con lo que se logra disminuir los impactos negativos de la localidad.

1.4. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

1.4.1. Objetivo General

Diseñar una ruta de recolección que permita la eficiencia operativa en la planta de reciclaje RECICOM.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Analizar los recursos que posee la planta de reciclaje RECICOM para la recolección de residuos reciclables.
- Identificar los nodos de recolección de residuos reciclables para la planta de reciclaje RECICOM.
- Establecer una ruta de recolección de residuos reciclables óptima para la planta de reciclaje RECICOM.

1.4.3. Preguntas de Investigación

- ¿Qué recursos posee para realizar la recolección de residuos reciclables la planta de reciclaje RECICOM?
- ¿Qué nodos son los que debe cubrir la ruta de recolección de la planta de reciclaje RECICOM?
- ¿Cómo se realizará la recolección de los residuos reciclables en la planta de reciclaje RECICOM?

II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Como antecedente de investigación se consideró el trabajo realizado por Hinojosa y Querembas (2021), el cual tiene como objetivo general el "Diseñar rutas de distribución para optimizar el servicio de entrega de la empresa Distribuidora Familiar de la ciudad de Tulcán". La metodología de investigación se encuentra basada en un enfoque cuantitativo y tipos de investigación como descriptiva, documental y de campo, ya que requiere especificar las características de las rutas de distribución, analizar métodos aplicados anteriormente y extraer datos reales para el desarrollo de la investigación, esto haciendo uso de instrumentos como lo son la entrevista, encuesta y ficha de observación, lo que permitió obtener la información, con la cual tras su análisis y tratamiento, la investigación brindo conocimientos sobre el diseño de rutas haciendo un análisis de los diferentes opciones disponibles para ello y determinando que el software ArcGIS como la mejor opción para su optimización. La investigación mencionada determino que el análisis de los datos recolectados es lo que le permitió identificar la falencia de la empresa, con ello tras aplicar el software seleccionado se consigue trazar una ruta óptima con la que se logra disminuir el tiempo y las distancias recorridas pudiendo obtener un impacto directo en los costos asociados a la distribución.

De la misma manera como antecedente se toma en cuenta la investigación realizada por Casco y Punina (2019), la cual tiene como objetivo general el "Analizar el sistema de recogida de desechos y residuos sólidos de la ciudad de Tulcán y gestión logística, en el periodo 2018". La metodología de su investigación se encuentra bajo un enfoque cuantitativo y con tipos de investigación como documental, de campo, exploratoria, descriptiva y explicativa, ya que, es fundamental obtener información para el desarrollo de la investigación, además de conseguir una visión clara del panorama del tema de estudio, caracterizar componentes importantes de la investigación, como también analizar y explicar los diferentes factores relacionados con el tema planteado. todo esto mediante la aplicación de instrumentos como las fichas de observación, con lo que se logró

obtener información con la que se desarrolló la investigación y de esa manera facilitar conocimientos en cuanto al diseño de rutas mediante el uso del software ArcGIS para conseguir una adecuada gestión logística que permitió optimizar el tiempo de ruta. La investigación presentada concluye que el uso de herramientas para el análisis de la información geográfica son de gran ayuda para el análisis y rediseño de rutas, permitiendo manejar muchos parámetros que contribuyen a que la información sea veraz y fácil de interpretar, además tras realizar las rutas en el software se obtuvo una reducción importante en los tiempos, siendo en la ruta Norte se optimizó 34min y 08seg, en la ruta Centro Norte se optimizó 2h con 32min y 38seg, en la ruta Centro se optimizó 2h con 31min y 09seg, y en las rutas Centro Sur y Sur se obtuvo una optimización de tiempo y longitud, en la ruta Centro Sur se optimizó una distancia de 13.43km y un tiempo de 7h con 30min y 18seg, en la ruta Sur se optimizó una distancia de 39.73km y un tiempo de 10h con 24min y 12seg.

Así mismo como antecedente se tiene a la investigación desarrollada por Chamorro y Taticuán (2019), teniendo como objetivo general el “Analizar el canal de distribución de productos masivos en el Consorcio Comerth North en la ciudad de Tulcán, aplicando el método VRPTW (problema de ruteo vehicular con ventanas de tiempo) para la optimización de rutas”. La metodología de la investigación se encuentra basada en un enfoque cuantitativo y en los tipos de investigación exploratoria y descriptiva, ya que su propósito es destacar los aspectos fundamentales de la problemática determinada y obtener información completa sobre la misma, además de describir la situación del objeto de estudio a técnicas explicativas para la recolección de información con la aplicación de instrumentos como encuestas, entrevistas y fichas de observación, con la finalidad de obtener información confiable, para tener claridad sobre la problemática y a partir de ello la investigación proporciona conocimientos sobre el diseño de rutas como la aplicación del método VRPTW para la optimización de las mismas. En dicha investigación se identificó que el vehículo de distribución no realiza un recorrido por rutas óptimas, generando más tiempo en el proceso de distribución, lo cual tras la aplicación del método se obtuvieron resultados como es el caso del ahorro total de 1.96km luego de resolver el VRPTW.

Del mismo modo se toma en consideración como antecedente la investigación realizada por Cachimuel et. al. (2022), la cual tiene como objetivo general el “Analizar los procesos de diseño y planificación de rutas de transporte para mejorar los tiempos

de entrega". La metodología de la investigación se encuentra basada en un diseño bibliográfico de tipo documental, ya que, el tipo de investigación documental se concreta exclusivamente en la recopilación de información de diversas fuentes, con el objeto de organizarla describirla e interpretarla de acuerdo con ciertos procedimientos que garanticen confiabilidad y objetividad en la presentación de los resultados, para lograr dicho propósito se hizo uso de textos, documentos y artículos científicos, con lo cual consigue aportar conocimientos sobre el problema del ruteo vehicular VRP, mencionando que el objetivo de este es obtener un menor costo asociado al transporte recorriendo la menor distancia, usando en menor tiempo para la distribución, de la misma manera resalta la importancia de elegir una herramienta adecuada para la resolución del problema, ya que concluye que pueden existir distintas herramientas que permitan dar solución a problemas más como también menos específicos, dependiendo de las características del VRP, debido a que cada herramienta tiene diferentes limitaciones.

De igual forma como último antecedente se toma en cuenta la investigación realizada por Aslalema y Ortiz (2022), en la que se tiene como objetivo general el "Diseñar las rutas para la optimización del canal de distribución de productos de Distribuidores Helados Pingüino". La metodología de la investigación se encuentra basada en un enfoque mixto con tipos de investigación como documental, de campo y descriptiva, debido a que es necesario indagar, razonar y discutir la información que permite construir un conocimiento que permita dar solución a la problemática, como también obtener la descripción de características importantes de las actividades inmersas en el proceso de distribución, todo esto por medio de la recolección de los datos a través de los instrumentos como la entrevista, análisis documental, fichas de observación y encuesta, con la finalidad de obtener la información acertada para el desarrollo de la investigación, con lo cual, la investigación logra aportar conocimientos sobre el diseño de rutas utilizando el software ArcGIS para conseguir una adecuada optimización del canal de distribución, en la investigación se identificó varios problemas entre ellos la falta de un registro de planificación para la distribución, tampoco cuentan con un software para optimización de tiempos, distancia y costos en la entrega, por lo cual se consideró dos modelos propuestos para la optimización de rutas, en el primer modelo se determinó que se incrementaron los kilómetros de 214.47 a 222.20, sin embargo, se atienden a los 160 puntos, a diferencia del modelo actual que solo atiende a 97. Y

para el segundo modelo se obtiene una reducción del 29% ya que se recorren 151.50 km para atender a los 160 puntos.

2.2. MARCO TEÓRICO

2.2.1. Sistema de recogida

Los sistemas de recogida son el conjunto de medios que facilitan la recogida de los residuos de competencia municipal, desde el punto de aportación donde el poseedor los desecha hasta el primer destino, ya sea un almacén o una instalación para llevar a cabo un tratamiento de valorización o de eliminación. Se conforman por elementos como el tipo de contenedor o sistema de aportación utilizado y su ubicación, los vehículos recolectores que realizan el servicio y su frecuencia establecida de paso y, finalmente, los gestores (públicos, privados, mixtos, etc.) (Ministerio para la transición Ecológica y el reto demográfico, 2016, párr. 1).

Los sistemas de recogida son el pilar fundamental de la gestión de residuos municipales, los cuales funcionan utilizando la combinación de infraestructura de contenedores y puntos de recogida, flotas de vehículos y la gestión a cargo de los distintos actores que participan en el proceso. La eficiencia y el diseño de estos sistemas son de gran importancia para la reducción de residuos y la promoción de la sostenibilidad ambiental.

2.2.2. Recolección y transporte de residuos sólidos

La recolección de los residuos es el nexo entre la disposición inicial en el domicilio y el sistema de disposición final (así como de los procesos intermedios que se puedan suscitar). La recolección debe estar organizada de tal modo que permita un servicio eficiente y equitativo, sin producción de malos olores, polvos, ruidos molestos, desorden y en condiciones aceptables para un servicio de esta naturaleza (Jaramillo, 1999, pág. 5).

La recolección de residuos desempeña un papel fundamental en la gestión de residuos, así como la calidad de vida de la comunidad, es decir que un servicio de recolección bien organizado y optimizado es fundamental para prevenir problemas de contaminación y asegurar un ambiente limpio y saludable, por lo que se puede decir que la planificación para la recolección es esencial para el bienestar público.

2.2.3. Problema de ruteo vehicular (VRP)

El problema de enrutamiento de vehículos (VRP) es el mismo que el de mTSP, pero los vendedores se reemplazan con vehículos y se incluye la demanda en cada nodo y se especifica la capacidad de carga de los vehículos individuales. Los VRP se pueden utilizar en muchos campos, a saber, el movimiento de bienes industriales a lo largo de una cadena de suministro, servicios de mensajería, transporte público, recogida y eliminación de residuos, etc. Cada problema tiene restricciones específicas basadas en la urgencia de la demanda, la capacidad del vehículo, las distancias asimétricas, etc. (Anbuudayasankar et. al., 2014, pág. 3).

El problema de enrutamiento de vehículos (VRP) es un desafío complejo que tiene aplicaciones en diversas industrias, como la logística, transporte público y gestión de residuos. Al considerar diferentes aspectos del problema como la capacidad de los vehículos y las demandas de los nodos como se observa en la figura 1, con lo cual se optimiza la eficiencia en la distribución y el uso de recursos. La flexibilidad del VRP lo convierte en una herramienta valiosa para múltiples escenarios de planificación y gestión.

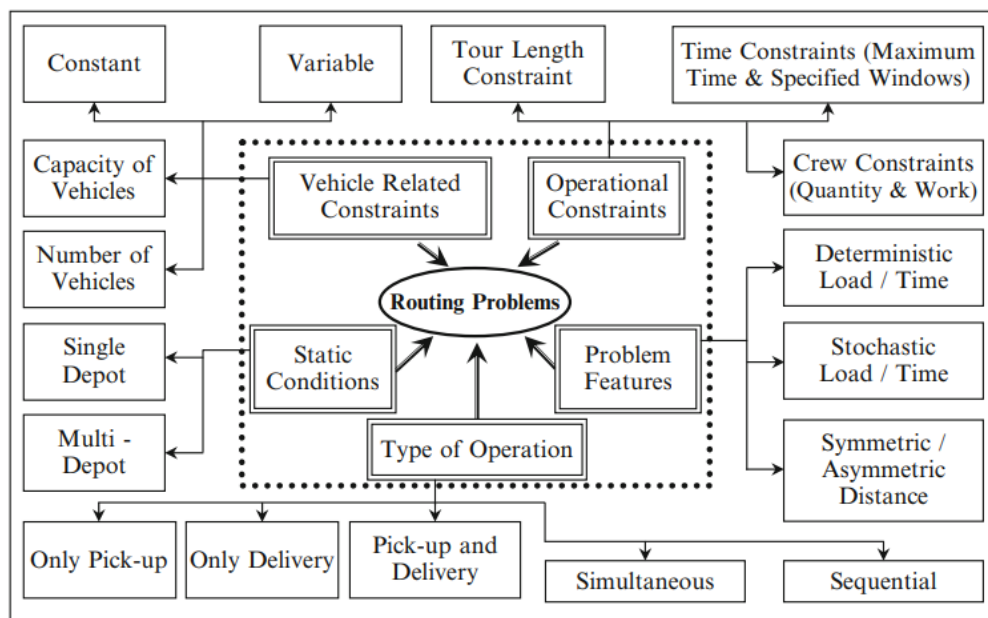


Figura 1. Dimensiones de los problemas de enrutamiento.

Fuente: Tomada de (Anbuudayasankar, Ganesh, & Mohapatra, 2014).

2.2.4. Diseño de rutas

El diseño de rutas de transporte de carga le permite a las organizaciones planificar sus estrategias de distribución logística previendo posibles obstáculos que ralenticen las entregas de mercancía, y calculando los recursos y los parámetros necesarios que se deben cumplir para que se completen de forma exitosa todos los pedidos asignados a una ruta de última milla (Abarza, 2020, párr. 2).

El diseño de rutas es una herramienta fundamental a la hora de realizar la distribución de la carga, ya que gracias a la aplicación de esta se puede prevenir obstáculos que generen retrasos del proceso en el proceso apoyándose en cálculos y parámetros importantes del problema para completar sus actividades exitosamente.

2.2.5. Optimización de rutas

La optimización de rutas de transporte involucra una amplia red logística que, a través de la planificación y de la programación, busca planear la ruta más eficiente en cuanto a costo, incluyendo factores relevantes, como la cantidad y la ubicación de las paradas requeridas de la ruta, así como los márgenes de tiempo para las entregas (element, s.f., párr. 5).

La optimización de rutas de transporte es fundamental en la logística, ya que al planificar rutas eficientes que consideran costos, ubicaciones y plazos, las empresas pueden ahorrar recursos y mejorar la satisfacción del cliente. Es un enfoque estratégico para la gestión logística que tiene un impacto significativo en la eficiencia operativa.

2.2.6. Eficiencia operativa

El concepto de eficiencia operacional engloba la práctica de volver sus procesos (las actividades desempeñadas por la empresa, con el objetivo de llegar a un mejor producto o servicio final). Por ejemplo, un supermercado tiene diversos métodos (de producción, de contratación, de ventas y de comunicación) internos y todos estos procesos ayudan a la empresa a alcanzar una meta, como por ejemplo vender sus productos (MyABCM, 2016, párr. 3).

La eficiencia operativa es esencial para el éxito empresarial. Optimizar los procesos internos, desde la producción hasta la venta y la comunicación, no solo mejora la

calidad del producto o servicio, sino que también aumenta la competitividad en un mercado en constante cambio.

“La eficiencia operativa es la capacidad de una empresa para producir bienes o servicios de alta calidad de manera constante y a un costo razonable, maximizando la producción y minimizando los costos mediante la implementación de prácticas y procesos eficientes” (Obando, 2023, párr. 4).

La eficiencia operativa se refiere a la capacidad de realizar las actividades de una empresa de manera óptima permitiendo que se maximice el beneficio y se minimice el costo de esas operaciones.

2.2.7. Teoría de grafos

La teoría de grafos es la rama de la Matemática Discreta (Bujalance y otros, 1993) que se ocupa de tal tipo de problemas. La conectividad entre los elementos de un conjunto es pues el objetivo fundamental de la teoría de grafos (Menéndez, 1998, pág. 11).

La teoría de grafos se centra en la conectividad entre elementos. Esta disciplina es esencial para resolver una amplia variedad de problemas que involucran relaciones y redes, por lo cual lo hace fundamental para el proceso de diseño de rutas de distribución.

2.2.8. ArcGIS

ArcGIS es un completo sistema que permite recopilar, organizar, administrar, analizar, compartir y distribuir información geográfica. Como la plataforma líder mundial para crear y utilizar sistemas de información geográfica (SIG), ArcGIS es utilizada por personas de todo el mundo para poner el conocimiento geográfico al servicio de los sectores del gobierno, la empresa, la ciencia, la educación y los medios (Esri, s.f., párr. 1).

ArcGIS es un sistema informático que engloba diferentes funciones que permiten al usuario plasmar y tratar información geográfica por medio de las herramientas como la creación de mapas, visualización y manipulación de los datos, facilitando el manejo de estos y la resolución de problemas en sectores como el transporte, ya que ayuda a tener una visión más amplia y clara de la situación.

2.2.8. *Network Analyst*

Los costes de transporte se pueden reducir secuenciando las paradas de forma óptima y buscando las rutas más cortas entre paradas teniendo en cuenta diversas restricciones como ventanas de tiempo, capacidades de vehículos y tiempos máximos de viaje. El servicio al cliente se puede mejorar a través de mejores tiempos de respuesta o ubicaciones de instalaciones más convenientes. La ArcGIS Network Analyst extension facilita la comprensión y la resolución de los problemas de esta naturaleza (Esri, s.f., párr. 1).

Network Analyst es una herramienta de ArcGIS que trabaja en base a los datos configurados dentro del sistema, dicha herramienta funciona como una solución a diversos problemas de transporte, con la finalidad de ayudar a optimizar costos analizando los datos y presentando al usuario rutas óptimas, es decir que el análisis que realiza esta herramienta es una solución a los problemas de planificación de rutas y gestión de redes de transporte.

III. METODOLOGÍA

3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO

3.1.1. Enfoque

El enfoque que se utilizará en la presente investigación es mixto, es decir cuali-cuantitativo, ya que, se utilizarán datos numéricos como el tiempo, dinero, distancias, vehículos disponibles, y por supuesto la capacidad de cada uno de ellos, además es cualitativo debido a la necesidad de complementar la comprensión cuantitativa con datos que permitan la clara comprensión de la situación, los cuales son necesarios para realizar un diseño de rutas óptimo para la recolección de los residuos reciclables.

El enfoque cuantitativo utiliza la recolección de datos y el análisis de datos para contestar preguntas de investigación y probar hipótesis formuladas previamente, además confía en la medición de variables e instrumentos de investigación con el uso de la estadística descriptiva e inferencias, en tratamientos estadístico y la prueba de hipótesis (Ñaupas et. al., 2018, pág. 140).

El enfoque cuantitativo está orientado a investigaciones que se realicen bajo la recolección y análisis de datos que permitan la medición de las variables, con la finalidad de dar respuesta a preguntas e hipótesis previamente planteadas.

Los investigadores que utilizan el método cualitativo buscan entender una situación social como un todo, teniendo en cuenta sus propiedades y su dinámica. En su forma general, la investigación cuantitativa parte de cuerpos teóricos aceptados por la comunidad científica, en tanto que la investigación cualitativa pretende conceptuar sobre la realidad, con base en la información obtenida de la población o las personas estudiadas (Bernal, 2010, pág. 60).

El enfoque cualitativo es el que está orientado a comprender y analizar los datos de una situación social sin dejar de lado sus características, con la finalidad de captar claramente dicha situación.

3.1.2. Tipo de Investigación

3.1.2.1. Investigación exploratoria

Se hará uso de este tipo de investigación debido a que se examinará los factores de la empresa que influyen en la recolección de los residuos reciclables, ya que anteriormente en dicha empresa no se ha abordado el tema de diseño de la ruta de recolección, por lo cual existen muchas dudas de cómo hacerlo.

“La investigación exploratoria es aquella que se efectúa sobre un tema u objeto desconocido o poco estudiado, por lo que sus resultados constituyen una visión aproximada de dicho objeto, es decir, un nivel superficial de conocimientos.” (Arias F. , 2012, pág. 23).

3.1.2.2. Investigación de campo

Es fundamental realizar este tipo de investigación para el diseño de rutas, debido a que es necesario extraer datos reales sobre la problemática mediante la aplicación de encuestas al personal de la planta de reciclaje.

La investigación de campo es aquella que consiste en la recolección de datos directamente de los sujetos investigados, o de la realidad donde ocurren los hechos (datos primarios), sin manipular o controlar variable alguna, es decir, el investigador obtiene la información, pero no altera las condiciones existentes (Arias F. , 2012, pág. 31).

3.1.2.2.1. Escala de Likert

Presentan un número de enunciados negativos y positivos acerca de un objeto de actitud. Al responder a los puntos de estas escalas los sujetos indican si están firmemente de acuerdo, si están de acuerdo, indecisos, en desacuerdo, o en desacuerdo total con cada enunciado. El valor numérico que se asigna a cada respuesta depende del grado de acuerdo o desacuerdo con un enunciado individual (Mejía, 2005, pág. 70).

La escala de Likert está diseñada para dar respuesta de un determinado tema siguiendo una escala en la que se consideran 5 calificaciones que son dos negativas, dos positivas y una indecisión con lo que se puede obtener información de la perspectiva de quienes den una respuesta al tema abordado.

3.2. IDEA A DEFENDER

El diseño de rutas permite la eficiencia operativa del proceso de transporte de la planta de reciclaje RECICOM.

3.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

Tabla 1. Operacionalización de variables: Variable dependiente.

Variable Definición	Conceptualización	Dimensión	Indicadores	Técnica	Instrumento
Dependiente: Eficiencia operativa	La eficiencia operativa se refiere a la capacidad que posee una empresa para realizar sus actividades de manera que le permita maximizar sus beneficios y minimizar los costos asociados a dichas actividades.	Costos operativos	Costo de mano de obra Costo de combustible Costo de mantenimiento	Entrevista / Encuesta	Guía de preguntas / Cuestionario
		Tiempo de operación	Tiempo de recorrido Tiempo de carga		
		Capacidad	Tiempo de descarga Oferta Demanda	Entrevista / Encuesta	Guía de preguntas / Cuestionario
		Distancia	Número de centros de acopio Distancia total recorrida		
			Eficiencia de rutas		

Tabla 2. Operacionalización de variables: Variable independiente.

Variable Definición	Conceptualización	Dimensión	Indicadores	Técnica	Instrumento
Independiente: Diseño de rutas	El diseño de rutas se refiere al proceso estratégico que se realiza para planificar de manera óptima el proceso de transporte, permitiendo anticipar y evitar posibles obstáculos que retrasen el proceso considerando las características y necesidades del caso.	Restricciones con relación a los vehículos	Número de vehículos Capacidad de vehículos	Entrevista / Encuesta	Guía de preguntas / Cuestionario
		Restricciones operacionales	Ventanas de tiempo		
		Condiciones estáticas	Número de centros de acopio <i>Only pick-up</i>	Fichas de observación	Checklist
		Tipos de operaciones	Estocástico (Tiempo / Carga) Distancia		
	Características del problema				

3.4. MÉTODOS UTILIZADOS

3.4.1. Métodos

Según Arias (2020), "el método científico reúne características ordenadas para lograr un conocimiento científico, es un procedimiento que puede extenderse en varios campos y se limita en un resultado definitivo". (pág. 7).

3.4.1.1. Método deductivo

Para la presente investigación se hará uso del método deductivo ya que va de lo general a lo particular, es decir que se iniciara con el problema en general para posteriormente realizar un análisis que sirva de soporte para realizar el diseño de la ruta de recolección.

El método deductivo permite determinar las características de una realidad particular que se estudia por derivación o resultado de los atributos o enunciados contenidos en proposiciones o leyes científicas de carácter general formuladas con anterioridad. Mediante la deducción se derivan las consecuencias particulares o individuales de las inferencias o conclusiones generales aceptadas (Abreu, 2014, pág. 200).

3.4.1.2. Método inductivo

Mediante el enfoque inductivo, se inicia el análisis desde lo específico hacia lo general, lo que implica la necesidad de iniciar con la identificación de factores que contribuyen a un deficiente proceso de recolección, con la finalidad de dar solución a los problemas y tomar decisiones que permitan mejorar dicho proceso.

"Mediante este método se observa, estudia y conoce las características genéricas o comunes que se reflejan en un conjunto de realidades para elaborar una propuesta o ley científica de índole general." (Abreu, 2014, pág. 200).

3.4.2. Técnicas

Las técnicas de recolección de datos son procedimientos y actividades que permiten comprobar el problema planteado de la variable estudiada en la investigación, por lo tanto, el tipo de investigación determinará la técnica a emplear. Los instrumentos son las herramientas que se emplean para obtener los datos de la realidad que se estudia (Bavaresco, 2001, como se citó en Useche et. al., 2019, pág. 30).

3.4.2.1. Entrevista

El uso de entrevistas en enfoques cuantitativos es una estrategia efectiva para enriquecer y contextualizar los datos. La combinación de métodos cuantitativos y cualitativos permite una comprensión más profunda y completa de los resultados de la investigación.

Si bien es cierto, las entrevistas son instrumentos que se alinean con los estudios con enfoque cualitativo, también pueden ser utilizados en el enfoque cuantitativo, sin embargo, no como instrumento principal, este debe ser un instrumento que apoye a las encuestas o el test para fortalecer la información al momento de realizar el análisis de los resultados cuantitativos, por ello se enmarca dentro del enfoque mixto (cuantitativo y cualitativo) (Arias J. , 2020, pág. 56).

3.4.2.1.1. Entrevistas estructuradas y semiestructuradas o abiertas

Las entrevistas se basan en una guía de asuntos o preguntas sobre las variables de interés del planteamiento del problema de investigación. En ocasiones, el entrevistador realiza su tarea siguiendo una guía de preguntas específicas, a las que se sujeta rigurosamente (el instrumento prescribe qué preguntas se formulan y en qué orden). Se les denomina *entrevistas estructuradas*. Otras veces, el entrevistador utiliza la guía pero tiene mayor flexibilidad (como la libertad de cambiar el orden o introducir preguntas adicionales para precisar conceptos u obtener mayor información). Lo importante de una entrevista es que se recolecten los datos o narrativas necesarias que reflejen las variables del estudio y las perspectivas de las personas. Dependiendo de esa elasticidad, se designan como entrevistas semiestructuradas o abiertas (Hernández et. al., 2017, pág. 166).

Las entrevistas en ambos casos siguen una guía de preguntas previamente formuladas, pero se diferencian en la flexibilidad de estas, ya que una es totalmente apegada a lo formulado y la otra se caracteriza por ser flexible, por otra parte, se debe mencionar que en ambos casos mantienen el mismo objetivo que es la recolección de datos que reflejen las variables de estudio.

3.4.2.2. Encuesta

La encuesta es una técnica que consiste en obtener la información directamente de las personas que están relacionadas con el objeto de estudio; sin embargo, se diferencia de la entrevista por el menor grado de interacción con dichas personas. Esta recogida de información puede ser a través de cuestionarios, test o pruebas de conocimiento (Useche et. al., 2019, pág. 31).

La encuesta es entonces una técnica con la que se puede obtener información de las personas que se encuentran en relación con el tema de estudio, además cabe mencionar que se diferencia de la entrevista por el grado de interacción con las personas el cual resulta ser menor.

3.4.2.3. Ficha de observación

La ficha de observación es una herramienta valiosa y versátil para la investigación en diversos campos. Su capacidad para analizar y registrar características y comportamientos es fundamental para comprender y evaluar objetos y situaciones de manera detallada y precisa.

Esta ficha sirve para observar e identificar los aspectos del objeto evaluado, sus características, funcionamiento, comportamiento, entre otros; se puede utilizar en estudios experimentales y no experimentales, estudios de ingeniería en el cual se deseen evaluar herramientas o equipos, estudios médicos donde se desee evaluar el cambio del cuerpo frente a la administración de algún medicamento o en un contexto social donde se desee ver el comportamiento de una persona con habilidades diferentes (Arias J. , 2020, pág. 55).

3.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

3.5.1. *Power BI*

En relación al análisis estadístico en la presente investigación se hace uso de programas destinados al análisis de datos como *Power BI* con la finalidad de obtener una organización y buena comprensión de los mismos, para los cuales se toma en consideración la población limitada al entorno de la empresa, lo cual consta de personal relacionado con el enfoque de la investigación que son las áreas de transporte y recolección de los residuos reciclables, lo cual proporciona datos específicos necesarios para el desarrollo del enfoque de la investigación.

3.5.2. Ji-Cuadrada (x2)

Para realizar la comprobación de los datos obtenidos mediante las encuestas realizadas al personal relacionado con el enfoque de la investigación se hace uso de programa R Studio en el cual se trabaja el Ji-Cuadrado, lo cual es una herramienta que en este caso permite realizar cálculos tomando en cuenta diferentes posturas a las cuales se apegaron cada uno de los encuestados, con lo que tras realizar el cálculo se puede determinar si existe o no una relevancia de los datos obtenidos.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RESULTADOS

La planta de reciclaje RECICOM surge como un proyecto visionario en base a la fundación "La casa de mami Yoli", esta entidad se ha comprometido con la causa medioambiental, enfocándose en la recolección y clasificación de diferentes residuos reciclables en la ciudad de Tulcán. El propósito de este proyecto es tomar acción sobre la problemática de la contaminación ambiental, el cual se hace mediante el establecimiento de un proyecto para el procesamiento de residuos reciclables a gran escala, este proyecto no solo busca reducir los impactos ambientales negativos, sino también educar y sensibilizar a la sociedad sobre la importancia del manejo adecuado de los residuos.

