

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI



FACULTAD DE COMERCIO INTERNACIONAL, INTEGRACIÓN, ADMINISTRACIÓN Y ECONOMÍA EMPRESARIAL

CARRERA DE LOGÍSTICA Y TRANSPORTE

Tema: “Análisis de redes en el diseño de rutas de recolección de desechos sólidos urbanos de la parroquia de Tabacundo ”

Trabajo de titulación previa la obtención del
título de Ingeniera en Logística y Transporte

AUTORA: Díaz Chorlango Karla Ximena

TUTOR: Pozo Burgos Eduardo Javier

Tulcán, 2022

CERTIFICADO JURADO EXAMINADOR

Certifico que la estudiante Díaz Chorlango Karla Ximena con el número de cédula 1724846637 ha elaborado el trabajo de titulación: “Análisis de redes en el diseño de rutas de recolección de desechos sólidos urbanos de la parroquia de Tabacundo ”

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

f.....

Pozo Burgos Eduardo Javier MSc.

TUTOR

Tulcán, febrero de 2022

AUTORÍA DE TRABAJO

El presente trabajo de titulación constituye requisito previo para la obtención del título de Ingeniera en la Carrera de logística y transporte de la Facultad de Comercio Internacional, Integración, Administración y Economía Empresarial

Yo, Díaz Chorlango Karla Ximena con cédula de identidad número 1724346637 declaro: que la investigación es absolutamente original, auténtica, personal y los resultados y conclusiones a los que he llegado son de mi absoluta responsabilidad.

f.....

Díaz Chorlango Karla Ximena

AUTORA

Tulcán, febrero de 2022

ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Díaz Chorlango Karla Ximena declaro ser autora de los criterios emitidos en el trabajo de investigación: “Análisis de redes en el diseño de rutas de recolección de desechos sólidos urbanos de la parroquia de Tabacundo” y eximo expresamente a la Universidad Politécnica Estatal del Carchi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

f.....

Díaz Chorlango Karla Ximena

AUTORA

Tulcán, febrero de 2022

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Politécnica Estatal del Carchi, Facultad de Comercio Internacional, Integración, Administración y Economía Empresarial, Carrera de Logística y Transporte. Al MSc. Javier Pozo tutor del proyecto de investigación, quien ha sido gran guía durante el proceso de elaboración de este proyecto.

Al Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Pedro Moncayo GADCP, por abrir sus puertas y a sus departamentos que colaboraron para el desarrollo de la investigación con la información necesaria.

De igual forma agradezco a mis amigos por compartir sus consejos dentro y fuera de las aulas, por apoyarme y acompañarme en las adversidades, también por hacer que mi estancia en la ciudad sea una de las experiencias más amenas, siempre gracias.

Karla Ximena Díaz Chorlango

DEDICATORIA

Este gran logro lo dedico con todo mi corazón a la virgen de Natividad, a mi abuelita, a mis padres y hermanos por el apoyo y motivación.

A la virgencita de Natividad por cuidar siempre mi camino, a mi abuelita Margarita que me ha brindado sus buenos deseos, además he recibido sus buenos consejos en los momentos difíciles, a mis padres por su apoyo incondicional, esfuerzo y sacrificio, ya que pusieron toda su confianza en mí para lograr con éxito mi carrera.

Posteriormente dedico este logro a mis amigos y familiares más cercanos, debido a que han estado presentes con su apoyo incondicional tanto en buenos y malos momentos brindándome consejos para cumplir con triunfo mis objetivos.

Karla Ximena Díaz Chorlango

ÍNDICE

I. PROBLEMA	14
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	14
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	15
1.3. JUSTIFICACIÓN	15
1.4. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN	17
1.4.1. Objetivo General.....	17
1.4.2. Objetivos Específicos	17
1.4.3. Preguntas de Investigación	17
II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	18
2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS	18
2.2. MARCO TEÓRICO	19
2.2.1. Definiciones de rutas y características.....	19
2.2.2. Residuos sólidos. Definiciones.....	29
2.2.3. Técnicas para el análisis de información.....	30
III. METODOLOGÍA.....	31
3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO	31
3.1.1 Enfoque Cuantitativo	31
3.1.2. Tipo de Investigación	31
3.2. IDEA A DEFENDER.....	33
3.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	34
3.4. MÉTODOS UTILIZADOS	36
3.4.1 Método de observación directa.....	36
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	39
4.1. RESULTADOS	39
4.2. DISCUSIÓN	82

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	85
5.1. CONCLUSIONES	85
5.2. RECOMENDACIONES.....	86
IV. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	87
V. ANEXOS	91

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Ciclo PHVA	30
Figura 2: Mapa de Ubicación Tabacundo Urbano.....	40
Figura 3: Ruta Establecida del Recolector Amarillo	41
Figura 4: Ruta Establecida del Recolector Blanco	42
Figura 5: Flujograma de Investigación	44
Figura 6: Esquema de Metodología Aplicada	45
Figura 7: Tabla de atributos, información de vías no actualizadas	49
Figura 8: Tabla de atributos depurada, información de vías actualizada	51
Figura 9: Tabla de atributos de Viviendas, información no depurada.....	53
Figura 10: Tabla de atributos Puntos Vivienda. Información depurada.....	54
Figura 11: Vías del Caso Urbano de Tabacundo	59
Figura 12: Sentido Vías en Tabacundo.....	60
Figura 13: Catastro de la Ciudad de Tabacundo	62
Figura 14: Catastro de los Lugares habitados de Ciudad de Tabacundo.....	63
Figura 15: Catastro de las Viviendas de Ciudad de Tabacundo.....	64
Figura 16: Viviendas y vías de Tabacundo.	65
Figura 17: Puntos de recolección y vías de Tabacundo	66
Figura 18: Cobertura en las zonas de Tabacundo.....	67
Figura 19: Nueva Ruta de Recolección Zona Sur	69
Figura 20: Simulación VRP. Ruta Sur.	70
Figura 21: Nueva Ruta de Recolección