Más allá de considerar dichos materiales como basura, RECICOM fomenta la idea de que son valiosos recursos que pueden ser procesados para ser utilizados en la fabricación de otros productos, con lo cual se contribuye a reducir no solo el malestar social asociado con la contaminación, sino también a reducir el efecto de la contaminación ambiental.

Para garantizar un análisis completo en el desarrollo de la presente investigación, se utilizaron diferentes herramientas metodológicas con la finalidad de recopilar información precisa y detallada. Dichas herramientas incluyen entrevistas, encuestas y fichas de observación, cuyos resultados se detallan en los anexos 3, 4, 5 y 6. Estas herramientas permitieron obtener un entendimiento profundo de los aspectos fundamentales asociados con la planta de reciclaje.

4.1.1. Análisis de los recursos que posee la planta de reciclaje RECICOM para la recolección de residuos reciclables.

Específicamente, mediante la entrevista presentada en el anexo 3, se logró determinar los tipos de residuos reciclables que se deben recolectar para su posterior procesamiento, estos incluyen materiales tales como plásticos, cartón, chatarra y residuos hospitalarios, es importante destacar que estos materiales se recolectan en

diferentes localizaciones que de la provincia del Carchi que se presentan en la tabla 3.

Tabla 3. Lugares de recolección de residuos reciclables.

Lugar	Distancia
Tulcán	5,2 km
Tufiño	25,9 km
Julio Andrade	22,9 km
San Pedro de Huaca	26,6 km
Santa Marta de Cuba	34,4 km
Fernández Salvador	35,5 km
Mariscal Sucre	34,2 km
Cristóbal Colón	37,9 km
San Gabriel	41,1 km

Nota. Las distancias se presentan en relación con la ubicación desde la planta de reciclaje.

Para el proceso de la recolección de los residuos reciclables, se tienen destinados específicamente dos vehículos, los cuales son de tipo camión que se encuentran presentados en el anexo 7. Como se muestra en la tabla 4, cada uno de estos camiones posee capacidades y especificaciones distintas con la finalidad de que puedan adaptarse a las necesidades que se presentan en el proceso de recolección y así poder asegurar que el proceso se realice de manera eficiente y oportuna, para lo cual también se les será designadas rutas específicas diseñadas maximizar la recolección y minimizar el tiempo y costo del proceso de transporte, esto debido a que la recolección eficiente es fundamental para mantener cubierta la demanda de la planta de reciclaje, ya que garantiza un flujo constante de materiales reciclables para que puedan ser procesados y reutilizados.

Tabla 4. Vehículos de recolección y transporte de residuos reciclables.

Vehículo N°	Tipo	Capacidad de carga [Kg]	Modelo	Combustible	Cilindraje
1	Camión	13000	Pavise	Diesel	5900 cc
2	Camión	6500	EX8	Diesel	3907 cc

Los vehículos de transporte de carga tienen costos asociados a su uso que necesitan ser cubiertos para mantener su operatividad y eficiencia, entre los cuales destacan el combustible, que es indispensable para su funcionamiento y representa una parte significativa del presupuesto operativo, también el mantenimiento regular, que debe realizarse, con la finalidad de prevenir averías y garantizar el desarrollo del proceso

de recolección y transporte, es decir que al cubrir estos costos, se asegura que los vehículos operen de manera óptima, prolongando su vida útil y minimizando el riesgo de interrupciones en la tarea que desempeñan, estos costos se presentan de manera detallada en los anexos 8 y 9, y de manera específica en la tabla 5.

Tabla 5. Costos de uso de vehículos.

Vehículo N°	Costo		Costo		Costo mantenimiento preventivo x Km	Costo mantenimiento correctivo x Km	Costo x Km
	diesel x gal	Rendimiento [Km x gal]	diesel x km				
1	1,79	10	0,18		0,26	0,05	0,48
2	1,79	16	0,11		0,21	0,04	0,37

Dado que la eficiencia operativa está directamente relacionada con la maximización del uso de los recursos y a su vez con la reducción de costos, fue necesario obtener datos que aporten conocimiento sobre los valores relacionados a los pagos de quienes están encargados del transporte de los residuos reciclables, ya que estos datos están directamente relacionados con los costos de las rutas a cubrir, por lo cual, dichos datos se presentan en la tabla 6 de manera desagregada para tener una visión clara y adecuada.

Tabla 6. Detalle de pagos a conductores.

	Año	Mes	Día	Hora
Salario	8484,84	707,07	35,35	4,42
Décimo tercero	707,07	58,92	2,95	0,37
Décimo cuarto	460,00	38,33	1,92	0,24
Valor IESS (Empleador)	946,06	78,84	3,94	0,49
Valor IESS (Trabajador)	801,82	66,82	3,34	0,42
Total	9796,15	816,35	40,82	5,10

Por otra parte, es importante mencionar que la demanda de la planta se encuentra estrechamente relacionada con la capacidad de procesamiento de las máquinas presentadas en la tabla 7, ya que estas operan de manera ininterrumpida las 24 horas del día, por lo tanto es fundamental que se trasladen la cantidades adecuadas de los tipos de materiales que se manejan para maximizar la uso de los recursos disponibles, por lo que en este sentido la recolección y traslado de los residuos reciclables se convierte en un elemento fundamental para mantener un flujo de procesamiento óptimo en la planta de reciclaje.

Tabla 7. Maquinaria de procesamiento de materiales reciclables.

Tipo de máquina	Material	Capacidad
Trituradora	Plástico	3,6 t/día
Procesadora	Cartón	4,8 t/día
Trituradora	Chatarra	4,8 t/día
Horno desinfección	Residuos hospitalarios	600 kg/día

Es importante asegurar que las capacidades de las máquinas de procesamiento de residuos reciclables sean completamente satisfechas para mantener la eficiencia operativa de la planta. Sin embargo, como se presenta en la tabla 8, los nodos considerados actualmente no cubren adecuadamente la demanda de la planta de reciclaje. Ante esta situación, resulta necesario optar por la búsqueda de nuevos nodos que puedan contribuir a satisfacer dicha demanda. La integración de nuevos nodos no solo permitirá cubrir la capacidad de procesamiento, sino que también ayudará a garantizar un flujo constante de materiales hacia las máquinas de procesamiento, en este sentido se puede decir que el cumplimiento de las necesidades de las maquinas también reforzará la capacidad para cumplir con los objetivos de reciclaje y reducción de la contaminación ambiental.

Tabla 8. Tipo de residuos y cantidades por localización.

Lugares	Oferta de materiales x semana			
	Plástico [kg]	Cartón [kg]	Chatarra [kg]	Residuos hospitalarios [kg]
Tulcán	800	700	900	-
Tufiño	500	350	200	-
Julio Andrade	650	400	400	-
San Pedro de Huaca	600	450	450	-
Santa Marta de Cuba	450	350	200	-
Fernández Salvador	450	300	200	-
Mariscal Sucre	400	300	150	-
Cristóbal Colón	450	350	250	-
San Gabriel	700	500	800	-

Por otra parte, mediante la aplicación de una encuesta, se llevó a cabo la recolección de información para conocer el nivel de aceptación o rechazo de diversos aspectos relacionados con el transporte de los residuos reciclables, como se presenta en el anexo 4. Este proceso se basó en la utilización de una escala de Likert, una herramienta reconocida por su capacidad para medir actitudes y opiniones en una amplia gama de temas. Dicha información proporciona una comprensión más profunda de los aspectos aceptados o rechazados, lo cual es fundamental para

identificar puntos de mejora y oportunidades de optimización para que la tarea del transporte sea desempeñada de la mejor manera ayudando así a la satisfacción de las necesidades.

En el caso de la encuesta dirigida al personal de transporte se pudo recolectar las respuestas requeridas que se presentan en la tabla 9, las cuales de manera general se representaron en el anexo 10 y posteriormente son analizados de manera detallada.

Tabla 9. Respuestas sobre la encuesta dirigida al personal de transporte.

Escala	Σ N°1	Σ N°2	Σ N°3	Σ N°4	Σ N°5	Σ N°6	Σ N°7	Σ N°8	Σ N°9	Σ N°10	Σ N°11
Totalmente en desacuerdo	2	0	2	1	0	0	0	2	0	0	0
En desacuerdo	2	0	1	4	3	0	0	5	0	0	0
Indiferente	3	2	3	3	3	0	0	1	0	1	2
De acuerdo	1	3	2	0	1	6	3	0	6	4	5
Totalmente de acuerdo	0	3	0	0	1	2	5	0	2	3	1

Nota. Se muestra la sumatoria de las opiniones según la escala de cada pregunta.

Según el resultado obtenido se puede decir que el costo de la mano de obra (Choferes) no es un factor importante en la eficiencia operativa, como se evidencia en la figura 2.

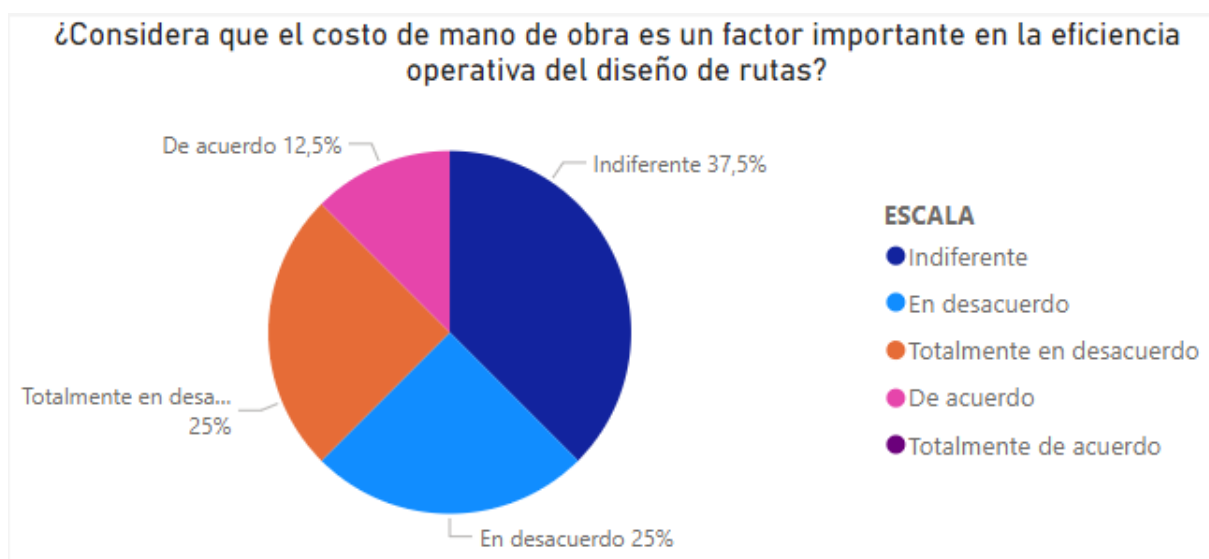


Figura 2. Importancia del costo de mano de obra en la eficiencia operativa.

Se utilizó la herramienta estadística de Ji-Cuadrado para llevar a cabo el análisis correspondiente, el cual arrojó que las respuestas recopiladas en la pregunta N°1 de

la encuesta no tienen relevancia. Este resultado se basa en la aceptación de la hipótesis nula, como se evidencia en la figura 3.

```
> #####Pregunta1#####
> TD<-0 #TD=Totalmente de acuerdo
> D<-1 #D=De acuerdo
> I<-3 #I=Indiferente
> ED<-2 #ED=En desacuerdo
> TED<-2 #TED=Totalmente en desacuerdo
> #Total
> print(Total<-(TD+D+I+ED+TED))
[1] 8
> #fe
> print(fe<-Total/5)
[1] 1.6
> #ji calculado =  $x^2_{obt} = \sum(((f_o - f_e)^2) / f_e)$ 
> #x2obt
> print(x2obt<-(((TD-fe)^2)/fe)+(((D-fe)^2)/fe)+(((I-fe)^2)/fe)+(((ED-fe)^2)/fe)+(((TED-fe)^2)/fe))
[1] 3.25
> #Grado de confianza  $\alpha=0.05$ 
> #Grados de libertad n-1 = 5-1=4
> #ji critico x2crit
> x2crit<-9.488
> #Evaluacion de hipotesis
> #H0:Las respuestas no tienen relevancia
> #H1:Las respuestas tienen relevancia
> #Si  $x^2_{obt} \geq x^2_{crit}$  rechazamos H0
> if(x2obt>=x2crit){print("Se rechaza H0 y se acepta H1")}else{print("Se acepta H0 y se rechaza H1")}
[1] "Se acepta H0 y se rechaza H1"
```

Figura 3. Comprobación de relevancia sobre el costo de mano de obra.

La mayoría de las personas relacionadas al proceso de transporte de los residuos está de acuerdo con el número de personas designadas a dicho proceso, por lo que se puede interpretar que no existe problema en este aspecto, como se puede observar en la figura 4.

¿Considera que el número de trabajadores encargados de la recolección de residuos reciclables es adecuado?

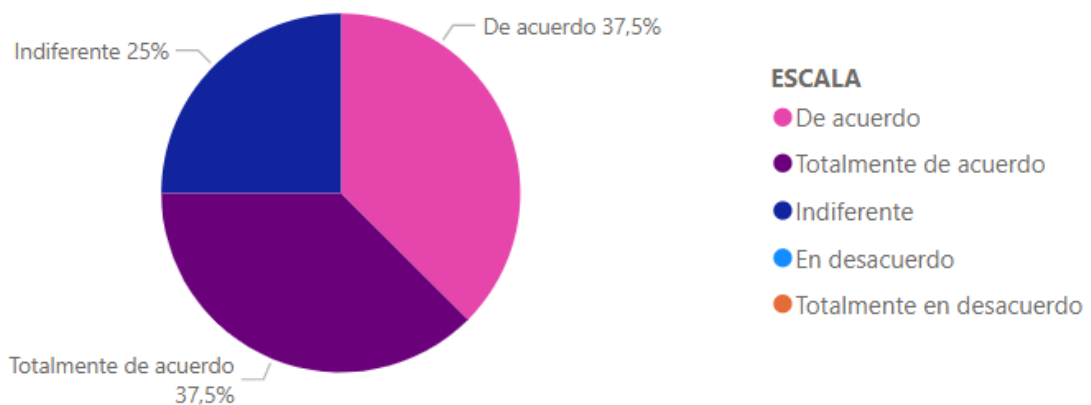


Figura 4. Número de trabajadores encargados de la recolección.

Con el uso de la herramienta estadística de Ji-Cuadrado para realizar el cálculo, se pudo determinar que las respuestas obtenidas en la pregunta N°2 de la encuesta no

tienen relevancia, ya que, se acepta la hipótesis nula, como puede observarse en la figura 5.

```
> #####Pregunta2#####
> TD<-3 #TD=Totalmente de acuerdo
> D<-2 #D=De acuerdo
> I<-1 #I=Indiferente
> ED<-0 #ED=En desacuerdo
> TED<-0 #TED=Totalmente en desacuerdo
> #Total
> print(Total<-(TD+D+I+ED+TED))
[1] 8
> #fe
> print(fe<-Total/5)
[1] 1.6
> #ji calculado =  $x^2_{obt} = \sum \frac{(f_o - f_e)^2}{f_e}$ 
> #x2obt
> print(x2obt<-(((TD-fe)^2)/fe)+(((D-fe)^2)/fe)+(((I-fe)^2)/fe)+(((ED-fe)^2)/fe)+(((TED-fe)^2)/fe))
[1] 5.75
> #Grado de confianza  $\alpha=0.05$ 
> #Grados de libertad n-1 = 5-1=4
> #ji critico x2crit
> x2crit<-9.488
> #Evaluacion de hipotesis
> #H0:Las respuestas no tienen relevancia
> #H1:Las respuestas tienen relevancia
> #Si x2obt>=x2crit rechazamos H0
> if(x2obt>=x2crit){print("Se rechaza H0 y se acepta H1")}else{print("Se acepta H0 y se rechaza H1")}
[1] "Se acepta H0 y se rechaza H1"
```

Figura 5. Comprobación de relevancia sobre el número de trabajadores.

Según los datos que se observan en la figura 6, se entiende que la mayoría de las opiniones son indiferentes con respecto al costo del combustible, lo cual puede deberse a que es un factor que no varía con la aplicación el diseño de rutas.

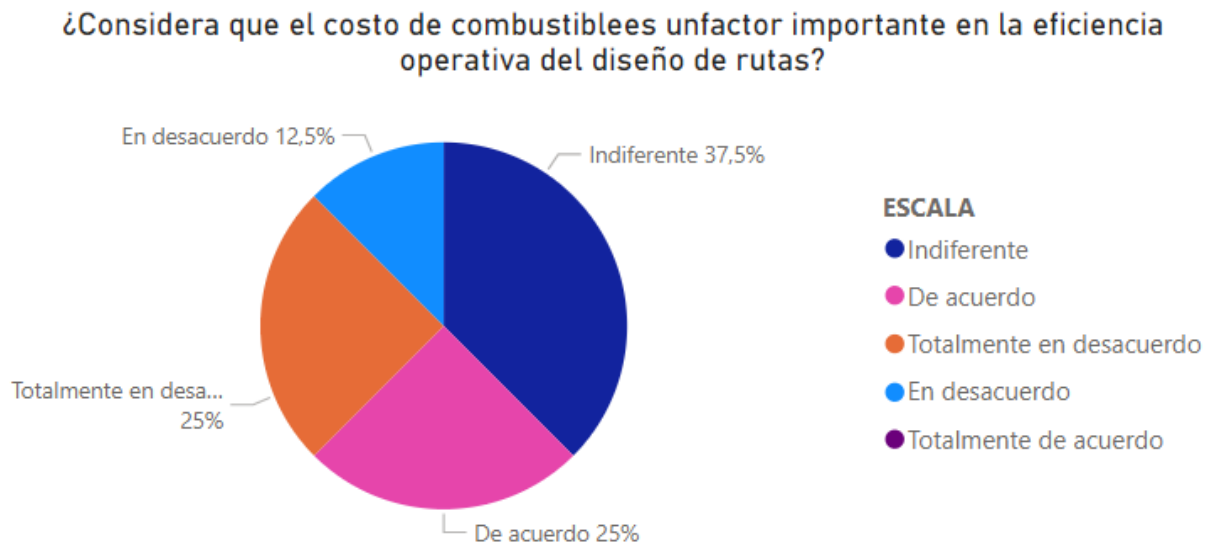


Figura 6. Importancia del costo del combustible en la eficiencia operativa.

Con el resultado obtenido tras utilizar la fórmula del Ji-Cuadrado se puede observar que las respuestas recopiladas en la encuesta correspondientes a la pregunta N°3 no

tienen relevancia, debido a que se acepta la hipótesis nula como se presenta en la figura 7.

```

> #####Pregunta3#####
> TD<-0 #TD=Totalmente de acuerdo
> D<-2 #D=De acuerdo
> I<-3 #I=Indiferente
> ED<-1 #ED=En desacuerdo
> TED<-2 #TED=Totalmente en desacuerdo
> #Total
> print(Total<-(TD+D+I+ED+TED))
[1] 8
> #fe
> print(fe<-Total/5)
[1] 1.6
> #ji calculado = x2obt=Σ(((fo-fe)^2)/fe)
> #x2obt
> print(x2obt<-(((TD-fe)^2)/fe)+(((D-fe)^2)/fe)+(((I-fe)^2)/fe)+(((ED-fe)^2)/fe)+(((TED-fe)^2)/fe))
[1] 3.25
> #Grado de confianza α=0.05
> #Grados de libertad n-1 = 5-1=4
> #ji critico x2crit
> x2crit<-9.488
> #Evaluacion de hipotesis
> #H0:Las respuestas no tienen relevancia
> #H1:Las respuestas tienen relevancia
> #Si x2obt>=x2crit rechazamos H0
> if(x2obt>=x2crit){print("Se rechaza H0 y se acepta H1")}else{print("Se acepta H0 y se rechaza H1")}
[1] "Se acepta H0 y se rechaza H1"

```

Figura 7. Comprobación de relevancia sobre el costo de combustible.

Como se observa en la figura 8, la mayoría de los encuestados sugiere que la distancia total de recorrido no es la adecuada por lo que se puede decir que es necesario realizar un diseño de rutas adecuado para conseguir recorrer lo menor posible.

¿Considera que la distancia total recorrida por los vehículos en la recolección de residuos reciclables es adecuada?

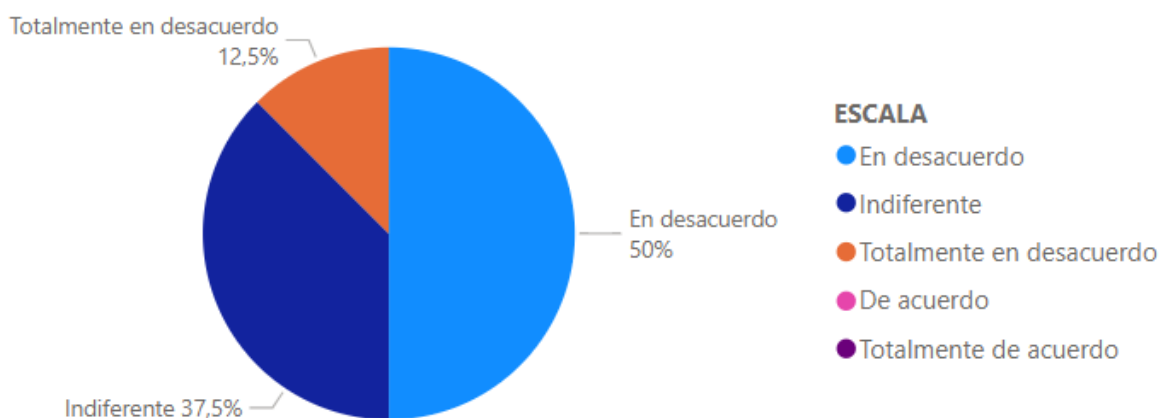


Figura 8. Distancia total recorrida para la recolección.

Tras el cálculo realizado del Ji-Cuadrado con las respuestas obtenidas en la pregunta N°4 de la encuesta como se evidencia en la figura 9, se acepta la hipótesis nula, con lo que se determina que dichas respuestas no tienen relevancia.

```

> #####Pregunta4#####
> TD<-0 #TD=Totalmente de acuerdo
> D<-0 #D=De acuerdo
> I<-3 #I=Indiferente
> ED<-4 #ED=En desacuerdo
> TED<-1 #TED=Totalmente en desacuerdo
> #Total
> print(Total<- (TD+D+I+ED+TED))
[1] 8
> #fe
> print(fe<-Total/5)
[1] 1.6
> #ji calculado =  $x^2_{obt} = \sum(((f_o - f_e)^2) / f_e)$ 
> #x2obt
> print(x2obt<- (((TD-fe)^2)/fe) + (((D-fe)^2)/fe) + (((I-fe)^2)/fe) + (((ED-fe)^2)/fe) + (((TED-fe)^2)/fe))
[1] 8.25
> #Grado de confianza  $\alpha=0.05$ 
> #Grados de libertad n-1 = 5-1=4
> #ji critico x2crit
> x2crit<-9.488
> #Evaluacion de hipotesis
> #H0:Las respuestas no tienen relevancia
> #H1:Las respuestas tienen relevancia
> #Si  $x^2_{obt} \geq x^2_{crit}$  rechazamos H0
> if(x2obt>=x2crit){print("Se rechaza H0 y se acepta H1")}else{print("Se acepta H0 y se rechaza H1")}
[1] "Se acepta H0 y se rechaza H1"

```

Figura 9. Comprobación de relevancia sobre la distancia total recorrida.

Según los resultados obtenidos se puede decir que no se considera importante el mantenimiento de los vehículos para la eficiencia operativa del diseño de rutas, como se evidencia en la figura 10.

¿Considera que el costo de mantenimiento es un factor importante en la eficiencia operativa del diseño de rutas?

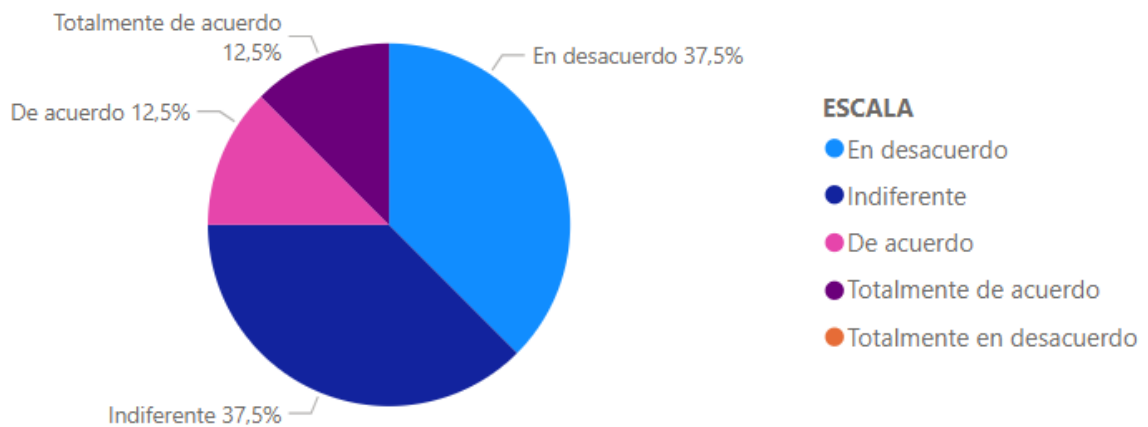


Figura 10. Importancia del costo de mantenimiento en la eficiencia operativa.

Las respuestas obtenidas para la pregunta N°5 de la encuesta resultan no tener relevancia, ya que, tras realizar el cálculo del Ji-Cuadrado se acepta la hipótesis nula como se evidencia en la figura 11.

```

> #####Pregunta5#####
> TD<-1 #TD=Totalmente de acuerdo
> D<-1 #D=De acuerdo
> I<-3 #I=Indiferente
> ED<-3 #ED=En desacuerdo
> TED<-0 #TED=Totalmente en desacuerdo
> #Total
> print(Total<-(TD+D+I+ED+TED))
[1] 8
> #fe
> print(fe<-Total/5)
[1] 1.6
> #ji calculado =  $x^2_{obt} = \sum(((f_o - f_e)^2) / f_e)$ 
> #x2obt
> print(x2obt<-(((TD-fe)^2)/fe)+(((D-fe)^2)/fe)+(((I-fe)^2)/fe)+(((ED-fe)^2)/fe)+(((TED-fe)^2)/fe))
[1] 4.5
> #Grado de confianza  $\alpha=0.05$ 
> #Grados de libertad n-1 = 5-1=4
> #ji critico x2crit
> x2crit<-9.488
> #Evaluacion de hipotesis
> #H0:Las respuestas no tienen relevancia
> #H1:Las respuestas tienen relevancia
> #Si x2obt>=x2crit rechazamos H0
> if(x2obt>=x2crit){print("Se rechaza H0 y se acepta H1")}else{print("Se acepta H0 y se rechaza H1")}
[1] "Se acepta H0 y se rechaza H1"

```

Figura 11. Comprobación de relevancia sobre el costo de mantenimiento.

Como se puede observar en la figura 12, el mantenimiento de los vehículos es adecuado por lo que se puede entender que se realiza de manera controlada para mantener el buen funcionamiento de los vehículos.

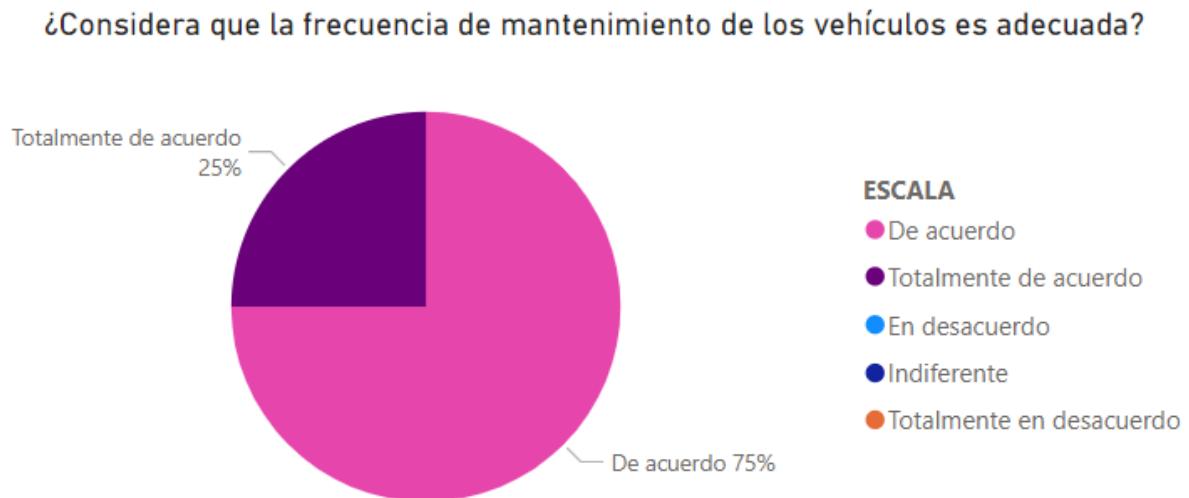


Figura 12. Frecuencia de mantenimiento de vehículos de recolección.

En el caso de la pregunta N°6 de la encuesta las respuestas obtenidas resultan tener relevancia tras ser rechazada la hipótesis nula y aceptada la hipótesis alternativa después de realizar el cálculo del Ji-Cuadrado como se presenta en la figura 13.

```

> #####Pregunta6#####
> TD<-2 #TD=Totalmente de acuerdo
> D<-6 #D=De acuerdo
> I<-0 #I=Indiferente
> ED<-0 #ED=En desacuerdo
> TED<-0 #TED=Totalmente en desacuerdo
> #Total
> print(Total<-(TD+D+I+ED+TED))
[1] 8
> #fe
> print(fe<-Total/5)
[1] 1.6
> #ji calculado =  $x^2_{obt} = \sum(((f_o - f_e)^2) / f_e)$ 
> #x2obt
> print(x2obt<-(((TD-fe)^2)/fe)+(((D-fe)^2)/fe)+(((I-fe)^2)/fe)+(((ED-fe)^2)/fe)+(((TED-fe)^2)/fe))
[1] 17
> #Grado de confianza  $\alpha=0.05$ 
> #Grados de libertad n-1 = 5-1=4
> #ji critico x2crit
> x2crit<-9.488
> #Evaluacion de hipotesis
> #H0:Las respuestas no tienen relevancia
> #H1:Las respuestas tienen relevancia
> #Si x2obt>=x2crit rechazamos H0
> if(x2obt>=x2crit){print("Se rechaza H0 y se acepta H1")}else{print("Se acepta H0 y se rechaza H1")}
[1] "Se rechaza H0 y se acepta H1"

```

Figura 13. Comprobación de relevancia sobre la frecuencia de mantenimiento de vehículos.

Tal como se puede observar en la figura 14, se considera que el tiempo de recorrido es muy importante en la eficiencia operativa del diseño de rutas, ya que, la totalidad de encuestados tienen aceptación en este factor.

¿Considera que el tiempo de recorrido es un factor importante en la eficiencia operativa del diseño de rutas?

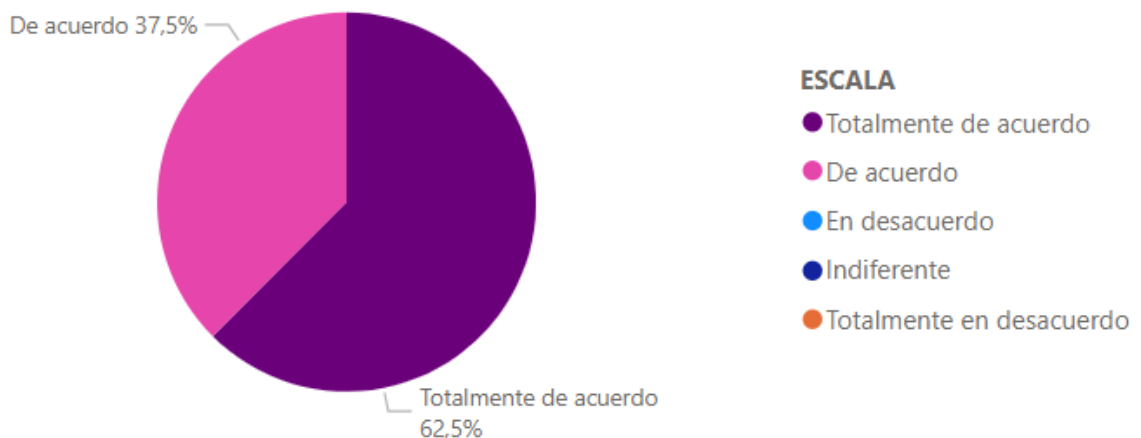


Figura 14. Importancia del tiempo total de recorrido en la eficiencia operativa.

Mediante el cálculo realizado con la herramienta del Ji-Cuadrado se pudo determinar que las respuestas obtenidas en la pregunta N°7 de la encuesta son relevantes al ser rechazada la hipótesis nula y aceptada la hipótesis alternativa como se evidencia en la figura 15.

```

> #####Pregunta7#####
> TD<-5 #TD=Totalmente de acuerdo
> D<-3 #D=De acuerdo
> I<-0 #I=Indiferente
> ED<-0 #ED=En desacuerdo
> TED<-0 #TED=Totalmente en desacuerdo
> #Total
> print(Total<-(TD+D+I+ED+TED))
[1] 8
> #fe
> print(fe<-Total/5)
[1] 1.6
> #ji calculado =  $x^2_{obt} = \sum(((f_o - f_e)^2)/f_e)$ 
> #x2obt
> print(x2obt<-(((TD-fe)^2)/fe)+(((D-fe)^2)/fe)+(((I-fe)^2)/fe)+(((ED-fe)^2)/fe)+(((TED-fe)^2)/fe))
[1] 13.25
> #Grado de confianza  $\alpha=0.05$ 
> #Grados de libertad  $n-1 = 5-1=4$ 
> #ji critico x2crit
> x2crit<-9.488
> #Evaluacion de hipotesis
> #H0:Las respuestas no tienen relevancia
> #H1:Las respuestas tienen relevancia
> #Si  $x^2_{obt} \geq x^2_{crit}$  rechazamos H0
> if(x2obt>=x2crit){print("Se rechaza H0 y se acepta H1")}else{print("Se acepta H0 y se rechaza H1")}
[1] "Se rechaza H0 y se acepta H1"

```

Figura 15. Comprobación de relevancia sobre el tiempo total de recorrido.

Claramente se puede interpretar con los resultados de la figura 16 que no se considera adecuado el número de vehículos que se tiene para el proceso de transporte de los residuos hasta la planta de reciclaje.

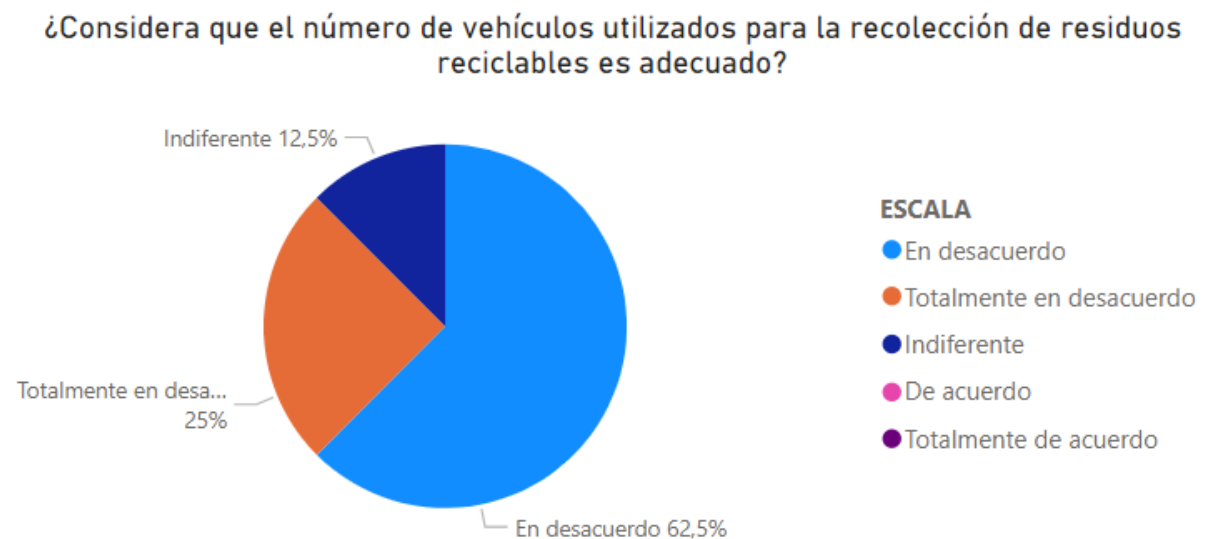


Figura 16. Número de vehículos utilizados para la recolección de residuos.

Para el caso de la pregunta N°8 de la encuesta mediante el uso del Ji-Cuadrado se logró determinar que las respuestas obtenidas en dicha pregunta son relevantes ya que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa como se puede observar en la figura 17.

```

> #####Pregunta8#####
> TD<-0 #TD=Totalmente de acuerdo
> D<-0 #D=De acuerdo
> I<-1 #I=Indiferente
> ED<-5 #ED=En desacuerdo
> TED<-2 #TED=Totalmente en desacuerdo
> #Total
> print(Total<-(TD+D+I+ED+TED))
[1] 8
> #fe
> print(fe<-Total/5)
[1] 1.6
> #ji calculado =  $x^2_{obt} = \sum(((f_o - f_e)^2)/f_e)$ 
> #x2obt
> print(x2obt<-(((TD-fe)^2)/fe)+(((D-fe)^2)/fe)+(((I-fe)^2)/fe)+(((ED-fe)^2)/fe)+(((TED-fe)^2)/fe))
[1] 10.75
> #Grado de confianza  $\alpha=0.05$ 
> #Grados de libertad n-1 = 5-1=4
> #ji critico x2crit
> x2crit<-9.488
> #Evaluacion de hipotesis
> #H0:Las respuestas no tienen relevancia
> #H1:Las respuestas tienen relevancia
> #Si  $x^2_{obt} \geq x^2_{crit}$  rechazamos H0
> if(x2obt>=x2crit){print("Se rechaza H0 y se acepta H1")}else{print("Se acepta H0 y se rechaza H1")}
[1] "Se rechaza H0 y se acepta H1"

```

Figura 17. Comprobación de relevancia sobre el número de vehículos.

Se puede evidenciar con la figura 18 que la capacidad de carga de los vehículos es la adecuada para transportar los residuos, ya que, la totalidad de encuestados tiene respuestas positivas sobre este aspecto.

¿Considera que la capacidad de carga de los vehículos es adecuada para cumplir con la recolección residuos reciclables?

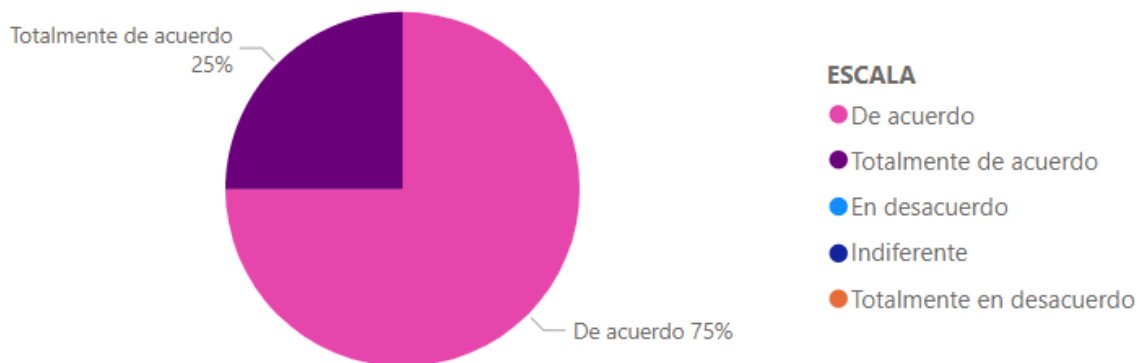


Figura 18. Capacidad de carga de vehículos de recolección.

El cálculo realizado mediante la herramienta Ji-Cuadrado arrojó que las respuestas obtenidas en la pregunta N°9 de la encuesta son relevantes, ya que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa como se presenta en la figura 19.

```

> #####Pregunta9#####
> TD<-2 #TD=Totalmente de acuerdo
> D<-6 #D=De acuerdo
> I<-0 #I=Indiferente
> ED<-0 #ED=En desacuerdo
> TED<-0 #TED=Totalmente en desacuerdo
> #Total
> print(Total<-(TD+D+I+ED+TED))
[1] 8
> #fe
> print(fe<-Total/5)
[1] 1.6
> #ji calculado =  $x^2_{obt} = \sum(((f_o - f_e)^2) / f_e)$ 
> #x2obt
> print(x2obt<-(((TD-fe)^2)/fe)+(((D-fe)^2)/fe)+(((I-fe)^2)/fe)+(((ED-fe)^2)/fe)+(((TED-fe)^2)/fe))
[1] 17
> #Grado de confianza  $\alpha=0.05$ 
> #Grados de libertad n-1 = 5-1=4
> #ji critico x2crit
> x2crit<-9.488
> #Evaluacion de hipotesis
> #H0:Las respuestas no tienen relevancia
> #H1:Las respuestas tienen relevancia
> #Si  $x^2_{obt} \geq x^2_{crit}$  rechazamos H0
> if(x2obt>=x2crit){print("Se rechaza H0 y se acepta H1")}else{print("Se acepta H0 y se rechaza H1")}
[1] "Se rechaza H0 y se acepta H1"

```

Figura 19. Comprobación de relevancia sobre capacidad de carga de vehículos.

Según los datos presentados en la figura 20, se puede interpretar que los horarios de recolección son adecuados para el desarrollo del proceso, con lo que se puede entender que es conveniente para los encargados de esta tarea.

¿Considera que los horarios en los que se realiza la recolección de residuos reciclables son adecuados?

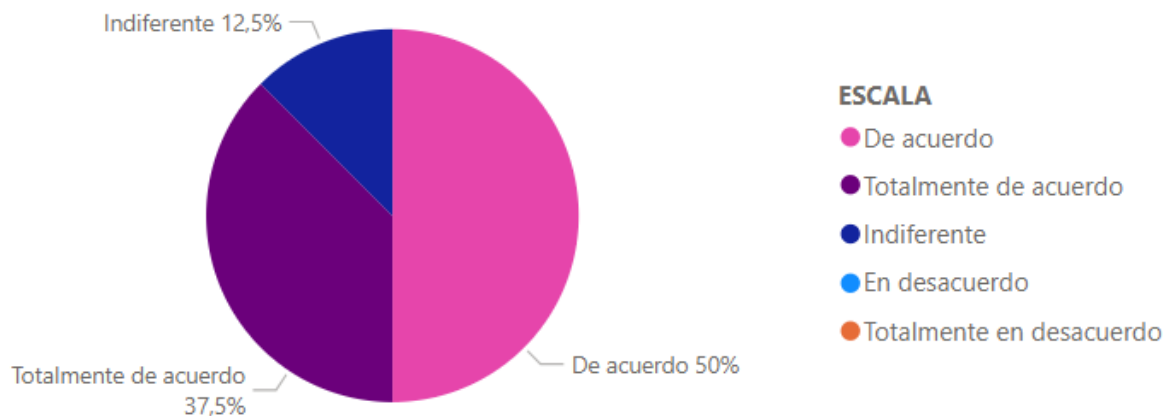


Figura 20. Horarios de recolección de residuos reciclables.

Como se observa en la figura 21, se determina que las respuestas obtenidas en base a la pregunta N°10 de la encuesta no tienen relevancia, ya que, tras el cálculo del Ji-Cuadrado se acepta la hipótesis nula.

```

> #####Pregunta10#####
> TD<-3 #TD=Totalmente de acuerdo
> D<-4 #D=De acuerdo
> I<-1 #I=Indiferente
> ED<-0 #ED=En desacuerdo
> TED<-0 #TED=Totalmente en desacuerdo
> #Total
> print(Total<-(TD+D+I+ED+TED))
[1] 8
> #fe
> print(fe<-Total/5)
[1] 1.6
> #ji calculado =  $x^2_{obt} = \sum(((f_o - f_e)^2)/f_e)$ 
> #x2obt
> print(x2obt<-(((TD-fe)^2)/fe)+(((D-fe)^2)/fe)+(((I-fe)^2)/fe)+(((ED-fe)^2)/fe)+(((TED-fe)^2)/fe))
[1] 8.25
> #Grado de confianza  $\alpha=0.05$ 
> #Grados de libertad  $n-1 = 5-1=4$ 
> #ji critico x2crit
> x2crit<-9.488
> #Evaluacion de hipotesis
> #H0:Las respuestas no tienen relevancia
> #H1:Las respuestas tienen relevancia
> #Si  $x^2_{obt} \geq x^2_{crit}$  rechazamos H0
> if(x2obt>=x2crit){print("Se rechaza H0 y se acepta H1")}else{print("Se acepta H0 y se rechaza H1")}
[1] "Se acepta H0 y se rechaza H1"

```

Figura 21. Comprobación de relevancia sobre los horarios de recolección.

Con los datos obtenidos en la figura 22, se puede evidenciar que los horarios son adecuados para realizar la recolección y transporte de los residuos hasta la planta de reciclaje, debido a la aceptación de la mayoría de encuestados.

¿Considera que los horarios en los que se realiza la recolección de residuos reciclables son factibles para los vehículos y trabajadores?

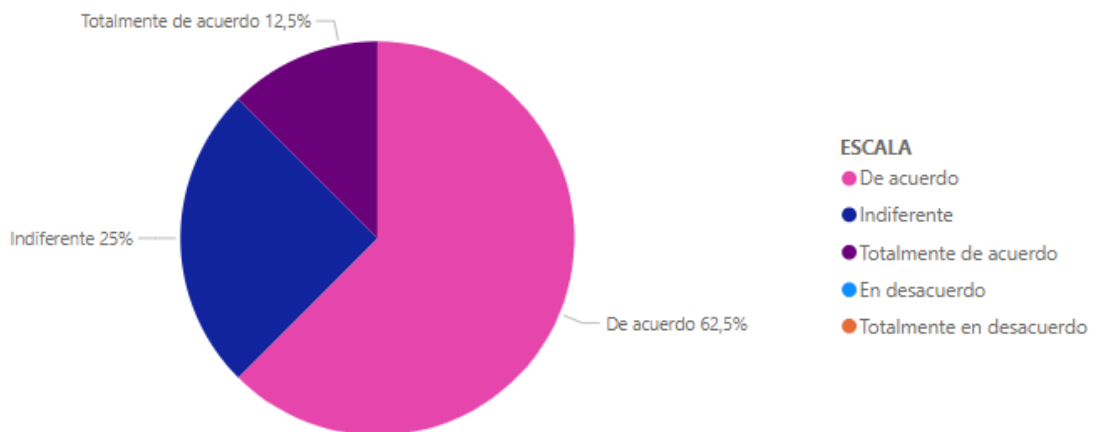


Figura 22. factibilidad de horarios de recolección para vehículos y trabajadores.

Se pudo determinar con el uso de la herramienta JI-Cuadrado que las respuestas recolectadas en la pregunta N°11 de la encuesta tienen relevancia, ya que el cálculo arroja que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa como se observa en la figura 23.

```

> #####Pregunta1#####
> TD<-1 #TD=Totalmente de acuerdo
> D<-5 #D=De acuerdo
> I<-2 #I=Indiferente
> ED<-0 #ED=En desacuerdo
> TED<-0 #TED=Totalmente en desacuerdo
> #Total
> print(Total<- (TD+D+I+ED+TED))
[1] 8
> #fe
> print(fe<-Total/5)
[1] 1.6
> #ji calculado =  $x^2_{obt} = \sum(((f_o - f_e)^2) / f_e)$ 
> #x2obt
> print(x2obt<-(((TD-fe)^2)/fe)+(((D-fe)^2)/fe)+(((I-fe)^2)/fe)+(((ED-fe)^2)/fe)+(((TED-fe)^2)/fe))
[1] 10.75
> #Grado de confianza  $\alpha=0.05$ 
> #Grados de libertad n-1 = 5-1=4
> #ji critico x2crit
> x2crit<-9.488
> #Evaluacion de hipotesis
> #H0:Las respuestas no tienen relevancia
> #H1:Las respuestas tienen relevancia
> #Si  $x^2_{obt} \geq x^2_{crit}$  rechazamos H0
> if(x2obt>=x2crit){print("Se rechaza H0 y se acepta H1")}else{print("Se acepta H0 y se rechaza H1")}
[1] "Se rechaza H0 y se acepta H1"

```

Figura 23. Comprobación de relevancia sobre la factibilidad de horarios para vehículos y trabajadores.

En el caso de la encuesta realizada al personal de recolección presentada en el anexo 5, se pudo obtener las respuestas que se presentan en la tabla 10, las cuales de manera general se representaron en el anexo 11 y posteriormente son analizadas de manera detallada.

Tabla 10. Respuestas sobre la encuesta dirigida al personal de recolección.

Escala	$\Sigma N^{\circ}1$	$\Sigma N^{\circ}2$	$\Sigma N^{\circ}3$	$\Sigma N^{\circ}4$	$\Sigma N^{\circ}5$	$\Sigma N^{\circ}6$	$\Sigma N^{\circ}7$	$\Sigma N^{\circ}8$	$\Sigma N^{\circ}9$
Totalmente en desacuerdo	0	0	0	10	0	0	1	9	0
En desacuerdo	0	4	0	12	0	0	10	14	0
Indiferente	0	6	0	0	5	8	5	3	4
De acuerdo	12	10	15	4	13	10	10	0	11
Totalmente de acuerdo	14	6	11	0	8	8	0	0	11

Nota. Se muestra la sumatoria de las opiniones según la escala de cada pregunta.

En los datos de la figura 24, se ha plasmado la aceptación total con respecto a la importancia de la clasificación desde la recolección por parte de las personas encargadas de la recolección de residuos reciclables.

¿Considera que es importante la clasificación los residuos reciclables desde la recolección?

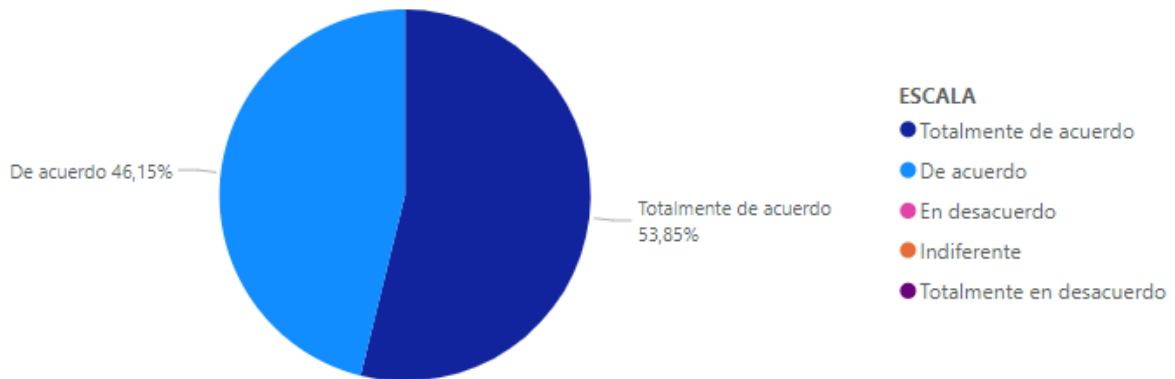


Figura 24. Importancia de la clasificación de residuos desde la recolección.

Se realizó el cálculo del Ji-Cuadrado con las respuestas obtenidas en la pregunta N°1 de la encuesta, con lo cual se logró determinar que estas tienen relevancia, ya que se rechazó la hipótesis nula y se aceptó la hipótesis alternativa, como se observa en la figura 25.

```
> #####Pregunta1#####
> TD<-14 #TD=Totalmente de acuerdo
> D<-12 #D=De acuerdo
> I<-0 #I=Indiferente
> ED<-0 #ED=En desacuerdo
> TED<-0 #TED=Totalmente en desacuerdo
> #Total
> print(Total<- (TD+D+I+ED+TED))
[1] 26
> #fe
> print(fe<-Total/5)
[1] 5.2
> #ji calculado =  $x2obt = \sum(((fo-fe)^2)/fe)$ 
> #x2obt
> print(x2obt<-(((TD-fe)^2)/fe)+(((D-fe)^2)/fe)+(((I-fe)^2)/fe)+(((ED-fe)^2)/fe)+(((TED-fe)^2)/fe))
[1] 39.38462
> #Grado de confianza  $\alpha=0.05$ 
> #Grados de libertad  $n-1 = 5-1=4$ 
> #ji critico x2crit
> x2crit<-9.488
> #Evaluacion de hipotesis
> #H0:Las respuestas no tienen relevancia
> #H1:Las respuestas tienen relevancia
> #Si  $x2obt \geq x2crit$  rechazamos H0
> if(x2obt>=x2crit){print("Se rechaza H0 y se acepta H1")}else{print("Se acepta H0 y se rechaza H1")}
[1] "Se rechaza H0 y se acepta H1"
```

Figura 25. Comprobación de relevancia sobre la clasificación desde la recolección.

Como se observa en los resultados de la figura 26, las opiniones sobre el uso de fundas de colores para la clasificación de materiales reciclables son en su mayoría aceptadas, debido a que pueden generar un mayor control y reducción del tiempo en la entrega de los residuos.

¿Considera adecuado el uso de fundas de colores para la clasificación del tipo de material reciclable?

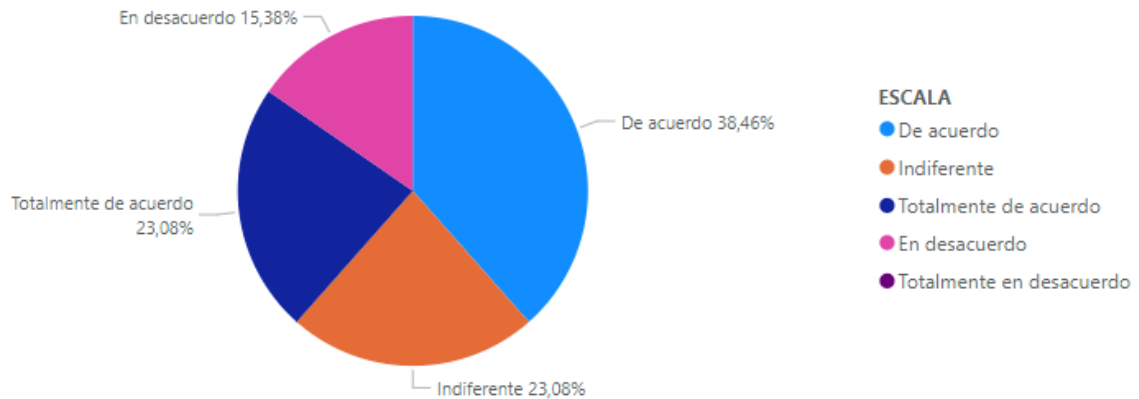


Figura 26. Clasificación en colores por tipo de material reciclable.

Las respuestas de la pregunta N°2 de la encuesta tienen relevancia, ya que tras el uso del Ji-Cuadrado para el cálculo se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa, como se presenta en la figura 27.

```
> #####Pregunta2#####
> TD<-6 #TD=Totalmente de acuerdo
> D<-10 #D=De acuerdo
> I<-6 #I=Indiferente
> ED<-4 #ED=En desacuerdo
> TED<-0 #TED=Totalmente en desacuerdo
> #Total
> print(Total<-(TD+D+I+ED+TED))
[1] 26
> #fe
> print(fe<-Total/5)
[1] 5.2
> #ji calculado =  $x^2_{obt} = \sum \frac{(f_o - f_e)^2}{f_e}$ 
> #x2obt
> print(x2obt<-(((TD-fe)^2)/fe)+(((D-fe)^2)/fe)+(((I-fe)^2)/fe)+(((ED-fe)^2)/fe)+(((TED-fe)^2)/fe))
[1] 10.15385
> #Grado de confianza  $\alpha=0.05$ 
> #Grados de libertad  $n-1 = 5-1=4$ 
> #ji critico x2crit
> x2crit<-9.488
> #Evaluacion de hipotesis
> #H0:Las respuestas no tienen relevancia
> #H1:Las respuestas tienen relevancia
> #Si  $x^2_{obt} \geq x^2_{crit}$  rechazamos H0
> if(x2obt>=x2crit){print("Se rechaza H0 y se acepta H1")}else{print("Se acepta H0 y se rechaza H1")}
[1] "Se rechaza H0 y se acepta H1"
```

Figura 27. Comprobación de relevancia sobre la clasificación en colores por tipo de material.

El tipo de residuos que se recolectan es el adecuado según los resultados que se obtuvieron en la figura 28, ya que la totalidad de encuestados tuvieron una aceptación ante esta interrogante.

¿Cree que el tipo de residuos que recolectan es el adecuado?



Figura 28. Tipo de residuos de recolección.

Mediante el cálculo del Ji-Cuadrado, se pudo determinar que las respuestas de la pregunta N° 3 de la encuesta tienen relevancia, ya que se observa el rechazo de la hipótesis nula y la aceptación de la hipótesis alternativa, como se presenta en la figura 29.

```
> #####Pregunta3#####
> TD<-11 #TD=Totalmente de acuerdo
> D<-15 #D=De acuerdo
> I<-0 #I=Indiferente
> ED<-0 #ED=En desacuerdo
> TED<-0 #TED=Totalmente en desacuerdo
> #Total
> print(Total<- (TD+D+I+ED+TED))
[1] 26
> #fe
> print(fe<-Total/5)
[1] 5.2
> #ji calculado =  $x^2_{obt} = \sum \frac{(f_o - f_e)^2}{f_e}$ 
> #x2obt
> print(x2obt<-(((TD-fe)^2)/fe)+(((D-fe)^2)/fe)+(((I-fe)^2)/fe)+(((ED-fe)^2)/fe)+(((TED-fe)^2)/fe))
[1] 40.53846
> #Grado de confianza  $\alpha=0.05$ 
> #Grados de libertad  $n-1 = 5-1=4$ 
> #ji critico x2crit
> x2crit<-9.488
> #Evaluacion de hipotesis
> #H0:Las respuestas no tienen relevancia
> #H1:Las respuestas tienen relevancia
> #Si  $x^2_{obt} \geq x^2_{crit}$  rechazamos H0
> if(x2obt>=x2crit){print("Se rechaza H0 y se acepta H1")}else{print("Se acepta H0 y se rechaza H1")}
[1] "Se rechaza H0 y se acepta H1"
```

Figura 29. Comprobación de relevancia sobre el tipo de residuos de recolección.

La cantidad de residuos que las persona recolectan puede ser suficiente por su jornada, pero no es suficiente para abastecer la necesidad de la planta, según lo que se puede interpretar con los resultados de la figura 30.



Figura 30. Cantidad de residuos de recolectados.

Como se presenta en la figura 31, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa tras realizar el cálculo de Ji-Cuadrado, lo cual quiere decir que las respuestas de la pregunta N°4 de la encuesta tienen relevancia.

```
> #####Pregunta4#####
> TD<-0 #TD=Totalmente de acuerdo
> D<-4 #D=De acuerdo
> I<-0 #I=Indiferente
> ED<-12 #ED=En desacuerdo
> TED<-10 #TED=Totalmente en desacuerdo
> #Total
> print(Total<-(TD+D+I+ED+TED))
[1] 26
> #fe
> print(fe<-Total/5)
[1] 5.2
> #ji calculado =  $x^2_{obt} = \sum \frac{(f_o - f_e)^2}{f_e}$ 
> #x2obt
> print(x2obt<-(((TD-fe)^2)/fe)+(((D-fe)^2)/fe)+(((I-fe)^2)/fe)+(((ED-fe)^2)/fe)+(((TED-fe)^2)/fe))
[1] 24
> #Grado de confianza  $\alpha=0.05$ 
> #Grados de libertad  $n-1 = 5-1=4$ 
> #ji critico x2crit
> x2crit<-9.488
> #Evaluacion de hipotesis
> #H0:Las respuestas no tienen relevancia
> #H1:Las respuestas tienen relevancia
> #Si  $x^2_{obt} \geq x^2_{crit}$  rechazamos H0
> if(x2obt>=x2crit){print("Se rechaza H0 y se acepta H1")}else{print("Se acepta H0 y se rechaza H1")}
[1] "Se rechaza H0 y se acepta H1"
```

Figura 31. Comprobación de relevancia sobre la cantidad de residuos recolectados.

Los equipos y herramientas utilizadas para la recolección de residuos reciclables son los adecuados en base a los resultados plasmados en la figura 32, ya que la mayoría de las opiniones son positivas.

¿Cree que el equipo y las herramientas que utilizan son adecuadas?

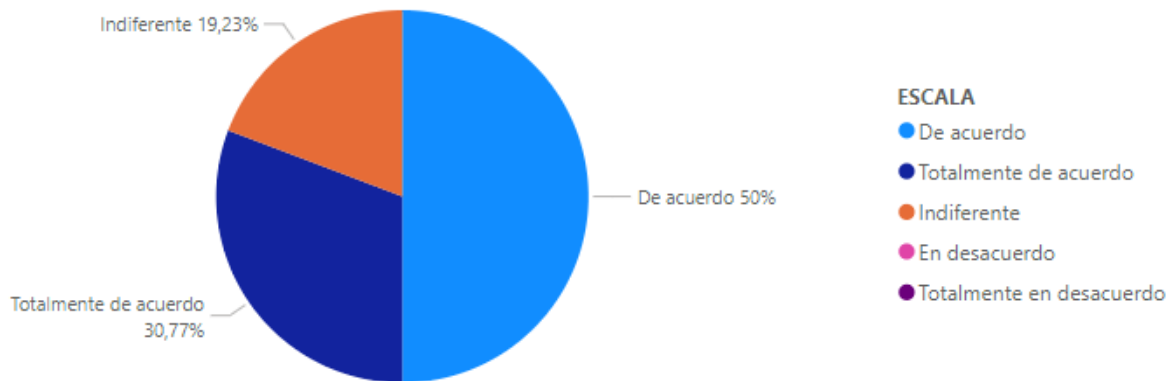


Figura 32. Equipo y herramientas para recolección de residuos reciclables.

Las respuestas obtenidas en la pregunta N°5 de la encuesta tienen relevancia, ya que se determinó que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa tras el cálculo del Ji-Cuadrado como se presenta en la figura 33.

```
> #####Pregunta5#####
> TD<-8 #TD=Totalmente de acuerdo
> D<-13 #D=De acuerdo
> I<-5 #I=Indiferente
> ED<-0 #ED=En desacuerdo
> TED<-0 #TED=Totalmente en desacuerdo
> #Total
> print(Total<- (TD+D+I+ED+TED))
[1] 26
> #fe
> print(fe<-Total/5)
[1] 5.2
> #ji calculado =  $x^2_{obt} = \sum \frac{(f_o - f_e)^2}{f_e}$ 
> #x2obt
> print(x2obt<-(((TD-fe)^2)/fe)+(((D-fe)^2)/fe)+(((I-fe)^2)/fe)+(((ED-fe)^2)/fe)+(((TED-fe)^2)/fe))
[1] 23.61538
> #Grado de confianza  $\alpha=0.05$ 
> #Grados de libertad n-1 = 5-1=4
> #ji critico x2crit
> x2crit<-9.488
> #Evaluacion de hipotesis
> #H0:Las respuestas no tienen relevancia
> #H1:Las respuestas tienen relevancia
> #Si  $x^2_{obt} \geq x^2_{crit}$  rechazamos H0
> if(x2obt>=x2crit){print("Se rechaza H0 y se acepta H1")}else{print("Se acepta H0 y se rechaza H1")}
[1] "Se rechaza H0 y se acepta H1"
```

Figura 33. Comprobación de relevancia sobre el equipo y herramientas para la recolección de residuos.

Los horarios de recolección de residuos reciclables resultan ser adecuados, debido a la mayoría de respuesta positivas que se presentan en la figura 34, aunque también existe un porcentaje significativo de indiferencia ante esta interrogante.

¿Considera que los horarios de recolección son apropiados?

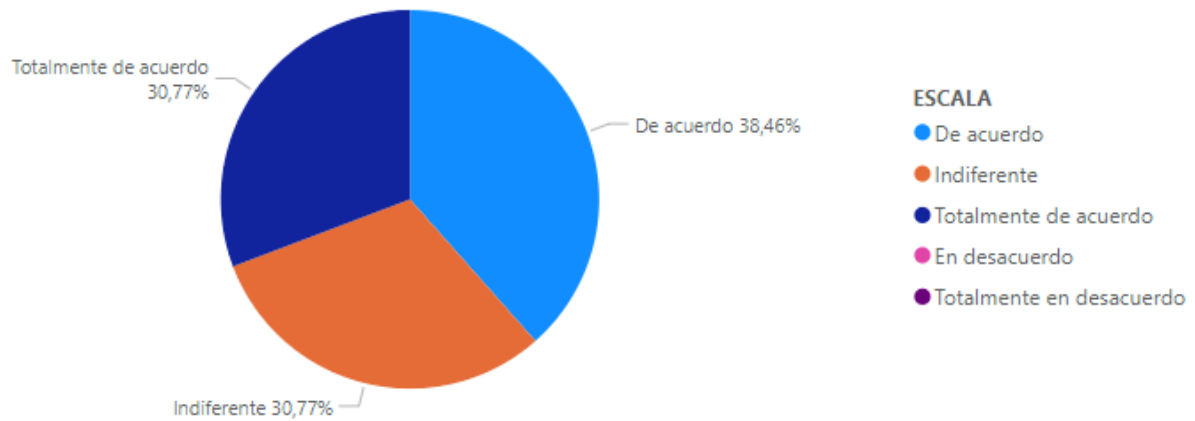


Figura 34. Horarios de recolección.

En el caso de la pregunta N°6 de la encuesta se determina que las respuestas obtenidas tienen relevancia, debido a que tras el cálculo de Ji-Cuadrado se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa como se presenta en la figura 35.

```
> #####Pregunta6#####
> TD<-8 #TD=Totalmente de acuerdo
> D<-10 #D=De acuerdo
> I<-8 #I=Indiferente
> ED<-0 #ED=En desacuerdo
> TED<-0 #TED=Totalmente en desacuerdo
> #Total
> print(Total<-(TD+D+I+ED+TED))
[1] 26
> #fe
> print(fe<-Total/5)
[1] 5.2
> #ji calculado =  $x^2_{obt} = \sum \frac{(f_o - f_e)^2}{f_e}$ 
> #x2obt
> print(x2obt<-(((TD-fe)^2)/fe)+(((D-fe)^2)/fe)+(((I-fe)^2)/fe)+(((ED-fe)^2)/fe)+(((TED-fe)^2)/fe))
[1] 17.84615
> #Grado de confianza  $\alpha=0.05$ 
> #Grados de libertad  $n-1 = 5-1=4$ 
> #ji critico x2crit
> x2crit<-9.488
> #Evaluacion de hipotesis
> #H0:Las respuestas no tienen relevancia
> #H1:Las respuestas tienen relevancia
> #Si  $x^2_{obt} \geq x^2_{crit}$  rechazamos H0
> if(x2obt>=x2crit){print("Se rechaza H0 y se acepta H1")}else{print("Se acepta H0 y se rechaza H1")}
[1] "Se rechaza H0 y se acepta H1"
```

Figura 35. Comprobación de relevancia sobre horarios de recolección.

Según los datos plasmados en la figura 36, se puede interpretar que no existe un apoyo suficientemente adecuado para todas las personas, ya que se puede observar que la diferencia de aceptación negación en esta interrogante es muy baja.

¿Considera que existe apoyo para la recolección y transporte de residuos al finalizar la jornada?

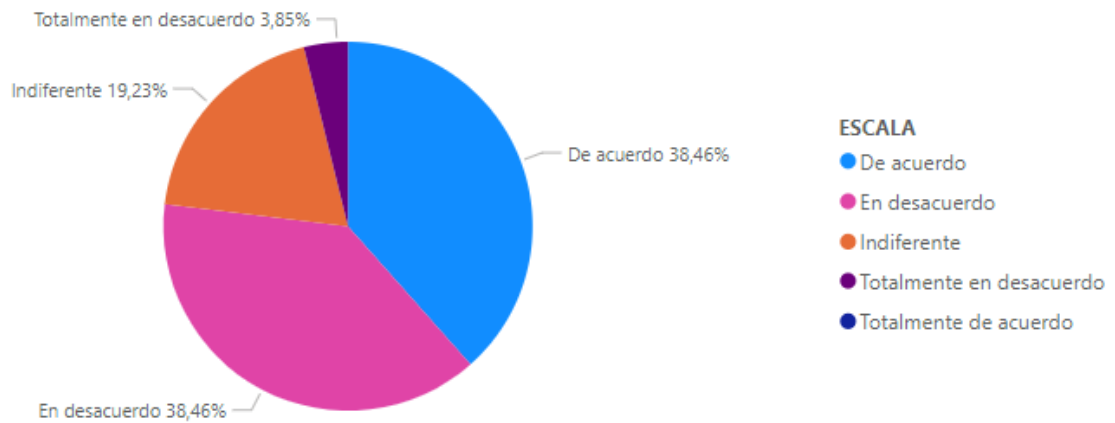


Figura 36. Apoyo para transporte de residuos al final de la jornada.

Como se presenta en la figura 37, las respuestas de la pregunta N°7 de la encuesta tienen relevancia, ya que tras calcular el Ji-Cuadrado se concluye que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa.

```
> #####Pregunta7#####
> TD<-0 #TD=Totalmente de acuerdo
> D<-10 #D=De acuerdo
> I<-5 #I=Indiferente
> ED<-10 #ED=En desacuerdo
> TED<-1 #TED=Totalmente en desacuerdo
> #Total
> print(Total<-(TD+D+I+ED+TED))
[1] 26
> #fe
> print(fe<-Total/5)
[1] 5.2
> #ji calculado = x2obt=Σ(((fo-fe)²)/fe)
> #x2obt
> print(x2obt<-(((TD-fe)²)/fe)+(((D-fe)²)/fe)+(((I-fe)²)/fe)+(((ED-fe)²)/fe)+(((TED-fe)²)/fe))
[1] 17.46154
> #Grado de confianza α=0.05
> #Grados de libertad n-1 = 5-1=4
> #ji critico x2crit
> x2crit<-9.488
> #Evaluacion de hipotesis
> #H0:Las respuestas no tienen relevancia
> #H1:Las respuestas tienen relevancia
> #Si x2obt>=x2crit rechazamos H0
> if(x2obt>=x2crit){print("Se rechaza H0 y se acepta H1")}else{print("Se acepta H0 y se rechaza H1")}
[1] "Se rechaza H0 y se acepta H1"
```

Figura 37. Comprobación de relevancia sobre el apoyo al final de la jornada.

Se ha plasmado en la figura 38 el rechazo de la necesidad de desplazarse hasta la planta para descargar los residuos recolectados en el día, lo cual claramente es por la distancia a recorrer, aunque existe un porcentaje que toma una posición indiferente.

¿Considera adecuado desplazarse a la planta de reciclaje para descargar los residuos recolectados?

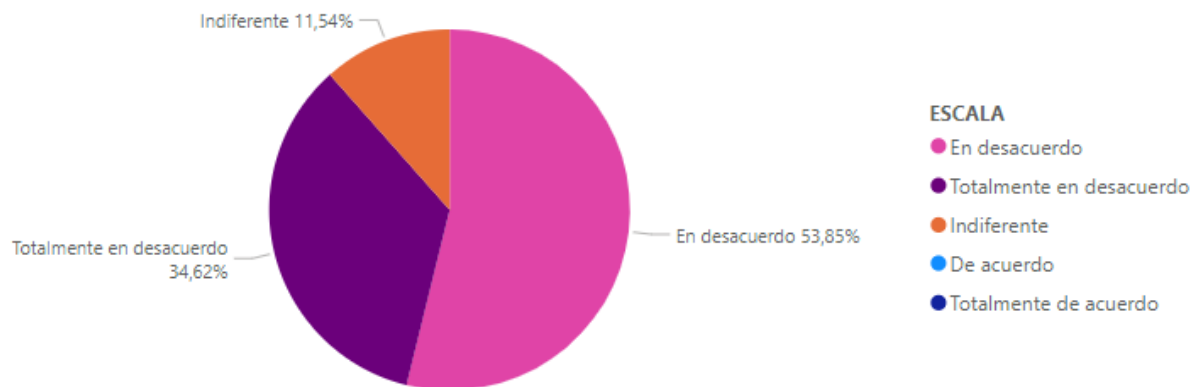


Figura 38. Desplazamiento hacia la planta para descargar los residuos recolectados.

Con el cálculo del Ji-Cuadrado se determinó que las respuestas obtenidas en la pregunta N°8 de la encuesta tienen relevancia, ya que como se observa en la figura 39, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa.

```
> #####Pregunta8#####
> TD<-0 #TD=Totalmente de acuerdo
> D<-0 #D=De acuerdo
> I<-3 #I=Indiferente
> ED<-14 #ED=En desacuerdo
> TED<-9 #TED=Totalmente en desacuerdo
> #Total
> print(Total<-(TD+D+I+ED+TED))
[1] 26
> #fe
> print(fe<-Total/5)
[1] 5.2
> #ji calculado = x2obt=Σ(((fo-fe)²)/fe)
> #x2obt
> print(x2obt<-(((TD-fe)²)/fe)+(((D-fe)²)/fe)+(((I-fe)²)/fe)+(((ED-fe)²)/fe)+(((TED-fe)²)/fe))
[1] 29
> #Grado de confianza α=0.05
> #Grados de libertad n-1 = 5-1=4
> #ji critico x2crit
> x2crit<-9.488
> #Evaluacion de hipotesis
> #H0:Las respuestas no tienen relevancia
> #H1:Las respuestas tienen relevancia
> #Si x2obt>=x2crit rechazamos H0
> if(x2obt>=x2crit){print("Se rechaza H0 y se acepta H1")}else{print("Se acepta H0 y se rechaza H1")}
[1] "Se rechaza H0 y se acepta H1"
```

Figura 39. Comprobación de relevancia sobre desplazamiento a la planta para descargar los residuos recolectados.

A pesar del porcentaje que se muestra indiferente ante esta interrogante, predomina la aceptación de los puntos estratégicos para reducir la necesidad de desplazamiento hasta la planta de reciclaje, como se puede evidenciar en la figura 40.

¿Considera adecuado la implementación puntos estratégicos de recolección para minimizar la necesidad de desplazarse a la planta de reciclaje?

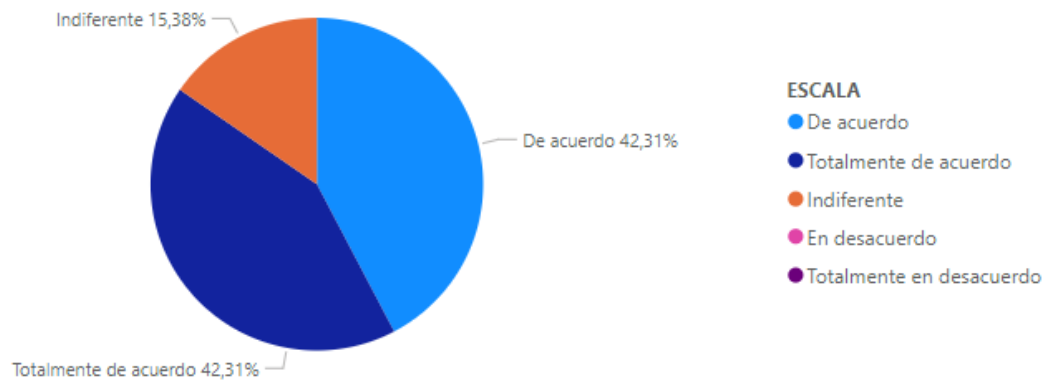


Figura 40. Implementación de puntos estratégicos para minimizar el desplazamiento a la planta de reciclaje.

Como se puede observar en la figura 41, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa, es decir que las respuestas obtenidas en la pregunta N°9 de la encuesta tienen relevancia.

```
> #####Pregunta9#####
> TD<-11 #TD=Totalmente de acuerdo
> D<-11 #D=De acuerdo
> I<-4 #I=Indiferente
> ED<-0 #ED=En desacuerdo
> TED<-0 #TED=Totalmente en desacuerdo
> #Total
> print(Total<-(TD+D+I+ED+TED))
[1] 26
> #fe
> print(fe<-Total/5)
[1] 5.2
> #ji calculado =  $x^2_{obt} = \sum(((f_o - f_e)^2) / f_e)$ 
> #x2obt
> print(x2obt<-(((TD-fe)^2)/fe)+(((D-fe)^2)/fe)+(((I-fe)^2)/fe)+(((ED-fe)^2)/fe)+(((TED-fe)^2)/fe))
[1] 23.61538
> #Grado de confianza  $\alpha=0.05$ 
> #Grados de libertad n-1 = 5-1=4
> #ji critico x2crit
> x2crit<-9.488
> #Evaluacion de hipotesis
> #H0:Las respuestas no tienen relevancia
> #H1:Las respuestas tienen relevancia
> #Si x2obt>=x2crit rechazamos H0
> if(x2obt>=x2crit){print("Se rechaza H0 y se acepta H1")}else{print("Se acepta H0 y se rechaza H1")}
[1] "Se rechaza H0 y se acepta H1"
```

Figura 41. Comprobación de relevancia sobre implementación de puntos estratégicos.

4.1.2. Identificación de los nodos de recolección de residuos reciclables para la planta de reciclaje RECICOM.

En relación con la identificación de los nodos de recolección de residuos reciclables, se llevó a cabo un proceso de investigación, el cual permitió recolectar la información necesaria sobre los diferentes tipos de materiales presentes en dichos puntos, así como las cantidades que pueden ofertar a la planta de reciclaje de cada

uno de ellos. Este proceso investigativo se realizó mediante la aplicación de una ficha de observación presentada en el anexo 6.

Tras la observación de los datos recopilados y su posterior comparación con las capacidades operativas de la planta de reciclaje, tal como se detalla en la tabla 11, se observa una diferencia significativa, evidenciando que los lugares de recolección actuales no logran satisfacer la demanda de materiales necesarios para garantizar el óptimo funcionamiento de la planta de reciclaje. Esta diferencia entre la oferta de materiales reciclables y la demanda de estos plantea la necesidad de iniciar una búsqueda de otros nodos para lograr satisfacer la demanda de la planta de reciclaje.

Tabla 11. Cantidades de materiales reciclables por localización.

Lugares	Oferta de materiales x semana			
	Plástico [kg]	Cartón [kg]	Chatarra [kg]	Residuos hospitalarios [kg]
Tulcán	800	700	900	-
Tufiño	500	350	200	-
Julio Andrade	650	400	400	-
San Pedro de Huaca	600	450	450	-
Santa Marta de Cuba	450	350	200	-
Fernández Salvador	450	300	200	-
Mariscal Sucre	400	300	150	-
Cristóbal Colón	450	350	250	-
San Gabriel	700	500	800	-
Total, x semana	5000	3700	3550	0
Demanda x semana	25200	33600	33600	4200

En ese sentido es importante abordar el problema observado para garantizar el uso adecuado de la maquinaria disponible. La identificación de esta falta en el abastecimiento de materiales reciclables destaca la urgencia de revisar y por ende ampliar los puntos de recolección que deben ser cubiertos por los encargados del proceso de transporte. Estas medidas, más allá de fortalecer la capacidad de abastecimiento de materiales reciclables, contribuirán a maximizar su capacidad de operación y su impacto positivo en el medio ambiente.

En ese contexto de investigación, se llevó a cabo un proceso de recolección de datos mediante la aplicación de una ficha de observación para obtener información necesaria sobre los distintos centros de acopio de materiales reciclables, la cual se encuentra presentada en el anexo 12, dicha información permitió tener conocimiento de las ubicaciones de estos nuevos centros de acopio que se presentan en la figura 42, como también información de la oferta que puede cubrir

cada uno de los centros investigados, proporcionando así un fundamento para realizar la comparación de la oferta cubierta entre los nodos actuales y los nodos investigados con la demanda de la planta de reciclaje.



Figura 42. Ubicación de los centros de acopio de materiales reciclables.

Después de realizar una comparación entre la oferta de residuos reciclables proporcionada en conjunto por los nodos de recolección actualmente en funcionamiento y aquellos investigados con la demanda requerida por la planta de reciclaje, se pudo observar que la demanda de materiales reciclables logra ser cubierta satisfactoriamente por los nodos de recolección como se observa en la tabla 12, con lo cual se garantiza un flujo de materiales óptimo para el desempeño de la planta de reciclaje y por ende alcanzar los objetivos propuestos.

Tabla 12. Cantidades de materiales reciclables por localización.

Lugares	Oferta de materiales x semana			
	Plástico [kg]	Cartón [kg]	Chatarra [kg]	Residuos hospitalarios [kg]
Tulcán	800	700	900	-
Tufiño	500	350	200	-
Julio Andrade	650	400	400	-
San Pedro de Huaca	600	450	450	-
Santa Marta de Cuba	450	350	200	-
Fernández Salvador	450	300	200	-
Mariscal Sucre	400	300	150	-
Cristóbal Colón	450	350	250	-
San Gabriel	700	500	800	-
Recicentro	2500	1400	1500	-
Evan	3200	2700	2500	-
Recicladora del Norte	3350	5600	17500	-
Reciplane	4500	14000	2000	-

Lugares	Oferta de materiales x semana			
	Plástico [kg]	Cartón [kg]	Chatarra [kg]	Residuos hospitalarios [kg]
Sin Nombre (cdla. San Francisco)	1750	1700	5800	-
Recicladora Tulcán	3400	3000	-	-
Sin Nombre (Sector Obelisco)	1500	1500	750	-
Hospital Luis G. Dávila	-	-	-	2500
Centro de salud N°1	-	-	-	2000
Total:	25200	33600	33600	4500
Demanda de materiales x semana				
Total:	25200	33600	33600	4200

Nota. Se presenta una comparación entre el total de la oferta y el total de la demanda.

4.1.3. Rutas de recolección de residuos reciclables óptimas para la planta de reciclaje RECICOM.

Para el desarrollo de la ruta de recolección se vuelve indispensable el uso de un software que permita plasmar y analizar las vías como también los nodos que se presentaron anteriormente, por lo cual, se hace uso del software ArcGIS con el que se puede llevar a cabo el proceso para poder representar y establecer la ruta óptima que permita la eficiencia operativa en el proceso de recolección de los residuos reciclables.

ArcGIS se desenvuelve mediante capas de distintos tipos como punto, polilínea y polígono, en las que el usuario debe plasmar lo necesario según las características de su problema y adicionalmente configurar mediante etiquetas lo que se ha plasmado en ellas.

En este sentido, el proceso de desarrollo de la ruta comienza con la creación de la capa de vías, en la cual con la guía del mapa base "OpenStreetMap" que se encuentra disponible dentro del software se plasmó todas las vías que están presentes en el territorio que debe ser cubierto el mismo que se basa en las ubicaciones obtenidas anteriormente como puede observarse en la figura 43.

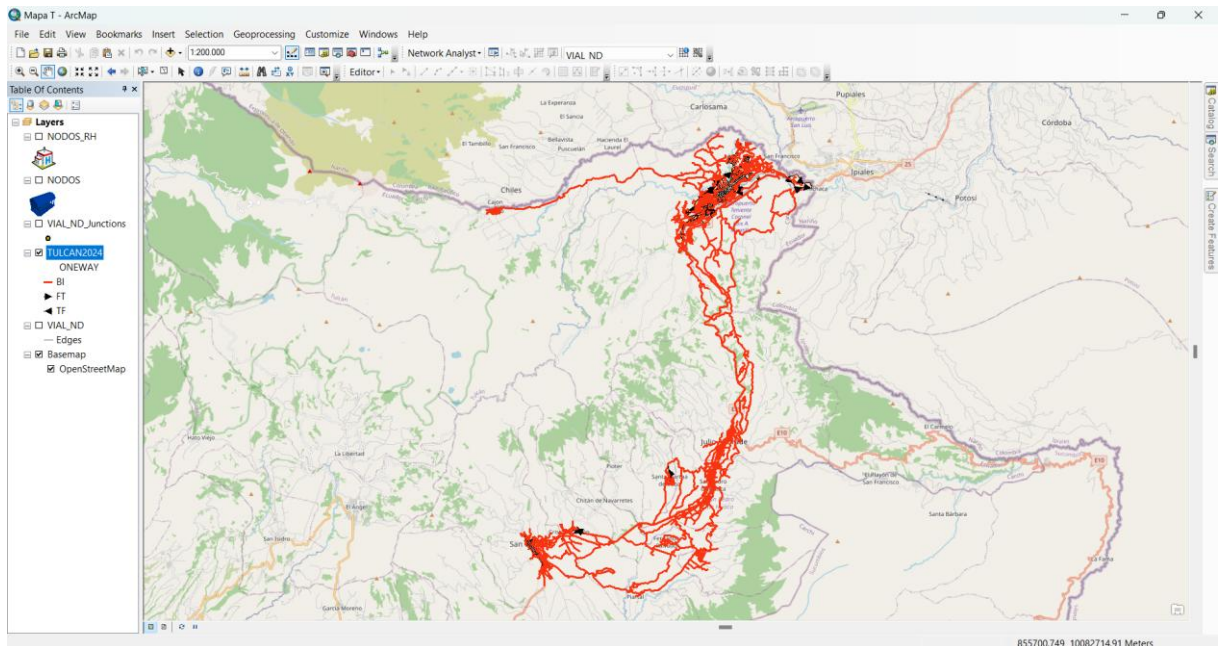


Figura 43. Vías presentes en el territorio que cubren los nodos de recolección.

Una vez plasmada las vías necesarias el proceso continuo con la configuración de las etiquetas necesarias dentro de la tabla de atributos de la capa, en las cuales se cargan los datos como el nombre de las vías, la distancia, el tipo, el sentido, la velocidad máxima y un factor de velocidad, con lo cual posteriormente se pueden calcular otras etiquetas como la velocidad real y el tiempo de recorrido en las vías plasmadas como se observa en la figura 44.

FID*	Shape *	OBJECTID	qid	nombre	LENGTH	TIPO	ONEWAY	V MAX KMH	Shape Leng	FACT VEL	VEL REAL	T MIN	PRIORIDAD	Shape Length
7752	Polyline ZM	6667	6667	E182	6666.948968	CARRETERA	BI	70	6666.948968	0.6	42	9.524213	1	6666.948968
8193	Polyline ZM	5706	5706	Velasco Ibarra	5705.613557	CARRETERA	BI	70	5705.613557	0.6	42	8.150877	1	5705.613557
5542	Polyline ZM	3916	3916	Expresa oriental	3916.326871	CARRETERA	BI	70	3916.326871	0.6	42	5.594753	1	3916.326871
5519	Polyline ZM	3666	3666	S/N	3665.792184	CAMINO	BI	70	3665.792184	0.6	42	5.236846	1	3665.792184
7289	Polyline ZM	3555	3555	S/N	3554.5036	CAMINO	BI	70	3554.5036	0.6	42	5.077862	1	3554.5036
6135	Polyline ZM	3539	3539	Via Urbina (Taya)	3539.04573	CAMINO	BI	70	3539.04573	0.6	42	5.05578	1	3539.04573
5538	Polyline ZM	3440	3440	S/N	3440.369174	CAMINO	BI	70	3440.369174	0.6	42	4.914813	1	3440.369174
7150	Polyline ZM	3277	3277	Via Urbina	3276.699871	CAMINO	BI	70	3276.699871	0.6	42	4.681	1	3276.699871
4960	Polyline ZM	3017	3017	Via Santa Martha	3016.717634	CAMINO	BI	70	3016.717634	0.6	42	4.309597	1	3016.717634
3821	Polyline ZM	2972	2972	Ruta Piartal	2971.67228	CAMINO	BI	70	2971.67228	0.6	42	4.245246	1	2971.67228
5159	Polyline ZM	2885	2885	S/N	2884.545572	CAMINO	BI	70	2884.545572	0.6	42	4.120779	1	2884.545572
5532	Polyline ZM	2841	2841	Expresa oriental	2840.939655	CARRETERA	BI	70	2840.939655	0.6	42	4.058485	1	2840.939655
3855	Polyline ZM	2782	2782	Camino a la Laguna El Salado	2782.261439	CAMINO	BI	70	2782.261439	0.6	42	3.974659	1	2782.261439
5550	Polyline ZM	2638	2638	Expresa oriental	2638.474636	CARRETERA	BI	70	2638.474636	0.6	42	3.769249	1	2638.474636
5523	Polyline ZM	2561	2561	Expresa oriental	2561.141166	CARRETERA	BI	70	2561.141166	0.6	42	3.658773	1	2561.141166
5509	Polyline ZM	2511	2511	S/N	2511.0266	CARRETERA	BI	70	2511.0266	0.6	42	3.587181	1	2511.0266
7585	Polyline ZM	1430	1430	Brasil	1429.689897	AVENIDA	BI	40	1429.689897	0.6	24	3.574225	1	1429.689897
7936	Polyline ZM	2500	2500	VIA RUMICHACA	2499.884597	CARRETERA	TF	70	2499.884597	0.6	42	3.571264	1	2499.884597
3933	Polyline ZM	1346	1346	Los Cipres	1345.957874	AVENIDA	BI	40	1345.957874	0.6	24	3.364895	1	1345.957874
3886	Polyline ZM	2349	2349	Via a Piartal	2349.001154	CAMINO	BI	70	2349.001154	0.6	42	3.355716	1	2349.001154
5562	Polyline ZM	2322	2322	S/N	2322.019757	CAMINO	BI	70	2322.019757	0.6	42	3.317171	1	2322.019757
4190	Polyline ZM	2270	2270	Rio Paqui	2270.126334	CAMINO	BI	70	2270.126334	0.6	42	3.243038	1	2270.126334
7244	Polyline ZM	1279	1279	10 de Agosto	1279.006124	CALLE	BI	40	1279.006124	0.6	24	3.197515	2	1279.006124
4925	Polyline ZM	2185	2185	S/N	2185.246918	CAMINO	BI	70	2185.246918	0.6	42	3.121781	1	2185.246918
4678	Polyline ZM	2170	2170	S/N	2170.255318	CAMINO	BI	70	2170.255318	0.6	42	3.100365	1	2170.255318
4661	Polyline ZM	1227	1227	Misael Obando	1227.421263	CALLE	BI	40	1227.421263	0.6	24	3.068553	1	1227.421263
5510	Polyline ZM	2108	2108	S/N	2108.103112	CAMINO	BI	70	2108.103112	0.6	42	3.011576	1	2108.103112

Figura 44. Configuración y cálculo de etiquetas de la capa de vías.

Por otra parte, es necesario la creación de capas de puntos, en las que se representaron los nodos que deben ser cubiertos por la ruta, las cuales también deben ser configuradas con datos relevantes como son los nombres de los nodos, el tiempo carga y el peso de los materiales disponibles en ellos tal y las horas de apertura y cierre (ventanas de tiempo) como se puede evidenciar en las figuras 45 y 46.

FID	Shape *	Id	Nombre	T Carga m	Plástico kg	Cartón kg	Chatarras kg	Total Peso	Hora A	Hora C
0	Point	850035	Tufiño	45	500	350	200	1050	08:00:00	17:00:00
1	Point	868945	RECICENTRO	45	2500	1400	1500	5400	08:00:00	17:00:00
2	Point	868703	EVAN	45	3200	2700	2500	8400	08:00:00	17:00:00
3	Point	867045	RECIPLANE	45	4500	14000	2000	20500	08:00:00	17:00:00
4	Point	867183	Recicladora Norte	45	3350	5600	17500	26450	08:00:00	17:00:00
5	Point	866137	S/N (cdla San Francisco)	45	1750	1700	5800	9250	08:00:00	17:00:00
6	Point	866183	Recicladora Tulcán	45	3400	3000	0	6400	08:00:00	17:00:00
7	Point	862805	S/N (Obelisco)	45	1500	1500	750	3750	08:00:00	17:00:00
8	Point	865592	Julio Andrade	45	650	400	400	1450	08:00:00	17:00:00
9	Point	864598	San Pedro de Huaca	45	600	450	450	1500	08:00:00	17:00:00
10	Point	861662	Santa Martha de Cuba	45	450	350	200	1000	08:00:00	17:00:00
11	Point	861566	Fernández Salvador	45	450	300	200	950	08:00:00	17:00:00
12	Point	863643	Mariscal Sucre	45	400	300	150	850	08:00:00	17:00:00
13	Point	854661	Cristóbal Colón	45	450	350	250	1050	08:00:00	17:00:00
14	Point	852098	San Gabriel	45	700	500	800	2000	08:00:00	17:00:00
15	Point	863178	Tulcán	45	800	700	900	2400	08:00:00	17:00:00

Figura 45. Configuración de nodos de recolección de residuos reciclables.

FID	Shape *	Id	Nombre	T Carga m	Total Peso	Hora A	Hora C
0	Point	8663	Hospital General Luis G. Dávila	50	2500	08:00:00	17:00:00
1	Point	8650	Centro de Salud Nro. 1	50	2000	08:00:00	17:00:00

Figura 46. Configuración de nodos de recolección de residuos hospitalarios.

Una vez plasmado y configurado todos los datos necesarios de la zona de trabajo se procede a trabajar con la herramienta "Network Analyst", la cual recibe los datos que se configuraron además de configuraciones para que esta determine cual es la ruta óptima, resaltando que en este caso se deben configurar varias rutas para poder

cumplir con la recolección, esto debido a que cada camión tiene diferentes capacidades de carga y los nodos también tienen diferentes pesos de materiales por lo que resulta necesario crear las rutas en función al número de viajes que realiza cada camión, dando como resultado las rutas de recolección de la figura 47.

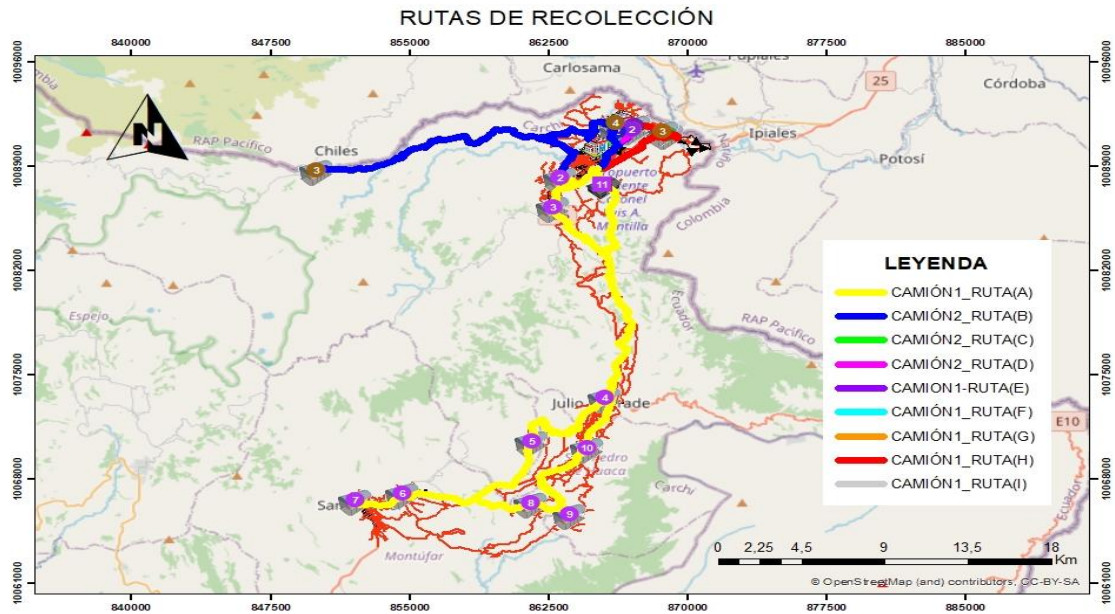


Figura 47. Rutas de recolección de residuos reciclables.

El software mediante la resolución del VRP (*Vehicle Routing Problem*) también arroja datos como distancias y tiempo de recorrido, estos datos son parte fundamental para determinar los costos de las rutas que se obtuvieron. Debido a que la eficiencia operativa está relacionada con la capacidad de cumplir una tarea con el menor costo posible y de esta manera maximizar los beneficios, dichos datos deben ser relacionados con los costos de combustible, mantenimiento y el pago a los operadores del vehículo como se presenta en la tabla 13.

Tabla 13. Costos de operación – rutas de recolección.

Ruta	Distancia [km]	Costo	Tiempo [hh:mm]	Costo	Costo de ruta
Camión1_Ruta(A)	90,082	43,15	9:57:00	50,77	93,92
Camión2_Ruta(B)	49,824	18,21	4:24:00	22,45	40,66
Camión2_Ruta(C)	11,418	4,17	2:40:00	13,61	17,78
Camión2_Ruta(D)	11,222	4,10	2:40:00	13,61	17,71
Camión1_Ruta(E)	10,493	5,03	1:53:00	9,61	14,64
Camión1_Ruta(F)	11,281	5,40	2:40:00	13,61	19,01
Camión1_Ruta(G)	11,264	5,40	1:55:00	9,78	15,18
Camión1_Ruta(H)	14,979	7,18	2:44:00	13,95	21,12
Camión1_Ruta(I)	15,479	7,42	2:40:00	13,61	21,02
Total	226,042	100,05	31:33:00	160,97	261,03

Nota. Se presenta los costos de operación en base a la distancia y el tiempo.

Por otra parte, cabe resaltar que la herramienta "Network Analyst" arroja sus respuestas de la ruta más corta con relación a todos los nodos disponibles en el mapa, haciendo que cada vez la ruta más cercana sea presentada en relación a los nodos que aún no hayan sido cubiertos, lo cual puede no ser lo óptimo, ya que este llegará a un punto en el cual el primer nodo más cercano disponible será uno muy lejano con respecto a la planta de reciclaje haciendo que los costos sean altos, en ese sentido surge la necesidad de la zonificación del mapa, con la finalidad de que se convierta en una restricción de nodos por cubrir en cada zona y de esta manera el software pueda determinar la ruta más corta de manera más precisa, es decir que para realizar el diseño de rutas aparte de usar un software especializado se debe incluir el análisis y la percepción del individuo que lo realiza y de esta manera ayudar al software a dar una respuesta más acertada, para lo cual se ha optado por dividir el mapa en 3 zonas con sus respectivos nodos como se observa en la figura 48.

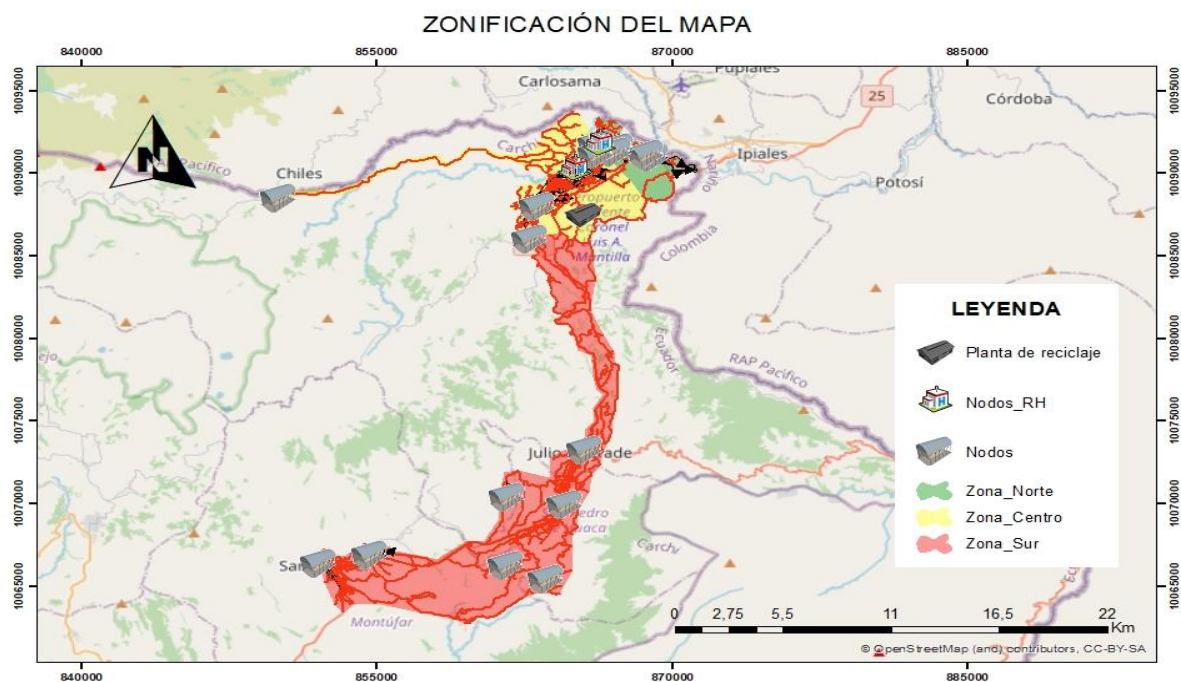


Figura 48. Zonificación del mapa.

Como ya se mencionó anteriormente el propósito de dividir en zonas el mapa de trabajo es agregar la percepción humana sobre el algoritmo del software y de esa manera obtener rutas con una optimización más precisa, con lo cual, en cada zona se determinó el número de viajes necesarios para cumplir con la recolección de los residuos reciclables de los nodos presentes en cada uno de estas zonas, cabe

recalcar que dichas zonas restringen los nodos que se deben cubrir y no actúan como restricciones de las calles en las que cada camión puede circular.

En cuanto a la configuración del software, fue necesario realizar una separación del peso total de los nodos con la finalidad de ubicar nodos con el mismo nombre y dirección para que el software pueda entender que en ellos todavía existen materiales por recolectar, es decir que el software en cada ruta recolecta la cantidad de peso máximo que puede cargar el camión, lo que lógicamente en algunos puntos deja materiales sin recolectar, los cuales el software no toma en cuenta para la siguiente ruta, por este motivo se agregaron nodos que contienen el peso de materiales restantes por recolectar en dichos nodos para que el software lo entienda como otro nodo que debe de cubrir en la zona.

En este sentido, con lo explicado anteriormente se realizó la configuración de los nodos en el software para la zona norte en base al cálculo de la separación de pesos necesarios de cada nodo tomando en cuenta la ruta como se presenta en la tabla 14.

Tabla 14. Rutas y separación de peso en nodos – zona norte.

Ruta	Nodo	Peso [kg]	Nodo	Peso [kg]	Carga [kg]		
A	Reciplane	Disponibile	20500		Disponibile		
		Carga	13000		Carga	13000	
		Sobrante	7500		Sobrante		
B	Reciplane	Disponibile	7500	R. Norte	Disponibile	26450	
		Carga	7500		Carga	5500	13000
		Sobrante	0		Sobrante	20950	
C	R. Norte	Disponibile	20950		Disponibile		
		Carga	13000		Carga	13000	
		Sobrante	7950		Sobrante		
D	R. Norte	Disponibile	7950	Evan	Disponibile	8400	
		Carga	7950		Carga	5050	13000
		Sobrante	0		Sobrante	3350	
E	R. Norte	Disponibile	3350	Recicentro	Disponibile	5400	
		Carga	3350		Carga	5400	8750
		Sobrante	0		Sobrante	0	

Nota. Se presenta la separación del peso total en cada nodo en base a la ruta que lo contiene.

Con la configuración de los nodos el software resuelve el VRP (*Vehicle Routing Problem*) para presentar las rutas óptimas de la zona norte como se puede observar en la figura 49.

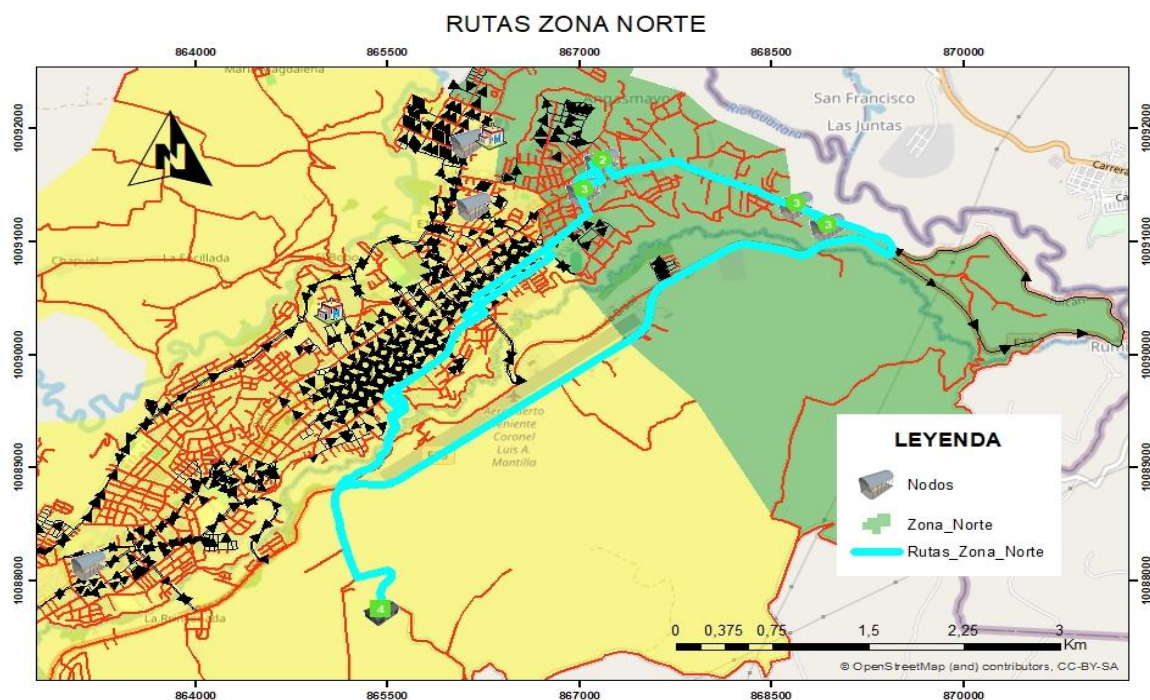


Figura 49. Rutas de recolección de residuos reciclables - zona norte.

Tras la ejecución del VRP (*Vehicle Routing Problem*) en el software se obtienen datos esenciales relacionados con la eficiencia operativa, ya que con dichos datos se puede realizar el cálculo de los costos de operación de las rutas de esta zona como se presenta en la tabla 15.

Tabla 15. Costos de operación – rutas zona norte.

Ruta	Distancia [km]	Costo	Tiempo [hh:mm]	Costo	Costo de ruta
Camión1_Ruta(A)	10,493	5,03	1:53:00	9,61	14,64
Camión1_Ruta(B)	11,281	5,40	2:40:00	13,61	19,01
Camión1_Ruta(C)	11,264	5,40	1:55:00	9,78	15,18
Camión1_Ruta(D)	14,979	7,18	2:44:00	13,95	21,12
Camión1_Ruta(E)	15,479	7,42	2:40:00	13,61	21,02
Total	63,496	30,42	11:52:00	60,55	90,96

Nota. Se presenta los costos de operación en base a la distancia y el tiempo.

Para la zona centro se procede de la misma manera con la creación de nodos paralelos que contienen pesos distintos para que pueda ser ejecutada la resolución del VRP (*Vehicle Routing Problem*) de la mejor manera, dicha configuración se realizó en base a los cálculos para la asignación de pesos presentados en la tabla 16.

Tabla 16. Rutas y separación de peso en nodos – zona centro.

Ruta	Nodo	Pesos [kg]	Nodo	Pesos [kg]	Nodo	Pesos [kg]	Carga [kg]			
A	Tulcán	Disponible	2400	Tufiño	Disponible	1050	Cdl. S.F.	Disponible	9250	
		Carga	2400		Carga	1050		Carga	3050	6500
		Sobrante	0		Sobrante	0		Sobrante	6200	
B	Cdl. S.F.	Disponible	6200	R. Tulcán	Disponible	6400		Disponible		
		Carga	6200		Carga	300		Carga	6500	
		Sobrante	0		Sobrante	6100		Sobrante		
C	R. Tulcán	Disponible	6100		Disponible			Disponible		
		Carga	6100		Carga			Carga	6100	
		Sobrante	0		Sobrante			Sobrante		

Nota. Se presenta la separación del peso total en cada nodo en base a la ruta que lo contiene.

Tras realizar dicha configuración mencionada anteriormente en el software se resuelve el VRP (*Vehicle Routing Problem*) arrojando las rutas a seguir que se presentan en la figura 50.

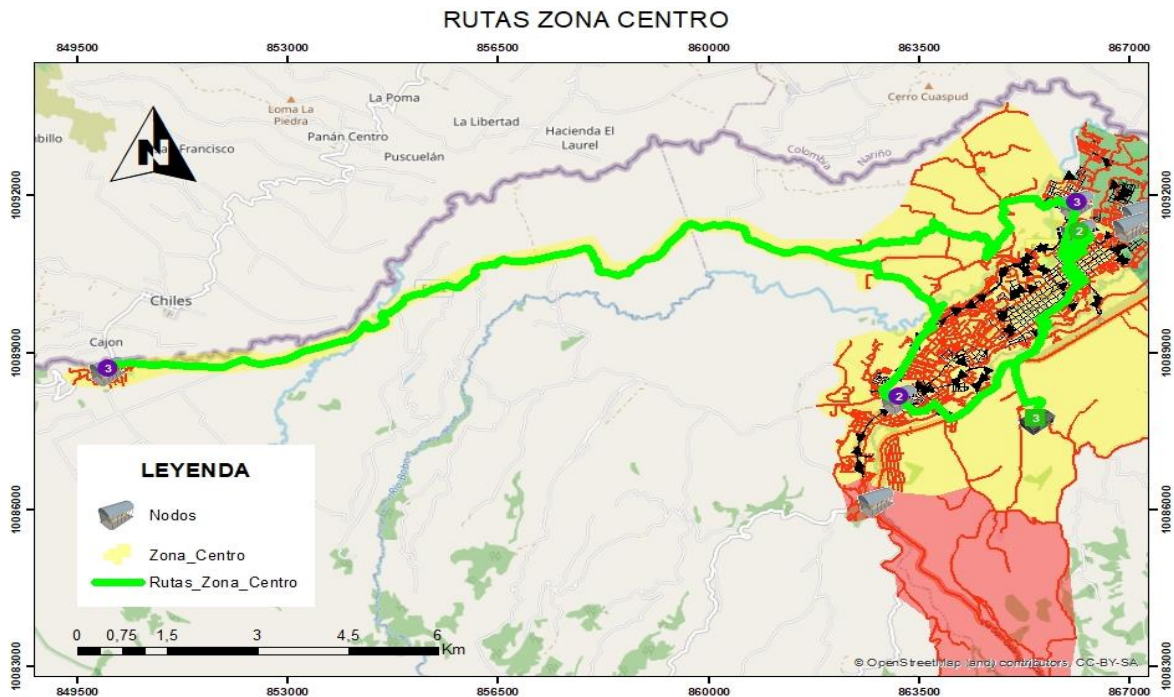


Figura 50. Rutas de recolección de residuos reciclables – zona centro.

El cálculo de los costos de operación de las rutas de la zona centro con los datos obtenidos tras la resolución del VRP (*Vehicle Routing Problem*) se encuentran presentados y relacionados con los datos pertinentes en la tabla 17.

Tabla 17. Costos de operación – rutas zona centro.

Ruta	Distancia [km]	Costo	Tiempo [hh:mm]	Costo	Costo de ruta
Camión2_Ruta(A)	49,824	18,21	4:24:00	22,45	40,66
Camión2_Ruta(B)	11,418	4,17	2:40:00	13,61	17,78
Camión2_Ruta(C)	9,905	3,62	1:52:00	9,52	13,14
Total	71,147	26,00	8:56:00	45,58	71,58

Nota. Se presenta los costos de operación en base a la distancia y el tiempo.

En el caso de la zona sur el cálculo de la separación de pesos no fue necesario realizarlo, debido a que, el peso total de carga de todos los nodos es menor a la capacidad de carga del camión, por lo que con una ruta la recolección de los materiales se ve totalmente cubierta como se puede evidenciar en la tabla 18.

Tabla 18. Ruta – zona sur.

Ruta	Nodo	Peso [kg]
A	Disponibile	3750
	S/N (Sector Obelisco)	Carga 3750
	Sobrante	0
	Julio Andrade	Disponibile 1450
	Carga	1450
	Sobrante	0
	Santa Martha de Cuba	Disponibile 1000
	Carga	1000
	Sobrante	0
	Cristóbal Colón	Disponibile 1050
	Carga	1050
	Sobrante	0
	San Gabriel	Disponibile 2000
	Carga	2000
	Sobrante	0
Fernández Salvador	Disponibile 950	
Carga	950	
Sobrante	0	
Mariscal Sucre	Disponibile 850	
Carga	850	
Sobrante	0	
San Pedro de Huaca	Disponibile 1500	
Carga	1500	
Sobrante	0	
	Carga kg	12550

El resultado de rutas obtenido tras la resolución del VRP (*Vehicle Routing Problem*) de la zona sur se presenta en la figura 51.

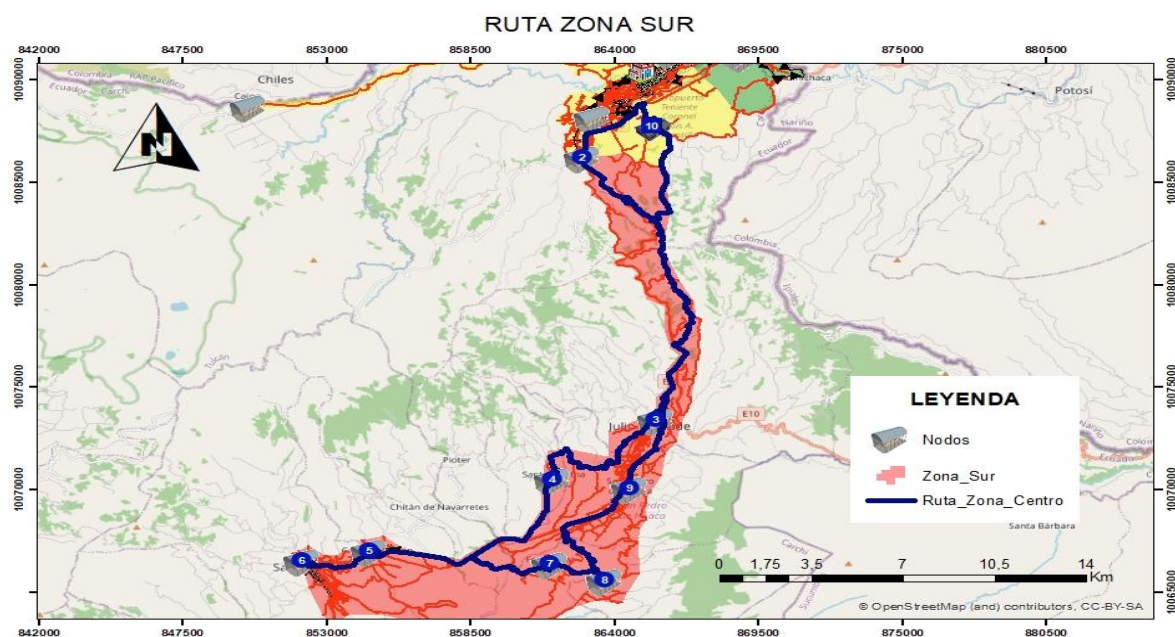


Figura 51. Ruta de recolección de residuos reciclables – zona sur.

De la misma manera se procedió a realizar el cálculo de los costos de operación de la zona sur con los datos de distancia y tiempo total de las rutas obtenidas tras la resolución del VRP (*Vehicle Routing Problem*) relacionándolos con los costos asociados con el uso del vehículo como se presenta en la tabla 19.

Tabla 19. Costos de operación – ruta zona sur.

Ruta	Distancia [km]	Costo	Tiempo [hh:mm]	Costo	Costo de ruta
Camión1_Ruta(A)	87,742	42,03	9:06:00	46,43	88,46
Total	87,742	42,03	9:06:00	46,43	88,46

Nota. Se presenta los costos de operación en base a la distancia y el tiempo.

En el caso de la zona sur, la ruta que genera el software es óptima, pero al ser una ruta con varios nodos por cubrir con un solo camión se observa que existe un error, el cual es el desplazamiento innecesario de la carga, debido a que el software realiza la ruta en relación a los puntos más cercanos este recolecta los residuos en un primer punto (más cercano) y lo transporta hacia los nodos más lejanos en donde recolecta más materiales hasta regresar a la planta de reciclaje, por lo cual, nuevamente resulta necesario incluir sobre el algoritmo del software el análisis y percepción del individuo para evitar este problema, por lo cual, resulta conveniente utilizar la herramienta de "Route" en lugar de un VRP (*Vehicle Routing Problem*) para designar

cuales son los nodos que deben cubrirse primero como se observa en la figura 52 y la tabla 20.

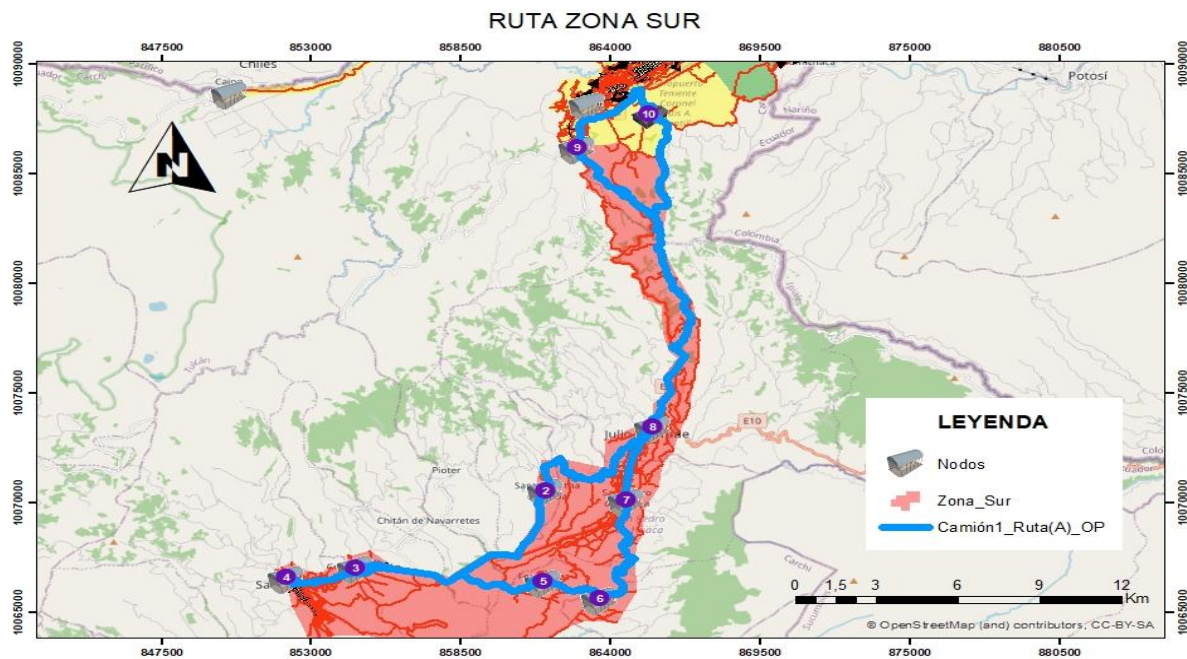


Figura 52. Ruta de recolección optimizada de residuos reciclables – zona sur.

Tabla 20. Ruta optimizada zona sur.

Ruta	Nodo	Peso [kg]	
A	Santa Martha de Cuba	Disponibile	1000
		Carga	1000
		Sobrante	0
	Cristóbal Colón	Disponibile	1050
		Carga	1050
		Sobrante	0
	San Gabriel	Disponibile	2000
		Carga	2000
		Sobrante	0
	Fernández Salvador	Disponibile	950
		Carga	950
		Sobrante	0
	Mariscal Sucre	Disponibile	850
		Carga	850
		Sobrante	0
	San Pedro de Huaca	Disponibile	1500
		Carga	1500
		Sobrante	0
Julio Andrade	Disponibile	1450	
	Carga	1450	
	Sobrante	0	

Ruta	Nodo	Peso [kg]
		Disponible 3750
	S/N (Sector Obelisco)	Carga 3750
		Sobrante 0
		Carga kg 12550

De la misma manera, al ser una ruta modificada se debe realizar el cálculo de los costos operativos de la nueva ruta, la cual a pesar de solo cambiar el orden de recolección tiene un ligero cambio en cuanto a distancia total de recorrido y el tiempo total empleado como se puede observar en la tabla 21.

Tabla 21. Costos de operación – ruta optimizada zona sur.

Ruta	Distancia [km]	Costo	Tiempo [hh:mm]	Costo	Costo de ruta
Camión1_Ruta(A)_OP	86,55	41,46	9:12:00	46,94	88,40
Total	86,55	41,46	9:12:00	46,94	88,40

Nota. Se presenta los costos de operación en base a la distancia y el tiempo.

Por otra parte, dado que los residuos hospitalarios reciclables deben pasar por un proceso de desinfección antes de poder ser tratados como los demás materiales reciclables, es necesario realizar una ruta específica para dichos residuos, evitando ponerlos en contacto con los residuos de los otros nodos para no contaminar estos residuos, por lo cual las rutas para estos nodos se presentan en la figura 53.



Figura 53. Rutas de recolección de residuos hospitalarios reciclables.

De la misma manera se obtienen datos de distancia y tiempo tras ejecutarse la resolución del VRP (*Vehicle Routing Problem*), los cuales se procede a tratar con los costos relacionados a la operación como se presenta en la tabla 22.

Tabla 22. Costos de operación – ruta de recolección de residuos hospitalarios.

Ruta	Distancia [km]	Costo	Tiempo [hh:mm]	Costo	Costo de ruta
Camión2_Ruta(A)	12,049	4,40	2:51:00	14,54	18,94
Total	12,049	4,40	2:51:00	14,54	18,94

Nota. Se presenta los costos de operación en base a la distancia y el tiempo.

Con la aplicación de la zonificación del mapa se puede apreciar una diferencia tanto en la distancia total recorrida y el tiempo total empleado en las rutas para la cobertura de los nodos de recolección, esto naturalmente crea una diferencia en los costos de operación, lo cual se puede observar realizando una comparación de los costos totales como se presenta en la tabla 23.

Tabla 23. Comparación de resultados totales de rutas.

Ruta	Distancia [km]	Costo	Tiempo [hh:mm]	Costo	Costo total de rutas
Sin zonificación	238,091	104,46	34:24:00	175,51	279,97
Con zonificación	233,242	102,28	32:51:00	167,61	269,89
Diferencia	4,85	2,17	1:33:00	7,91	10,08

Nota. Se presenta la diferencia de distancia total recorrida, tiempo total empleado y costos de operación entre rutas sin y con zonificación.

Después de completar el proceso de creación y análisis de las rutas utilizando el software ArcGIS, se ha determinado que las rutas óptimas para la planta de reciclaje son aquellas representadas en las figuras 49, 50, 52 y 53, por lo cual, son establecidas como las rutas que permiten la eficiencia operativa en la planta de reciclaje, debido a que, dichas rutas logran cumplir con la tarea de recolección y transporte cubriendo todos los nodos que proporcionan los residuos de manera óptima, consiguiendo mantener los costos operativos bajos, con lo cual se asegura una gestión eficaz de los recursos y una maximización de la eficiencia en las operaciones de transporte, la información detallada sobre estas rutas se encuentra presentada en los anexos 13, 14, 15 y 16.

Para finalizar se puede decir que el diseño de rutas permite la eficiencia operativa del proceso de transporte de la planta de reciclaje RECOM, corroborando la postura de la idea a defender.

4.2. DISCUSIÓN

La empresa no cuenta con un ruteo vehicular óptimo para su eficiente desarrollo, por lo cual, la presente investigación con el uso de diferentes instrumentos para la recolección de datos y su posterior análisis permitió obtener una clara comprensión del objeto de estudio, puesto que se logró conocer que la empresa tendría a su disposición 2 camiones para la recolección de los residuos que manejan, cada uno con diferentes capacidades de carga, además se pudo obtener los datos relacionados a los costos de transporte como también los tiempos involucrados en el mismo, por otra parte se pudo conocer los tipos de materiales que se manejarían como también la demanda de estos por parte de la empresa, lo cual fue de vital importancia para poder determinar los puntos que las rutas deben cubrir con la finalidad de abastecer eficientemente dicha demanda, el análisis y tratamiento de dichos datos permitieron desarrollar el objetivo de la investigación, tal como lo sugieren Hinojosa y Querembas (2021) en su investigación, en la cual con el análisis de la información obtenida consiguió identificar de manera clara las falencias de la empresa, con lo cual, con la aplicación de un software como metodología de solución consiguió obtener cambios positivos en cuanto a tiempos y costos del transporte, del mismo modo en el caso de la presente investigación la aplicación de la metodología de solución por medio de un software resulta muy importante para identificar y evidenciar los cambios necesarios a realizar para conseguir la eficiencia operativa del proceso de transporte de la empresa.

Por otra parte, como lo mencionan Cachimuel et. al. (2022) en su investigación, existen diferentes medios por los cuales se puede dar solución a problemas de enrutamiento como lo es la planificación de rutas manual por medio de diferentes métodos y la planificación con el uso de herramientas web, entre los cuales se mencionaron MapInfo Profesional, OsmAnd y ArcGIS, así mismo en la investigación realizada por Hinojosa y Querembas (2021), hacen mención de diferentes herramientas informáticas enfocadas al manejo de la información geográfica, mencionando a ArcGIS, QGIS, SAGA GIS y gvSIG, resaltando que cada uno de estos permiten realizar el análisis de la información geográfica, pero no todos permiten obtener una solución al problema de enrutamiento, por lo cual el previo análisis de dichas herramientas es una parte fundamental para el desarrollo de la solución del problema, tal como lo sugería el anterior autor que también mencionaba que las diferentes herramientas se usan para casos que sean más o también menos

complejos, es decir que la elección de la herramienta adecuada permite obtener resultados más acertados, por lo cual, para la presente investigación fue tomado en cuenta el software ArcGIS debido a que este abarca todas funciones necesarias para manejar las características del problema.

El software seleccionado presenta gran capacidad para la solución de diferentes problemas, por lo cual para el presente caso ayudo a abordar totalmente todas las características del problema, con lo cual se pudo obtener rutas adecuadas de recolección, las cuales tras la observación del usuario todavía pueden ser mejoradas, es decir que aunque la herramienta este diseñada para dar la mejor solución, la percepción del usuario también tiene importancia para obtener resultados más apegados a la realidad del problema, con lo cual dichas rutas fueron reestructuradas por el programa tras configurar en este caso la decisión del usuario de zonificar el área que cubren las rutas, con lo cual se pudo ver una mejoría con respecto a las anteriores, siendo así optimizados 4.85 km y una hora con 33 minutos en total del recorrido semanal de los camiones, del mismo modo, en la investigación de Chamorro y Taticuán (2019), se pudo determinar que la rutas no eran las óptimas, por lo cual tras resolver el problema de enrutamiento también pudieron evidenciar una optimización en ellas, consiguiendo una reducción de 1.96km de recorrido, así mismo en la investigación realizada por Casco y Punina (2019), resaltan que las herramientas para el análisis de la información geográfica permiten manejar datos como tiempos, distancias, velocidad, y puntos atendidos, lo que ayuda a que la información sea fácil de interpretar, con ello y la aplicación de la solución con ayuda del software ArcGIS se pudo evidenciar que se consiguió una reducción en los tiempos, siendo en la ruta Norte se optimizo 34min y 08seg, en la ruta Centro Norte se optimizo 2h con 32min y 38seg, en la ruta Centro se optimizo 2h con 31min y 09seg, y en las rutas Centro Sur y Sur se obtuvo una optimización de tiempo y longitud, en la ruta Centro Sur se optimizo una distancia de 13.43km y un tiempo de 7h con 30min y 18seg, en la ruta Sur se optimizo una distancia de 39.73km y un tiempo de 10h con 24min y 12seg, en otra circunstancia como es la expuesta en la investigación de Aslalema y Ortiz (2022), también se pudo obtener una optimización en cuanto a las rutas, tras proponer 2 modelos basados en la solución por medio de ArcGIS, dichos modelos presentan resultados como en el primer caso que es cumplir con la atención de 160 puntos con un recorrido de 222.20 km en comparación con la anterior que solo cubría 97 con un recorrido total de 214.47 km, en el otro caso presentado se logró obtener mejores

resultados con respecto a la primera propuesta, obteniendo una cobertura de 160 puntos con un total de recorrido de 151.50 km.

Al analizar la metodología utilizado en las investigaciones de los autores mencionados y los resultados que estos obtuvieron, se puede afirmar que lograron maximizar el uso de los recursos disponibles y reducir los costos asociados a su aplicación. Esto sugiere que pudieron obtener una eficiencia operativa, ya que su fundamento coincide con los resultados obtenidos. De manera similar, dichos hallazgos guardan coherencia con los resultados obtenidos en la presente investigación.

La comparación entre los resultados de estudios previos y los de la presente investigación permite interpretar que el conocimiento y la correcta aplicación del diseño de rutas, en conjunto con el uso de herramientas adecuadas, desempeñan un papel importante en la logística, los datos confirman que estos factores no solo impactan positivamente en la reducción de costos operativos, sino que también contribuyen a maximizar el uso eficiente de los recursos disponibles. De esta manera, se establece una relación directa y clara entre la planificación adecuada mediante el diseño de rutas y la eficiencia operativa.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

Uno de los aspectos claves para la presente investigación fue que la principal necesidad para su desarrollo óptimo radica en obtener de manera clara y completa todos los datos que caracterizan el problema ayudando de esa manera a tener una visualización y comprensión clara, es decir que dichos datos son muy necesarios si se quiere obtener resultados acertados, en este sentido la planta de reciclaje RECICOM cuenta con 2 vehículos tipo camión para el proceso de recolección, cada uno con diferentes capacidades, también se pudo obtener datos relacionados a los costos, tiempos, demanda de materiales y perspectivas en relación al proceso de transporte.

Con el análisis y la comprensión de dichos datos se pudo determinar la necesidad de cubrir nuevos nodos con la finalidad de abastecer la demanda de la planta de reciclaje, para ello se realizó la investigación de dichos nodos y las capacidades de oferta de cada uno de ellos.

El uso de herramientas tecnológicas para el diseño de rutas ha demostrado ser un factor importante para optimizar diferentes problemas geográficos, debido a que con el uso de estos se pueden identificar rutas óptimas e incluso mejorarlas, permitiendo minimizar costos manteniendo o mejorando la calidad del proceso y de esa manera ayudando a maximizar los beneficios.

Las herramientas enfocadas al manejo y solución de este tipo de problemas son muy importantes y de gran ayuda, pero no significa que sus resultados sean la verdad absoluta del problema en cuestión, es decir que estas herramientas entregan resultados muy buenos, pero la percepción y el análisis del usuario también es un factor importante para conseguir resultados aún mejores, debido a que es el quien debe tener la visualización y comprensión clara del problema real, para así guiar a la herramienta a presentar resultados más acertados a la realidad, en ese sentido, con la ayuda del software ArcGIS se pudo determinar rutas óptimas para la recolección de los residuos reciclables tomando en cuenta lo antes mencionado, debido a que, como primer resultado se obtuvieron rutas que cubrían todo el territorio involucrado de manera general, dichos resultados son muy buenos gracias a los algoritmos que

utiliza la herramienta de solución "Network Analyst" disponible en el software mencionado, pero tras la precepción del usuario se determinó la necesidad de una sectorización del territorio en diferentes zonas (Norte, centro y sur), con lo cual se consiguió mejores resultados, resaltando que entre dichos resultados se consiguió una optimización de 4.85 kilómetros de recorrido total y 1:33 horas de tiempo total del proceso, estableciendo entonces el segundo resultado como el óptimo, ya que es el que logra maximizar el uso de los recursos permitiendo disminuir los costos, ya que cubre todos los nodos necesarios con el menor costo y tiempo empleado, concluyendo que de esta manera permite la eficiencia operativa del proceso de transporte de la planta de reciclaje RECICOM.

5.2. RECOMENDACIONES

Para el correcto y buen desarrollo del proceso de recolección y transporte de los residuos reciclables se propone lo siguiente:

- Implementar y seguir las rutas establecidas, dado que estas resultan ser óptimas maximizando el uso de los vehículos y manteniendo costos operativos bajos, además de realizar una cobertura completa de los nodos de recolección necesarios para satisfacer la demanda de la planta de reciclaje.
- Mantener una revisión rigurosa de las necesidades de mantenimiento preventivo de los vehículos de recolección para evitar caer en mantenimientos correctivos y por supuesto garantizar de esa manera que estos puedan operar eficientemente ayudando así a evitar retrasos en el proceso, costos de reparación altos y desgaste temprano de los vehículos.
- Implementar un sistema de monitoreo de rutas, lo cual ayudaría a fomentar la transparencia y responsabilidad de los conductores, además de evitar retrasos al observar el progreso de cada vehículo, ya que, esta supervisión evitaría desvíos y tiempos de inactividad, ayudando así a garantizar el cumplimiento de las rutas en los tiempos establecidos.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abarza, F. (2020). *Diseño de rutas logísticas para mejorar el transporte y la distribución*.
Obtenido de DispatchTrack:
<https://www.beetrack.com/es/blog/dise%C3%B1o-de-rutas-de-transporte-distribucion>
- Abreu, J. L. (2014). *El Método de la Investigación*. *Daena: International Journal of Good Conscience*, 9(3)195-204. Obtenido de [http://www.spentamexico.org/v9-n3/A17.9\(3\)195-204.pdf](http://www.spentamexico.org/v9-n3/A17.9(3)195-204.pdf)
- Anbuudayasankar, S. P., Ganesh, k., & Mohapatra, S. (2014). *Models for Practical Routing Problems in Logistics Design and Practices [Modelos para problemas prácticos de enrutamiento en el diseño y las prácticas de logística]*. New York: Springer.
- Arias, F. (2012). *El proyecto de investigación*. México: Editorial Episteme, C.A.
- Arias, J. (2020). *Proyecto de tesis Guía para la elaboración*. Editorial Arias González.
- Aslalema, J., & Ortiz, Y. (2022). *Diseño de rutas y canal de distribución de "Distribuidores Helados Pingüino"*. (Tesis de ingeniería). Universidad Politécnica Estatal del Carchi, Tulcán. Obtenido de <http://repositorio.upec.edu.ec/handle/123456789/1783>
- Banco Mundial. (2018). *Los desechos: un análisis actualizado del futuro de la gestión de los desechos sólidos*. Obtenido de Banco Mundial: <https://www.bancomundial.org/es/news/immersive-story/2018/09/20/what-a-waste-an-updated-look-into-the-future-of-solid-waste-management>
- Bernal, C. (2010). *Metodología de la investigación administración, economía, humanidades y ciencias sociales*. Bogotá: Pearson Educación.
- Cachimuel, D., Monar, R., Garay, V., & Velásquez, P. (2022). *Proceso de diseño y planificación de rutas de transporte para mejorar los tiempos*. *Polo del conocimiento*, 13-30.
- Casco, W., & Punina, P. (2019). *El sistema de recogida de desechos y residuos sólidos de la ciudad de Tulcán y la gestión logística*. (Tesis de ingeniería). Universidad

- Politécnica Estatal del Carchi, Tulcán. Obtenido de <http://repositorio.upec.edu.ec/handle/123456789/899>
- Chamorro, E., & Taticuán, J. (2019). *Análisis del canal de distribución de productos masivos en el Consorcio Comerth North de la ciudad de Tulcán. (Tesis de ingeniería)*. Universidad Politécnica Estatal del Carchi, Tulcán. Obtenido de <http://repositorio.upec.edu.ec/handle/123456789/896>
- element. (s.f.). *Optimización de rutas de transporte: qué es, cómo se lleva a cabo y qué beneficios trae.* Obtenido de element: <https://www.elementfleet.com.mx/recursos/blog/optimizacion-de-rutas-de-transporte#:~:text=La%20optimizaci%C3%B3n%20de%20rutas%20de%20transporte%20involucra%20una%20amplia%20red,como%20los%20m%C3%A1rgenes%20de%20tiempo>
- Esri. (s.f.). *¿Qué es ArcGIS?* Obtenido de ArcGIS Resources: <https://resources.arcgis.com/es/help/getting-started/articles/026n00000014000000.htm#:~:text=ArcGIS%20es%20un%20completo%20sistema,compartir%20y%20distribuir%20informaci%C3%B3n%20geogr%C3%A1fica>.
- Esri. (s.f.). *¿Qué es la extensión ArcGIS Network Analyst?* Obtenido de ArcGIS Desktop: <https://desktop.arcgis.com/es/arcmap/latest/extensions/network-analyst/what-is-network-analyst-.htm>
- Hernández, R., Méndez, S., Mendoza, C., & Cuevas, A. (2017). *Fundamentos de investigación*. Ciudad de México: McGraw-Hill Education.
- Hinojosa, P., & Querembas, Y. (2021). *Diseño de rutas de distribución para optimizar el servicio de entregas de la empresa Distribuidora Familiar de la ciudad de Tulcán. (Tesis de ingeniería)*. Universidad Politécnica Estatal del Carchi, Tulcán. Obtenido de <http://repositorio.upec.edu.ec/handle/123456789/1473>
- Jaramillo, J. (1999). *Gestión integral de residuos sólidos municipales - GIRSM. Seminario internacional gestión integral de residuos sólidos y peligrosos, siglo XXI*, (págs. 1-20). Medellín.
- Mejía, E. (2005). *Técnicas e instrumentos de investigación*. Lima: Unidad de Post Grado de la Facultad de Educación de la UNMSM.
- Menéndez, A. (1998). *Una breve introducción a la teoría de grafos*. *Suma* 28, 11-26. Obtenido de

<https://redined.educacion.gob.es/xmlui/bitstream/handle/111162/13526/011-026.pdf?sequence=1>

Ministerio para la transición Ecológica y el reto demográfico. (2016). *Sistema de recogida*. Obtenido de Miteco: <https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/prevencion-y-gestion-residuos/flujos/domesticos/gestion/sistema-recogida.html#:~:text=Los%20sistemas%20de%20recogida%20son,de%20valorizaci%C3%B3n%20o%20de%20eliminaci%C3%B3n>.

Morán, S. (2020). *Ecuador, ahogado en basura, está lejos de cumplir las metas de los ODS al 2030*. Obtenido de Plan V: <https://www.planv.com.ec/historias/sociedad/ecuador-ahogado-basura-esta-lejos-cumplir-metas-ods-al-2030#:~:text=Al%20a%C3%B1o%20se%20entierran%20m%C3%A1s,enterrar%20millones%20de%20desechos%20s%C3%B3lidos>.

MyABCM. (2016). *¿Qué es eficiencia operacional y por qué es importante?* Obtenido de MyABCM: <https://myabcm.com/es/que-es-eficiencia-operacional/>

Ñaupas, H., Palacios, J., Valdivia, M., & Romero, H. (2018). *Metodología de la investigación Cuantitativa-Cualitativa y Redacción de la Tesis* (Vol. 5a.Edición). Bogotá, Colombia: Ediciones de la U.

Obando, R. (2023). *Qué es la eficiencia operativa, cómo medirla y mejorarla*. Obtenido de HubSpot: <https://blog.hubspot.es/sales/eficiencia-operativa>

Rondón, E., Szantó, M., Pacheco, J. F., Contreras, E., & Gálvez, A. (2016). *Guía general para la gestión de residuos sólidos domiciliarios*. Santiago, Chile: Naciones Unidas.

Useche, M., Artigas, W., Queipo, B., & Perozo, É. (2019). *Técnicas e instrumentos de recolección de datos cuali-cuantitativos*. Editorial Gente Nueva.

Anexo 2. Certificado del abstract por parte de idiomas.



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI FOREIGN AND
NATIVE LANGUAGE CENTER

ABSTRACT- EVALUATION SHEET				
NAME: Vallejo Méndez Marco Vinicio				
DATE: 24 de diciembre de 2024				
Topic: "Diseño de rutas y su eficiencia operativa en la planta de reciclaje RECICOM"				
MARKS AWARDED		QUANTITATIVE AND QUALITATIVE		
VOCABULARY AND WORD USE	Use new learnt vocabulary and precise words related to the topic	Use a little new vocabulary and some appropriate words related to the topic	Use basic vocabulary and simplistic words related to the topic	Limited vocabulary and inadequate words related to the topic
	EXCELLENT: 2 <input type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input checked="" type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
WRITING COHESION	Clear and logical progression of ideas and supporting paragraphs.	Adequate progression of ideas and supporting paragraphs.	Some progression of ideas and supporting paragraphs.	Inadequate Ideas and supporting paragraphs.
	EXCELLENT: 2 <input checked="" type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
ARGUMENT	The message has been communicated very well and identify the type of text	The message has been communicated appropriately and identify the type of text	Some of the message has been communicated and the type of text is little confusing	The message hasn't been communicated and the type of text is inadequate
	EXCELLENT: 2 <input checked="" type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
CREATIVITY	Outstanding flow of Ideas and events	Good flow of Ideas and events	Average flow of Ideas and events	Poor flow of Ideas and events
	EXCELLENT: 2 <input type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input checked="" type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
SCIENTIFIC SUSTAINABILITY	Reasonable, specific and supportable opinion or thesis statement	Minor errors when supporting the thesis statement	Some errors when supporting the thesis statement	Lots of errors when supporting the thesis statement
	EXCELLENT: 2 <input checked="" type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
TOTAL/AVERAGE	9 - 10: EXCELLENT 7 - 8,9: GOOD 5 - 6,9: AVERAGE 0 - 4,9: LIMITED	TOTAL 9		



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL
CARCHI FOREIGN AND NATIVE LANGUAGE
CENTER**

**Informe sobre el Abstract de Artículo Científico o
Investigación.**

Autor: Vallejo Méndez Marco Vinicio

Fecha de recepción del abstract: 20 de diciembre 2024

Fecha de entrega del informe: 24 de diciembre de 2024

El presente informe validará la traducción del idioma español al inglés si alcanza un porcentaje de: 9 – 10 Excelente.

Si la traducción no está dentro de los parámetros de 9 – 10, el autor deberá realizar las observaciones presentadas en el ABSTRACT, para su posterior presentación y aprobación.

Observaciones:

Después de realizar la revisión del presente abstract, éste presenta una apropiada traducción sobre el tema planteado en el idioma Inglés. Según la rúbrica de evaluación de la traducción en Inglés, ésta alcanza un valor de 9; por lo cual se valida dicho trabajo.

Atentamente



MARTHA ARACELLY
VIVEROS ALMEIDA

MA. Martha Viveros

Docente responsable del
CIDEN

Anexo 3. Entrevista realizada al gerente de la planta de reciclaje RECICOM.



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI
FACULTAD DE COMERCIO INTERNACIONAL, INTEGRACIÓN, ADMINISTRACIÓN Y
ECONOMÍA EMPRESARIAL
CARRERA DE LOGÍSTICA Y TRANSPORTE

ENTREVISTA DIRIGIDA AL GERENTE DE LA PLANTA DE RECICLAJE RECICOM.

OBJETIVO: Obtener información que permita comprender a fondo los recursos y puntos importantes relacionadas con el diseño de rutas y la eficiencia operativa en la planta de reciclaje RECICOM, con el fin de tener una visión amplia de los factores que influyen en el proceso de transporte.

- 1) ¿Cuántos vehículos dispone para la recolección de residuos reciclables y cuáles son sus números de placa?
Se dispone de 2 vehículos de tipo camión.....
1.- Camión paux 13T..... 2.- Camión EX8 6,5T.....
- 2) ¿Qué cantidad de combustible pone semanalmente por vehículo?
Se pone combustible según las lugares que se visitan.....
- 3) ¿Cuál es la distancia que recorre semanalmente cada vehículo?
Depende de los lugares que se alcanza a visitar.....
- 4) ¿Cuál es la frecuencia y el costo de mantenimiento por vehículo?
El mantenimiento de cada camión se realiza cada 3000 Km recorridos y el costo para el paux 13T es de 101 \$ y del EX8 es de 69 \$.....
- 5) ¿Cuál es el costo de la mano de obra por hora?
Los pagos salariales se van en relación al salario básico por lo que el costo por hora de mano de obra aproximadamente es de 1,90 \$.....

6) ¿El tiempo de carga y descarga de los residuos reciclables es siempre el mismo o varía?

Pueden variar dependiendo de la cantidad de materiales disponibles.

7) ¿Cuánto tiempo se requiere para cargar los residuos reciclables en los vehículos?

Por lo general se requiere de 30 minutos a 1 hora.

8) ¿Cuánto tiempo se requiere para descargar los residuos reciclables de los vehículos?

Por lo general se requiere de 30 minutos a 1 hora.

9) ¿Cuáles son los materiales reciclables que procesa la planta?

Se planea procesar plásticos, cartón, chatarra y residuos hospitalarios.

10) ¿El peso y/o volumen de la carga es siempre el mismo o varía?

Varía porque los camiones van rescatando carga hasta que los materiales se acaban o se llena el camión.

11) ¿Cuántos centros de acopio existen y en dónde se encuentran ubicados?

Hasta el momento se trabaja con 9 lugares que proporcionan materiales para clasificar y preparar: Tuleón, Tulum, Yucá, Anáhuac, San Pedro de Huixtla, Santa Martha de Cuba, Ferrnandete, Ahuacá, Mariscal Surco, Cristóbal Colón, y San Gabriel.

12) ¿Cuáles son las restricciones de horario para la recolección de residuos reciclables?

La recolección de materiales en esos centros se puede hacer de 8:00 AM a 17:00.

13) ¿Cuál es la cantidad de residuos reciclables disponibles para recolectar?

En cada lugar hay diferentes cantidades ya que en algunos se manejan grandes.

14) ¿Cuál es la capacidad de procesamiento de la planta de reciclaje?

La trituración de plásticos trabaja 36 T. diarias, la procesadora de cartón 48 T. diarias, la procesadora (trituradora) chatarra 48 T. diarias y el horno de deshidratación 600 kg. diarios.

15) ¿Cuál es la demanda de residuos reciclables por parte de la planta de reciclaje?

La demanda de materiales de la planta dependería de la capacidad de trabajo de las máquinas.

Anexo 4. Encuesta realizada al personal involucrado en el proceso de transporte de residuos reciclables de la planta de reciclaje RECICOM.



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI
FACULTAD DE COMERCIO INTERNACIONAL, INTEGRACIÓN, ADMINISTRACIÓN Y
ECONOMÍA EMPRESARIAL
CARRERA DE LOGÍSTICA Y TRANSPORTE**

**ENCUESTA DIRIGIDA AL PERSONAL INVOLUCRADO EN EL PROCESO DE TRANSPORTE
DE RESIDUOS RECICLABLES DE LA PLANTA DE RECICLAJE RECICOM.**

OBJETIVO: Obtener información sobre la percepción del personal encargado del transporte de residuos reciclables para comprender de mejor manera los factores que influyen en el proceso de transporte de los residuos reciclables.

El personal involucrado en el proceso de transporte es el siguiente:

- Conductores
- Personal de carga y descarga
- Técnicos de mantenimiento

La presente encuesta está estructurada en base a la escala de Likert considerando la siguiente escala de calificación:

- (1) Totalmente en desacuerdo
- (2) En desacuerdo
- (3) Indiferente
- (4) De acuerdo
- (5) Totalmente de acuerdo

Pregunta:	1	2	3	4	5
1. ¿Considera que el costo de la mano de obra es un factor importante en la eficiencia operativa del diseño de rutas?	✓ ✓	✓ ✓	✓ ✓ ✓	✓	
2. ¿Considera que el número de trabajadores encargados de la recolección de residuos reciclables es adecuado?			✓ ✓	✓ ✓ ✓	✓ ✓ ✓
3. ¿Considera que el costo de combustible es un factor importante en la eficiencia operativa del diseño de rutas?	✓ ✓	✓	✓ ✓ ✓	✓ ✓	
4. ¿Considera que la distancia total recorrida por los vehículos en la recolección de residuos reciclables es adecuada?	✓	✓ ✓ ✓ ✓	✓ ✓ ✓		
5. ¿Considera que el costo de mantenimiento es un factor importante en la eficiencia operativa del diseño de rutas?		✓ ✓ ✓	✓ ✓ ✓	✓	✓
6. ¿Considera que la frecuencia de mantenimiento de los vehículos es adecuada?				✓ ✓ ✓ ✓ ✓ ✓	✓ ✓
7. ¿Considera que el tiempo de recorrido es un factor importante en la eficiencia operativa del diseño de rutas?				✓ ✓ ✓ ✓	✓ ✓ ✓ ✓
8. ¿Considera que el número de vehículos utilizados para la recolección de residuos reciclables es adecuado?	✓ ✓	✓ ✓ ✓ ✓	✓		
9. ¿Considera que la capacidad de carga de los vehículos es adecuada para cumplir con la recolección residuos reciclables?				✓ ✓ ✓ ✓ ✓ ✓	✓ ✓
10. ¿Considera que los horarios en los que se realiza la recolección de residuos reciclables son adecuados?			✓	✓ ✓ ✓ ✓	✓ ✓ ✓
11. ¿Considera que los horarios en los que se realiza la recolección de residuos reciclables son factibles para los vehículos y trabajadores?			✓ ✓	✓ ✓ ✓ ✓ ✓	✓

Anexo 5. Encuesta realizada a recolectores de materiales reciclables.



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI
FACULTAD DE COMERCIO INTERNACIONAL, INTEGRACIÓN, ADMINISTRACIÓN Y
ECONOMÍA EMPRESARIAL
CARRERA DE LOGÍSTICA Y TRANSPORTE

ENCUESTA DIRIGIDA A LAS PERSONAS QUE REALIZAN LA RECOLECCIÓN DE
MATERIALES RECICLABLES EN LA CIUDAD DE TULCÁN.

OBJETIVO: El objetivo de esta encuesta es obtener información sobre la percepción de las personas que realizan la recolección de residuos reciclables en la ciudad de Tulcán, para tener una visión más amplia sobre factores importantes relacionados a dicha actividad.

La presente encuesta está estructurada en base a la escala de Likert considerando la siguiente escala de calificación:

- (1) Totalmente en desacuerdo
- (2) En desacuerdo
- (3) Indiferente
- (4) De acuerdo
- (5) Totalmente de acuerdo

Pregunta:	1	2	3	4	5
1. ¿Considera que es importante la clasificar los residuos reciclables desde la recolección?				✓✓✓ ✓✓✓ ✓✓✓	✓✓✓✓ ✓✓✓✓ ✓✓✓✓
2. ¿Considera adecuado el uso de fundas de colores para la clasificación del tipo de material reciclable?		✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓ ✓✓✓ ✓✓✓	✓✓✓ ✓✓✓ ✓✓✓

Pregunta:	1	2	3	4	5
3. ¿Cree que el tipo de residuos que recolectan es el adecuado?				✓✓✓✓	✓✓✓✓
4. ¿Considera que la cantidad de residuos reciclables que recolectan es suficiente?	✓✓✓✓	✓✓✓✓		✓✓✓	
5. ¿Cree que el equipo y las herramientas que utilizan son adecuadas?			✓✓✓	✓✓✓✓	✓✓✓✓
6. ¿Considera que los horarios de recolección son apropiados?			✓✓✓✓	✓✓✓✓	✓✓✓✓
7. ¿Considera que existe apoyo para la recolección y transporte de residuos al finalizar la jornada?	✓	✓✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	
8. ¿Considera adecuado desplazarse a la planta de reciclaje para descargar los residuos recolectados?	✓✓✓✓	✓✓✓✓	✓✓✓		
9. ¿Considera adecuado la implementación puntos estratégicos de recolección para minimizar la necesidad de desplazarse a la planta de reciclaje?			✓✓✓	✓✓✓✓	✓✓✓✓

Anexo 6. Ficha de observación realizada en los lugares de recolección de residuos reciclables.





UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI
 FACULTAD DE COMERCIO INTERNACIONAL, INTEGRACIÓN, ADMINISTRACIÓN Y ECONOMÍA EMPRESARIAL
 CARRERA DE LOGÍSTICA Y TRANSPORTE

FICHA DE OBSERVACIÓN DIRIGIDA A LOS NODOS QUE CUBRE LA PLANTA DE RECICLAJE RECICOM.

OBJETIVO: Obtener información que permita tener una visión más amplia sobre factores importantes relacionados con las características del problema que influyen en el proceso de transporte de los residuos reciclables.

Investigador:	Haro Vinicio Vallejo Héndez.										
Empresa:	RECICOM										
Dirección:											
Período:											
	Ubicación de los nodos				Manejo de los residuos			Tipo y cantidad de residuos			
	Latitud	Longitud	Clasificación	Preparación	Plástico	Cartón	Chatarra	Residuos hospitalarios			
					Peso (Kg)	Peso (Kg)	Peso (Kg)	Peso (Kg)			
1 Tulcan	0,396364	-77,737635	X		800	700	900				
2 Tufino	0,601303	-77,855609	X		500	350	200				
3 Julio Andrade	0,663514	-77,855609	X		650	400	400				
4 San Pedro de H	0,633519	-77,716153	X		600	450	450				
5 Santa Martha de C	0,637470	-77,729059	X		450	350	200				
6 Fernandez Salazar	0,591895	-77,751407	X		450	300	200				
7 Montalvo Sucer	0,593910	-77,752209	X		400	300	150				
8 Cristóbal Colon	0,605328	-77,733309	X		450	350	250				
9 San Gabriel	0,601270	-77,836383	X		700	500	300				
10											
11											
12											
13											
14											
15											

Anexo 7. Modelo de camiones.

Camión	Detalle
	Pavise 13 t
	Motor 5900 cc, capacidad de carga 13 t, 255HP, torque 932Nm, turbo intercooler / Aire acondicionado.
	EX8 6,5 t
	Motor 3907 cc, capacidad de carga 6,5 t, 140HP, torque 373Nm, turbo intercooler / Aire acondicionado.

Anexo 8. Detalle de costos - Vehículo N° 1.

Costos de mantenimiento - Vehículo N° 1							
Descripción	Precio unitario (\$)	Unidad de medida	Intervalo de cambio (Km)	Cantidad necesaria por vehículo	Costo por mano de obra	Costo total por cambio	Costo por Km
Aceite de motor	16	GLNS	5000	5	10	90	0,02
Aceite de caja	5	GLNS	25000	3	10	25	0,00
Aceite de diferencial	10	GLNS	25000	1	10	20	0,00
Aceite hidráulico	5	GLNS	80000	1	10	15	0,00
Engrase general	20	KG	5000	3	40	100	0,02
Filtro de aceite de motor	5	UD	5000	1	5	10	0,00
Filtro de aire	5	UD	26000	2	5	15	0,00
Filtro de combustible	5	UD	5000	1	5	10	0,00
Filtro separador de agua	5	UD	5000	1	5	10	0,00
Filtro secador de aire	5	UD	30000	1	10	15	0,00
Mantenimiento sistema neumático	50	UD	20000	1	60	110	0,01
Revisión compresor aire	25	UD	80000	1	60	85	0,00
Refrigerante de motor	20	GLNS	80000	5	20	120	0,00
Zapatas (juego forros 2) x 4	60	UD	30000	4	30	270	0,01
Embrague (juego)	200	UD	70000	1	150	350	0,01
Baterías	70	UD	80000	2	35	175	0,00
Neumáticos	550	UD	50000	6	60	3360	0,07
Bandas	20	UD	40000	3	20	80	0,00
Cambio tambores (juego)	80	UD	70000	4	50	370	0,01
Sistema eléctrico	100	UD	5000	1,5	100	250	0,05
Amortiguadores	50	UD	120000	4	35	235	0,00
Rótulas de dirección	40	JGO	75000	1	20	60	0,00
Raches de freno	50	JGO	75000	4	25	225	0,00
Ballestas (4 hojas)	30	JGO	200000	1	20	50	0,00
Pines y bocines de dirección	60	JGO	75000	1	35	95	0,00
Mantenimiento de turbo	50	UD	100000	1	50	100	0,00
Cambio de toberas de inyectores	100	JGO	75000	1	50	150	0,00
Calibración de válvulas motor	150	UD	50000	1	100	250	0,01
Calibración de la bomba de inyección	300	UD	150000	1	350	650	0,00
Calibración y mantenimiento de caja	300	UD	150000	1	250	550	0,00
Calibración y mantenimiento de diferencial	200	UD	150000	1	150	350	0,00

Costos de mantenimiento - Vehículo N° 1							
Descripción	Precio unitario (\$)	Unidad de medida	Intervalo de cambio (Km)	Cantidad necesaria por vehículo	Costo por mano de obra	Costo total por cambio	Costo por Km
Lavado motor/chasis	20	UD	5000	1	35	55	0,01
Engrasado puntas ejes	10	UD	45000	4	25	65	0,00
Cambio aceite dirección	20	GLNS	150000	1	10	30	0,00
Arreglo de carrocería	300	UD	30000	1	250	550	0,02
Soporte de cardan	30	UD	75000	2	20	80	0,00
Válvula de distribución	100	JGO	75000	1	20	120	0,00
Total							0,26

Costos de mantenimiento correctivo							
Descripción	Precio unitario (\$)	Unidad de medida	Intervalo de cambio (Km)	Cantidad necesaria por vehículo	Costo por mano de obra	Gasto total por cambio	Costo por Km
Reparación de la bomba de inyección	1500	U	300000	1	500	2000	0,01
Reparación del motor	4500	U	300000	1	1500	6000	0,02
Reparación de caja	2000	U	300000	1	1200	3200	0,01
Reparación del diferencial	1500	U	300000	1	800	2300	0,01
Total							0,05

Anexo 9. Detalle de costos – Vehículo N° 2.

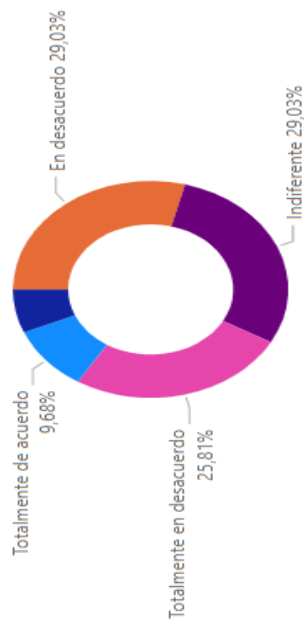
Costos de mantenimiento - Vehículo N° 2							
Descripción	Precio unitario (\$)	Unidad de medida	Intervalo de cambio (Km)	Cantidad necesaria por vehículo	Costo por mano de obra	Costo total por cambio	Costo por Km
Aceite de motor	16	GLNS	5000	3	10	58	0,01
Aceite de caja	5	GLNS	25000	2	10	20	0,00
Aceite de diferencial	10	GLNS	25000	0,5	10	15	0,00
Aceite hidráulico	5	GLNS	80000	1	10	15	0,00
Engrase general	20	KG	5000	3	40	100	0,02
Filtro de aceite de motor	5	UD	5000	1	5	10	0,00
Filtro de aire	5	UD	26000	2	5	15	0,00
Filtro de combustible	5	UD	5000	1	5	10	0,00
Filtro separador de agua	5	UD	5000	1	5	10	0,00
Filtro secador de aire	5	UD	30000	1	10	15	0,00
Mantenimiento sistema neumático	50	UD	20000	1	60	110	0,01
Revisión compresor aire	25	UD	80000	1	60	85	0,00
Refrigerante de motor	20	GLNS	80000	5	20	120	0,00
Zapatillas (juego forros 2) x 4	60	UD	30000	4	30	270	0,01
Embrague (juego)	200	UD	70000	1	150	350	0,01
Baterías	70	UD	80000	2	35	175	0,00
Neumáticos	250	UD	40000	6	60	1560	0,04
Bandas	20	UD	40000	3	20	80	0,00
Cambio tambores (juego)	80	UD	70000	4	50	370	0,01
Sistema eléctrico	100	UD	5000	1,5	100	250	0,05
Amortiguadores	50	UD	120000	4	35	235	0,00
Rótulas de dirección	30	JGO	75000	1	20	50	0,00
Rachas de freno	50	JGO	75000	4	25	225	0,00
Ballestas (4 hojas)	30	JGO	200000	1	20	50	0,00
Pines y bocines de dirección	60	JGO	75000	1	35	95	0,00
Mantenimiento de turbo	50	UD	100000	1	50	100	0,00
Cambio de toberas de inyectores	100	JGO	75000	1	50	150	0,00
Calibración de válvulas motor	150	UD	50000	1	100	250	0,01
Calibración de la bomba de inyección	300	UD	150000	1	350	650	0,00
Calibración y mantenimiento de caja	300	UD	150000	1	250	550	0,00
Calibración y mantenimiento de diferencial	150	UD	150000	1	150	300	0,00

Costos de mantenimiento - Vehículo N° 2							
Descripción	Precio unitario (\$)	Unidad de medida	Intervalo de cambio (Km)	Cantidad necesaria por vehículo	Costo por mano de obra	Costo total por cambio	Costo por Km
Lavado motor/chasis	15	UD	5000	1	35	50	0,01
Engrasado puntas ejes	10	UD	45000	4	25	65	0,00
Cambio aceite dirección	20	GLNS	150000	1	10	30	0,00
Arreglo de carrocería	200	UD	30000	1	250	450	0,02
Soporte de cardan	30	UD	75000	2	20	80	0,00
Válvula de distribución	50	JGO	75000	1	20	70	0,00
Total							0,21
Costos de mantenimiento correctivo							
Descripción	Precio unitario (\$)	Unidad de medida	Intervalo de cambio (Km)	Cantidad necesaria por vehículo	Costo por mano de obra	Gasto total por cambio	Costo por Km
Reparación de la bomba de inyección	1000	U	300000	1	500	1500	0,01
Reparación del motor	4000	U	300000	1	1500	5500	0,02
Reparación de caja	1800	U	300000	1	1000	2800	0,01
Reparación del diferencial	1200	U	300000	1	700	1900	0,01
Total							0,04

Anexo 10. Representación general de datos obtenidos sobre la encuesta realizada al personal involucrado en el proceso de transporte de residuos reciclables de la planta de reciclaje RECICOM.

Suma de Total por ESCALA

ENTREVISTADO	#01	#02	#03	#04	#05	#06	#07	#08	#09	#10	#11	Total
PERSONA A	2	4	4	2	3	5	5	2	4	4	4	39
PERSONA B	4	5	3	3	5	4	4	3	4	4	4	43
PERSONA C	3	3	2	3	3	4	5	2	5	5	3	38
PERSONA D	1	4	3	2	3	5	5	1	4	5	4	37
PERSONA F	2	3	4	1	2	4	4	2	4	4	5	35
PERSONA G	3	5	3	2	4	4	4	2	5	5	3	40
PERSONA H	3	5	1	3	2	4	5	2	4	3	4	36
PERSONA I	1	4	1	2	2	4	5	1	4	4	4	32
Total	19	33	21	18	24	34	37	15	34	34	31	300

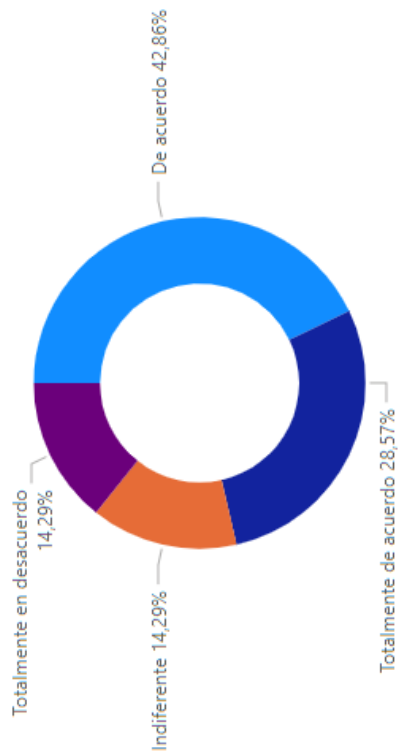


ESCALA	Suma de Pregunta01	Suma de Pregunta02	Suma de Pregunta03	Suma de Pregunta04	Suma de Pregunta05	Suma de Pregunta06	Suma de Pregunta07	Suma de Pregunta08	Suma de Pregunta09	Suma de Pregunta10	Suma de Pregunta11	Suma de Total	Suma de % Total
Totalmente en desacuerdo	2	0	2	1	0	0	0	2	0	0	0	8	25,81 %
Totalmente de acuerdo	0	3	0	0	1	2	5	0	2	3	1	3	9,68 %
Indiferente	3	2	3	3	3	0	0	1	0	1	2	9	29,03 %
En desacuerdo	2	0	1	4	3	0	0	5	0	0	0	9	29,03 %
De acuerdo	1	3	2	0	1	6	3	0	6	4	5	2	6,45 %
Total	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	31	100,00 %

Anexo 11. Representación general de datos obtenidos sobre la encuesta realizada a recolectores de materiales reciclables.

ENTREVISTADO	#01	#02	#03	#04	#05	#06	#07	#08	#09	Total
PERSONA Z	4	5	4	1	3	3	4	1	5	30
PERSONA Y	5	4	5	4	4	5	3	1	5	36
PERSONA X	4	4	5	2	4	4	2	2	5	32
PERSONA W	5	2	4	2	5	5	4	2	4	33
PERSONA V	5	4	5	4	5	4	4	2	5	38
PERSONA U	5	4	4	1	4	3	4	1	4	30
PERSONA T	5	5	4	2	3	3	3	2	4	31
PERSONA S	4	4	4	2	5	5	4	1	5	34
PERSONA R	4	3	4	1	4	4	2	2	5	29
PERSONA Q	4	2	4	1	4	5	2	1	5	28
PERSONA P	5	2	5	2	5	4	3	2	4	32
PERSONA O	5	3	5	1	4	4	1	3	3	29
PERSONA N	4	2	5	2	4	3	4	3	3	30
PERSONA M	4	3	4	1	5	4	4	2	4	31
PERSONA L	5	5	5	1	5	5	2	2	5	35
PERSONA K	4	4	4	1	5	5	2	1	5	31
Total	118	96	115	50	107	104	76	46	111	823

Resultado encuesta



ESCALA	Suma de Pregunta01	Suma de Pregunta02	Suma de Pregunta03	Suma de Pregunta04	Suma de Pregunta05	Suma de Pregunta06	Suma de Pregunta07	Suma de Pregunta08	Suma de Pregunta09	Suma de Total	% Total
Totalmente en desacuerdo	0	0	0	10	0	0	1	9	0	1	14,29 %
Totalmente de acuerdo	14	6	11	0	8	8	0	0	11	2	28,57 %
Indiferente	0	6	0	0	5	8	5	3	4	1	14,29 %
En desacuerdo	0	4	0	12	0	0	10	14	0	0	
De acuerdo	12	10	15	4	13	10	10	0	11	3	42,86 %
Total	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	7

Anexo 12. Ficha de observación realizada en centros de acopio de Tulcán.



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI
FACULTAD DE COMERCIO INTERNACIONAL, INTEGRACIÓN, ADMINISTRACIÓN Y ECONOMÍA EMPRESARIAL
CARRERA DE LOGÍSTICA Y TRANSPORTE

FICHA DE OBSERVACIÓN DIRIGIDA A LOS NODOS QUE CUBRE LA PLANTA DE RECICLAJE RECICOM.

OBJETIVO: Obtener información que permita tener una visión más amplia sobre factores importantes relacionados con las características del problema que influyen en el proceso de transporte de los residuos reciclables.

Investigador:	<i>Mario Vinicio Vallejo Méndez</i>											
Empresa:												
Dirección:												
Período:												
Ubicación de los nodos				Manejo de los residuos				Tipo y cantidad de residuos			Residuos hospitalarios	
	Latitud	Longitud		Clasificación	Preparación		Plástico	Cartón	Chatarra	Peso (Kg)	Peso (Kg)	Peso (Kg)
1 Recicentrio	0,82,4018	-77,686730		X	X		2500	1400		1400	1500	
2 Guan	0,82,24635	-77,687859		X	X		3800	2700		2500		
3 Recicladora Norte	0,82,8986	-77,701698		X	X		3330	5600		17500		
4 Rec: plane	0,82,6125	-77,703030		X	X		4300	14000		2000		
5 SIN (Calle 3. Trunc)	0,82,4952	-77,71141		X	X		2200	2200		6000		
6 Rec: cubera Tulcan	0,82,0501	-77,711072		X	X		3400	3000		3500		
7 SIN (Cacha Obolosa)	0,77,8918	-77,741154		X	X		1500	1500		730		
8 Hospital Luis 6 Duval	0,83,0024	-77,707110		X							2500	
9 Centro de Salud N°1	0,81,7021	-77,720230		X							2000	
10												
11												
12												
13												
14												
15												

Route: CAMION1-RUTA1	10,5 km	1 hr 53 min
1 Start at RECICOM		
2 Go northwest on Vía Urbina (Taya) toward Victoriano Jaramillo	620 m	< 1 min
3 Turn right on Victoriano Jaramillo	823 m	1 min
4 Bear right on Expresa Oriental	15 m	< 1 min
5 Turn left on Juan José Flores	579 m	1 min
6 Turn left at Los Mártires to stay on Juan José Flores	106 m	< 1 min
7 Continue on Pichincha	413 m	1 min
8 Turn right on Pedro Vicente Maldonado	958 m	2 min
9 Turn left on Bolivia	72 m	< 1 min
1		
0 Turn right on José Joaquín Olmedo	144 m	< 1 min
1		
1 Turn left on Brasil	83 m	< 1 min
1		
2 Turn right on Antonio José de Sucre	1,2 km	3 min
1		
3 Turn left on Los Cedros	224 m	< 1 min
1		
4 Turn right on 24 de Mayo	63 m	< 1 min
1		
5 Arrive at RECIPLANE, on the right		45 min
Service Time: 45 min		
1		
6 Depart RECIPLANE		
1		
7 Go back southwest on 24 de Mayo	63 m	< 1 min
1		
8 Turn left on Los Cedros	224 m	< 1 min
1		
9 Turn right on Antonio José de Sucre	462 m	1 min
2		
0 Turn left on Argentina	75 m	< 1 min
2		
1 Turn right on José Joaquín Olmedo	718 m	2 min
2		
2 Turn left on Brasil	77 m	< 1 min
2		
3 Turn right on Pedro Vicente Maldonado	999 m	3 min
2		
4 Turn left on 10 de Agosto and immediately turn right on Juan José Flores	480 m	1 min
2		
5 Turn left at Pichincha to stay on Juan José Flores	106 m	< 1 min
2		
6 Turn right at Los Mártires to stay on Juan José Flores	579 m	1 min
2 Turn right on Expresa Oriental and immediately bear left on Victoriano		
7 Jaramillo	838 m	1 min
2		
8 Turn left on Vía Urbina (Taya)	620 m	< 1 min
2		
9 Finish at RECICOM, on the right		45 min
Service Time: 45 min		
Total time: 1 hr 53 min		
Total distance: 10,5 km		

Route: CAMION1-RUTA2	11,3 km	2 hr 40 min
1 Start at RECICOM		
2 Go northwest on Vía Urbina (Taya) toward Victoriano Jaramillo	620 m	< 1 min
3 Turn right on Victoriano Jaramillo	823 m	1 min
4 Bear right on Expresa Oriental	15 m	< 1 min
5 Turn left on Juan José Flores	579 m	1 min
6 Turn left at Los Mártires to stay on Juan José Flores	106 m	< 1 min
7 Continue on Pichincha	413 m	1 min
8 Turn right on Pedro Vicente Maldonado	958 m	2 min
9 Turn left on Bolivia	72 m	< 1 min
1		
0 Turn right on José Joaquín Olmedo	144 m	< 1 min
1		
1 Turn left on Brasil	83 m	< 1 min
1		
2 Turn right on Antonio José de Sucre	1,2 km	3 min
1		
3 Turn left on Los Cedros	224 m	< 1 min
1		
4 Turn right on 24 de Mayo and immediately turn left on 26 de Mayo	134 m	< 1 min
1		
5 Turn right on Los Claveles	161 m	< 1 min
1		
6 Turn left on Los Geranios	71 m	< 1 min
1		
7 Turn right on Los Lirios	82 m	< 1 min
1		
8 Arrive at Recicladora Norte, on the right		45 min
Service Time: 45 min		
1		
9 Depart Recicladora Norte		
2		
0 Go back southwest on Los Lirios	82 m	< 1 min
2		
1 Turn left on Los Geranios	173 m	< 1 min
2		
2 Turn right on 24 de Mayo	148 m	< 1 min
2		
3 Arrive at RECIPLANE., on the left		45 min
Service Time: 45 min		
2		
4 Depart RECIPLANE.		
2		
5 Continue southwest on 24 de Mayo	63 m	< 1 min
2		
6 Turn left on Los Cedros	224 m	< 1 min
2		
7 Turn right on Antonio José de Sucre	462 m	1 min
2		
8 Turn left on Argentina	75 m	< 1 min
2		
9 Turn right on José Joaquín Olmedo	718 m	2 min
3		
0 Turn left on Brasil	77 m	< 1 min
3		
1 Turn right on Pedro Vicente Maldonado	999 m	3 min
3		
2 Turn left on 10 de Agosto and immediately turn right on Juan José Flores	480 m	1 min

	11,3 km	2 hr 40 min
Route: CAMION1-RUTA2		
3		
3 Turn left at Pichincha to stay on Juan José Flores	106 m	< 1 min
3		
4 Turn right at Los Mártires to stay on Juan José Flores	579 m	1 min
3 Turn right on Expresa Oriental and immediately bear left on Victoriano		
5 Jaramillo	838 m	1 min
3		
6 Turn left on Vía Urbina (Taya)	620 m	< 1 min
3		
7 Finish at RECICOM, on the right		45 min
Service Time: 45 min		
Total time: 2 hr 40 min		
Total distance: 11,3 km		

	11,3 km	1 hr 55 min
Route: CAMION1-RUTA3		
1 Start at RECICOM		
2 Go northwest on Vía Urbina (Taya) toward Victoriano Jaramillo	620 m	< 1 min
3 Turn right on Victoriano Jaramillo	823 m	1 min
4 Bear right on Expresa Oriental	15 m	< 1 min
5 Turn left on Juan José Flores	579 m	1 min
6 Turn left at Los Mártires to stay on Juan José Flores	106 m	< 1 min
7 Continue on Pichincha	413 m	1 min
8 Turn right on Pedro Vicente Maldonado	958 m	2 min
9 Turn left on Bolivia	72 m	< 1 min
1		
0 Turn right on José Joaquín Olmedo	144 m	< 1 min
1		
1 Turn left on Brasil	83 m	< 1 min
1		
2 Turn right on Antonio José de Sucre	1,2 km	3 min
1		
3 Turn left on Los Cedros	224 m	< 1 min
1		
4 Turn right on 24 de Mayo and immediately turn left on 26 de Mayo	134 m	< 1 min
1		
5 Turn right on Los Claveles	161 m	< 1 min
1		
6 Turn left on Los Geranios	71 m	< 1 min
1		
7 Turn right on Los Lirios	82 m	< 1 min
1		
8 Arrive at Recicladora Norte., on the right		45 min
Service Time: 45 min		
1		
9 Depart Recicladora Norte.		
2		
0 Go back southwest on Los Lirios	82 m	< 1 min
2		
1 Turn left on Los Geranios	71 m	< 1 min
2		
2 Turn right on Los Claveles	161 m	< 1 min
2		
3 Turn left on 26 de Mayo	92 m	< 1 min
2		
4 Turn right on 24 de Mayo and immediately turn left on Los Cedros	266 m	< 1 min

Route: CAMION1-RUTA3	11,3 km	1 hr 55 min
2		
5 Turn right on Antonio José de Sucre	462 m	1 min
2		
6 Turn left on Argentina	75 m	< 1 min
2		
7 Turn right on José Joaquín Olmedo	718 m	2 min
2		
8 Turn left on Brasil	77 m	< 1 min
2		
9 Turn right on Pedro Vicente Maldonado	999 m	3 min
3		
0 Turn left on 10 de Agosto and immediately turn right on Juan José Flores	480 m	1 min
3		
1 Turn left at Pichincha to stay on Juan José Flores	106 m	< 1 min
3		
2 Turn right at Los Mártires to stay on Juan José Flores	579 m	1 min
3 Turn right on Expresa Oriental and immediately bear left on Victoriano Jaramillo	838 m	1 min
3		
4 Turn left on Vía Urbina (Taya)	620 m	< 1 min
3		
5 Finish at RECICOM, on the right		45 min
Service Time: 45 min		
Total time: 1 hr 55 min		
Total distance: 11,3 km		

Route: CAMION1-RUTA4	15,0 km	2 hr 44 min
1 Start at RECICOM		
2 Go northwest on Vía Urbina (Taya) toward Victoriano Jaramillo	620 m	< 1 min
3 Turn right on Victoriano Jaramillo	823 m	1 min
4 Bear right on Expresa Oriental	15 m	< 1 min
5 Turn left on Juan José Flores	579 m	1 min
6 Turn left at Los Mártires to stay on Juan José Flores	106 m	< 1 min
7 Continue on Pichincha	413 m	1 min
8 Turn right on Pedro Vicente Maldonado	958 m	2 min
9 Turn left on Bolivia	72 m	< 1 min
10 Turn right on José Joaquín Olmedo	144 m	< 1 min
11 Turn left on Brasil	83 m	< 1 min
12 Turn right on Antonio José de Sucre	1,2 km	3 min
13 Turn left on Los Cedros	224 m	< 1 min
14 Turn right on 24 de Mayo and immediately turn left on 26 de Mayo	134 m	< 1 min
15 Turn right on Los Claveles	161 m	< 1 min
16 Turn left on Los Geranios	71 m	< 1 min
17 Turn right on Los Lirios	82 m	< 1 min
18 Arrive at Recicladora Norte..., on the right		45 min
Service Time: 45 min		
19 Depart Recicladora Norte..		
20 Continue northeast on Los Lirios	13 m	< 1 min
21 Turn right on Los Tulipanes	175 m	< 1 min
22 Turn left on 24 de Mayo	1,5 km	4 min
23 Turn left on S/N	32 m	< 1 min

Route: CAMION1-RUTA4	15,0 km	2 hr 44 min
24 Arrive at EVAN., on the left		45 min
Service Time: 45 min		
25 Depart EVAN.		
26 Go back southwest on S/N	32 m	< 1 min
27 Turn left on 24 de Mayo	928 m	2 min
28 Turn right on Expresa Oriental	5,2 km	7 min
29 Bear left on Victoriano Jaramillo	823 m	1 min
30 Turn left on Vía Urbina (Taya)	620 m	< 1 min
31 Finish at RECICOM, on the right		45 min
Service Time: 45 min		
<hr/>		
Total time: 2 hr 44 min		
Total distance: 15,0 km		

Route: CAMION1-RUTA5	15,5 km	2 hr 40 min
1 Start at RECICOM		
2 Go northwest on Vía Urbina (Taya) toward Victoriano Jaramillo	620 m	< 1 min
3 Turn right on Victoriano Jaramillo	823 m	1 min
4 Bear right on Expresa Oriental	5,2 km	7 min
5 Turn left on 24 de Mayo	928 m	2 min
6 Turn right on S/N	32 m	< 1 min
7 Arrive at EVAN, on the left		45 min
Service Time: 45 min		
8 Depart EVAN		
9 Go back southwest on S/N	32 m	< 1 min
10 Turn left on 24 de Mayo	163 m	< 1 min
11 Turn right on S/N	150 m	< 1 min
12 Arrive at RECICENTRO, on the right		45 min
Service Time: 45 min		
13 Depart RECICENTRO		
14 Go back northwest on S/N	150 m	< 1 min
15 Turn right on 24 de Mayo	765 m	2 min
16 Turn right on Expresa Oriental	5,2 km	7 min
17 Bear left on Victoriano Jaramillo	823 m	1 min
18 Turn left on Vía Urbina (Taya)	620 m	< 1 min
19 Finish at RECICOM, on the right		45 min
Service Time: 45 min		
<hr/>		
Total time: 2 hr 40 min		
Total distance: 15,5 km		

Anexo 14. Guía de rutas - Zona centro.

Route: CAMION2-RUTA1	50 km	4 hr 24 min
1 Start at RECICOM		
2 Go northwest on Vía Urbina (Taya) toward Victoriano Jaramillo	620 m	< 1 min
3 Turn right on Victoriano Jaramillo	823 m	1 min
	1,7	
4 Make sharp left on Expresa Oriental	km	2 min
5 Turn right on Andrés Bello	389 m	< 1 min
6 Turn left on Inglaterra	197 m	< 1 min
7 Turn right at Alfonso Herrera to stay on Inglaterra	228 m	< 1 min
8 Turn right on Camilo Ponce	264 m	< 1 min
9 Continue on Juan Pablo II	81 m	< 1 min
1		
0 Turn left on Teresa de Jesús	23 m	< 1 min
1		
1 Arrive at Tulcán, on the right		45 min
Service Time: 45 min		
1 Depart Tulcán		
2 Continue west on Teresa de Jesús	99 m	< 1 min
3 Turn right on Pablo Muñoz and immediately turn left on Narcisa de Jesús	145 m	< 1 min
4 Turn right on Jesús del Gran Poder and immediately turn left on Seminario	109 m	< 1 min
5 Turn right on Lorenzo de Garaicoa	116 m	< 1 min
	1,5	
6 Turn right on Julio Robles Castillo	km	2 min
7 Make U-turn at Quilindaña and go back on Julio Robles Castillo	76 m	< 1 min
8 Turn right on Sincholagua	66 m	< 1 min
9 Turn right on Altar	81 m	< 1 min
1		
0 Turn left on QUILINDANA	863 m	2 min
1	1,1	
1 Turn left on S/N	km	2 min
1		
2 Turn right to stay on S/N	251 m	< 1 min
1	7,2	
3 Make sharp left on Velasco Ibarra	km	11 min
1	7,6	
4 Continue on E182	km	12 min
1		
5 Turn left on Quito	92 m	< 1 min
1		
6 Turn right on 19 de Noviembre	94 m	< 1 min
1		
7 Turn right on Bolívar	18 m	< 1 min
1		
8 Arrive at Tufiño, on the right		45 min
Service Time: 45 min		
1 Depart Tufiño		
2 Continue north on Bolívar	70 m	< 1 min
	7,6	
3 Turn right on E182	km	12 min
	6,4	
4 Continue on Velasco Ibarra	km	9 min
	2,2	
5 Turn left on S/N	km	4 min
6 Make sharp right to stay on S/N	386 m	< 1 min

Route: CAMION2-RUTA1	50 km	4 hr 24 min
7 Turn left to stay on S/N	1,1 km	2 min
8 Make sharp left on El Tablón	728 m	1 min
9 Turn left on Desvío	556 m	1 min
1		
0 Turn right on Vía María Magdalena	835 m	1 min
1		
1 Make sharp right on Amado Nervo	51 m	< 1 min
1		
2 Turn left on Julio Flores	101 m	< 1 min
1		
3 Turn right on Salvador Allende	93 m	< 1 min
1		
4 Turn left on Manuel Acuña	74 m	< 1 min
1		
5 Turn right on Rubén Darío	223 m	< 1 min
1		
6 Turn left on Miguel de Cervantes	199 m	< 1 min
1		
7 Turn right on Adolfo Becker	113 m	< 1 min
1		
8 Turn right on San Francisco	76 m	< 1 min
1		
9 Arrive at S/N (cdla San Francisco), on the right		45 min
Service Time: 45 min		
1 Depart S/N (cdla San Francisco)		
	1,0 km	
2 Continue south on San Francisco	km	3 min
3 Turn left on Brasil	670 m	2 min
4 Turn right on Pedro Vicente Maldonado	999 m	3 min
5 Turn left on 10 de Agosto and immediately turn right on Juan José Flores	480 m	1 min
6 Turn left at Pichincha to stay on Juan José Flores	106 m	< 1 min
7 Turn right at Los Mártires to stay on Juan José Flores	579 m	1 min
Turn right on Expresa Oriental and immediately bear left on Victoriano Jaramillo		
8 Jaramillo	838 m	1 min
9 Turn left on Vía Urbina (Taya)	620 m	< 1 min
1		
0 Finish at RECICOM, on the right		45 min
Service Time: 45 min		
Total time: 4 hr 24 min		
Total distance: 50 km		

Route: CAMION2-RUTA2	11,4 km	2 hr 40 min
1 Start at RECICOM		
2 Go northwest on Vía Urbina (Taya) toward Victoriano Jaramillo	620 m	< 1 min
3 Turn right on Victoriano Jaramillo	823 m	1 min
4 Bear right on Expresa Oriental	15 m	< 1 min
5 Turn left on Juan José Flores	579 m	1 min
6 Turn left at Los Mártires to stay on Juan José Flores	106 m	< 1 min
7 Continue on Pichincha	413 m	1 min
8 Turn right on Pedro Vicente Maldonado	958 m	2 min
9 Turn left on Bolivia	388 m	< 1 min

	11,4 km	2 hr 40 min
Route: CAMION2-RUTA2		
1		
0 Turn right on Manabí	133 m	< 1 min
1		
1 Turn left on Brasil	68 m	< 1 min
1		
2 Turn right on Cuenca	312 m	< 1 min
1		
3 Turn left on Zamora Chinchipe	75 m	< 1 min
1		
4 Bear right on Honorato Vásquez	225 m	< 1 min
1		
5 Bear right on Argentina	126 m	< 1 min
1		
6 Turn right on Juan León Mera	96 m	< 1 min
1		
7 Turn left on Rafael García Goyena	104 m	< 1 min
1		
8 Arrive at Recicladora Tulcán, on the left		45 min
Service Time: 45 min		
1 Depart Recicladora Tulcán		
2 Go back east on Rafael García Goyena	29 m	< 1 min
3 Turn right on Benito Pérez	86 m	< 1 min
4 Turn right on Argentina	195 m	< 1 min
5 Turn right on San Francisco	658 m	2 min
6 Make U-turn at Adolfo Becker and go back on San Francisco	88 m	< 1 min
7 Arrive at S/N (cdla San Francisco), on the right		45 min
Service Time: 45 min		
1 Depart S/N (cdla San Francisco).		
2 Continue south on San Francisco	1,0 km	3 min
3 Turn left on Brasil	670 m	2 min
4 Turn right on Pedro Vicente Maldonado	999 m	3 min
5 Turn left on 10 de Agosto and immediately turn right on Juan José Flores	480 m	1 min
6 Turn left at Pichincha to stay on Juan José Flores	106 m	< 1 min
7 Turn right at Los Mártires to stay on Juan José Flores	579 m	1 min
Turn right on Expresa Oriental and immediately bear left on Victoriano		
8 Jaramillo	838 m	1 min
9 Turn left on Vía Urbina (Taya)	620 m	< 1 min
1		
0 Finish at RECICOM, on the right		45 min
Service Time: 45 min		
Total time: 2 hr 40 min		
Total distance: 11,4 km		

	9,9 km	1 hr 52 min
Route: CAMION2-RUTA3		
1 Start at RECICOM		
2 Go northwest on Vía Urbina (Taya) toward Victoriano Jaramillo	620 m	< 1 min
3 Turn right on Victoriano Jaramillo	823 m	1 min
4 Bear right on Expresa Oriental	15 m	< 1 min
5 Turn left on Juan José Flores	579 m	1 min
6 Turn left at Los Mártires to stay on Juan José Flores	106 m	< 1 min
7 Continue on Pichincha	413 m	1 min

Route: CAMION2-RUTA3	9,9 km	1 hr 52 min
8 Turn right on Pedro Vicente Maldonado	958 m	2 min
9 Turn left on Bolivia	388 m	< 1 min
1		
0 Turn right on Manabí	133 m	< 1 min
1		
1 Turn left on Brasil	68 m	< 1 min
1		
2 Turn right on Cuenca	312 m	< 1 min
1		
3 Turn left on Zamora Chinchipe	75 m	< 1 min
1		
4 Bear right on Honorato Vásquez	225 m	< 1 min
1		
5 Bear right on Argentina	126 m	< 1 min
1		
6 Turn right on Juan León Mera	96 m	< 1 min
1		
7 Turn left on Rafael García Goyena	104 m	< 1 min
1		
8 Arrive at Recicladora Tulcán., on the left		45 min
Service Time: 45 min		
1 Depart Recicladora Tulcán.		
2 Go back east on Rafael García Goyena	29 m	< 1 min
3 Turn right on Benito Pérez	86 m	< 1 min
4 Turn left on Argentina and immediately turn right on Cotopaxi	550 m	1 min
5 Make sharp right on Brasil	26 m	< 1 min
6 Make U-turn at Cotopaxi and go back on Brasil	552 m	1 min
7 Turn right on Pedro Vicente Maldonado	999 m	3 min
8 Turn left on 10 de Agosto and immediately turn right on Juan José Flores	480 m	1 min
9 Turn left at Pichincha to stay on Juan José Flores	106 m	< 1 min
1		
0 Turn right at Los Mártires to stay on Juan José Flores	579 m	1 min
1 Turn right on Expresa Oriental and immediately bear left on Victoriano		
1 Jaramillo	838 m	1 min
1		
2 Turn left on Vía Urbina (Taya)	620 m	< 1 min
1		
3 Finish at RECICOM, on the right		45 min
Service Time: 45 min		
Total time: 1 hr 52 min		
Total distance: 9,9 km		

Anexo 15. Guía de rutas - Zona sur.

Route: Camión1-R1-Optimizada	87 km	2 hr 27 min
1 Start at RECICOM		
2 Go southeast on Vía Urbina (Taya) toward S/N	1,0 km	1 min
3 Continue on Vía El Carrizal	4,9 km	7 min
4 Turn left on S/N	1,8 km	3 min
5 Turn left on Vía La Estrellita	3,8 km	5 min
6 Turn right on S/N	1,8 km	3 min
7 Turn left on Expresa oriental	5,2 km	10 min
8 Turn right on El Oro	32 m	< 1 min
9 Bear left on S/N	1,9 km	3 min
10 Turn right on Los Maizales	212 m	< 1 min
11 Bear right on S/N	4,8 km	8 min
12 Turn left on San Valentin and immediately turn right on Rubén Fuertes	122 m	< 1 min
13 Turn right on 21 de Marzo	85 m	< 1 min
14 Arrive at Santa Martha de Cuba, on the left		
15 Depart Santa Martha de Cuba		
16 Continue west on 21 de Marzo	134 m	< 1 min
17 Turn left on Calle D	299 m	< 1 min
18 Turn right on Calero	102 m	< 1 min
19 Turn left on Vía Santa Martha	3,0 km	4 min
20 Turn right on Expresa oriental	5,2 km	7 min
21 Bear right on Espejo	768 m	2 min
22 Make sharp left on S/N and immediately make sharp right on Espejo	277 m	< 1 min
23 Turn right on García Moreno	83 m	< 1 min
24 Turn left on S/N	244 m	< 1 min
25 Turn right to stay on S/N	105 m	< 1 min
26 Arrive at Cristóbal Colón, on the left		
27 Depart Cristóbal Colón		
28 Go back southeast on S/N	105 m	< 1 min
29 Make sharp right to stay on S/N	308 m	< 1 min
30 Bear right on Expresa oriental	44 m	< 1 min
31 Continue on Nicanor Gavilanes	1,5 km	4 min
32 Bear right on Santa Rosa	13 m	< 1 min
33 Bear left on Colón	526 m	1 min
34 Turn right on 27 de Septiembre	83 m	< 1 min
35 Turn left on Sucre	202 m	< 1 min
36 Turn right on Bolívar	384 m	< 1 min
37 Turn left on Manuel el María Carrera	26 m	< 1 min
38 Arrive at San Gabriel, on the left		
39 Depart San Gabriel		
40 Go back northeast on Manuel el María Carrera	136 m	< 1 min
41 Turn right on Los Andes	326 m	< 1 min
42 Turn left on Calderón	106 m	< 1 min
43 Turn right on 27 de Septiembre	168 m	< 1 min
44 Turn left on Colón	526 m	1 min
45 Bear right on Santa Rosa	13 m	< 1 min
46 Bear left on Nicanor Gavilanes	1,5 km	4 min

Route: Camión1-R1-Optimizada	87 km	2 hr 27 min
47 Continue on Expresa oriental	4,4 km	6 min
48 Turn right on S/N	1,7 km	2 min
49 Continue on Ruta Fernández Salvador	1,5 km	2 min
50 Turn left on S/N	714 m	2 min
51 Turn right on Calle C	73 m	< 1 min
52 Turn right on Calle A	80 m	< 1 min
53 Arrive at Fernández Salvador, on the left		
54 Depart Fernández Salvador		
55 Continue southwest on Calle A	3 m	< 1 min
56 Turn left on Calle D and immediately turn left on Calle 3	120 m	< 1 min
57 Turn right on Calle C and immediately turn left on Calle 2	122 m	< 1 min
58 Turn right on Calle D	350 m	< 1 min
59 Bear right on Vía a la Mariscal	490 m	< 1 min
60 Turn left at S/N to stay on Vía a la Mariscal	1,3 km	2 min
61 Turn right on Ecuador	97 m	< 1 min
62 Turn left on 17 de Octubre	217 m	< 1 min
63 Arrive at Mariscal Sucre, on the right		
64 Depart Mariscal Sucre		
65 Continue southeast on 17 de Octubre	97 m	< 1 min
66 Turn left on Ignacio Fernández Salvador	104 m	< 1 min
67 Turn right on 4 de Julio and immediately turn left on Atahualpa	284 m	< 1 min
68 Turn right on Alfredo Osejos	196 m	< 1 min
69 Turn right on S/N	66 m	< 1 min
70 Turn right to stay on S/N	4,4 km	6 min
71 Turn left on 9 de Octubre	823 m	2 min
72 Turn right on García Moreno	979 m	2 min
73 Turn left on Ismael Huera and immediately turn right on 8 de Diciembre	317 m	< 1 min
74 Turn left on Juan Montalvo	7 m	< 1 min
75 Arrive at San Pedro de Huaca, on the left		
76 Depart San Pedro de Huaca		
77 Go back east on Juan Montalvo	7 m	< 1 min
78 Turn left on 8 de Diciembre	1,3 km	3 min
79 Turn left on Timburay	68 m	< 1 min
80 Turn right on Expresa oriental	894 m	2 min
81 Turn right on Juan Montalvo	1,3 km	3 min
82 Turn left on S/N	47 m	< 1 min
83 Continue on Juan Montalvo	155 m	< 1 min
84 Arrive at Julio Andrade, on the right		
85 Depart Julio Andrade		
86 Continue northwest on Juan Montalvo	37 m	< 1 min
87 Turn left on Calle A and immediately turn right on Expresa oriental	4,3 km	8 min
88 Turn right on S/N	1,8 km	3 min
89 Turn left on Vía La Estrellita	3,8 km	5 min
90 Turn right on S/N	3,7 km	5 min
91 Make sharp left to stay on S/N	357 m	< 1 min
92 Make sharp right on Expresa oriental	3,1 km	5 min
93 Arrive at S/N(Sector Obelisco), on the right		

Route: Camión1-R1-Optimizada	87 km	2 hr 27 min
94 Depart S/N(Sector Obelisco)		
95 Continue northeast on Expresa Oriental	4,0 km	6 min
96 Make sharp right on Victoriano Jaramillo	823 m	1 min
97 Turn left on Vía Urbina (Taya)	628 m	< 1 min
98 Finish at RECICOM, on the right		
Total time: 2 hr 27 min		
Total distance: 87 km		

Anexo 16. Guía de rutas - Residuos hospitalarios.

Route: CAMION2-R1	12,0 km	2 hr 51 min
1 Start at RECICOM		
2 Go northwest on Vía Urbina (Taya) toward Victoriano Jaramillo	620 m	< 1 min
3 Turn right on Victoriano Jaramillo	823 m	1 min
4 Bear right on Expresa Oriental	15 m	< 1 min
5 Turn left on Juan José Flores	579 m	1 min
6 Turn left at Los Mártires to stay on Juan José Flores	106 m	< 1 min
7 Continue on Pichincha	413 m	1 min
8 Turn right on Pedro Vicente Maldonado	92 m	< 1 min
9 Turn left on 10 de Agosto	551 m	1 min
1		
0 Turn right on Gran Colombia	370 m	< 1 min
1 Make sharp right on Cotopaxi and immediately make sharp left on Gran Colombia	300 m	< 1 min
1		
2 Turn right on Julio Robles Castillo	1,2 km	2 min
1		
3 Continue on Argentina	9 m	< 1 min
1		
4 Turn left on San Francisco	658 m	2 min
1		
5 Turn right on Adolfo Becker	109 m	< 1 min
1		
6 Arrive at Hospital General Luis G. Dávila, on the left		50 min
Time Window: 1/7/2024 8:00 - 1/7/2024 17:00		
Service Time: 50 min		
1		
7 Depart Hospital General Luis G. Dávila		
1		
8 Go back west on Adolfo Becker	121 m	< 1 min
1		
9 Turn left on San Francisco	653 m	2 min
2		
0 Make sharp right on Julio Robles Castillo	1,2 km	2 min
2		
1 Turn left on Gran Colombia	388 m	< 1 min
2		
2 Turn right on Esmeraldas	128 m	< 1 min
2		
3 Turn right on 10 de Agosto	90 m	< 1 min
2		
4 Turn left on Loja	93 m	< 1 min
2		
5 Arrive at Centro de Salud Nro.1, on the right		50 min
Time Window: 1/7/2024 8:00 - 1/7/2024 17:00		
Service Time: 50 min		
2		
6 Depart Centro de Salud Nro.1		
2		
7 Continue west on Loja	43 m	< 1 min
2		
8 Turn left on Pichincha	1,3 km	3 min
2		
9 Continue on Juan José Flores	106 m	< 1 min
3		
0 Turn right at Los Mártires to stay on Juan José Flores	579 m	1 min

	12,0 km	2 hr 51 min
Route: CAMION2-R1		
3 Turn right on Expresa Oriental and immediately bear left on Victoriano		
1 Jaramillo	838 m	1 min
3		
2 Turn left on Vía Urbina (Taya)	620 m	< 1 min
3		
3 Finish at RECICOM, on the right		45 min
Time Window: 1/7/2024 8:00 - 1/7/2024 17:00		
Service Time: 45 min		
Total time: 2 hr 51 min		
Total distance: 12,0 km		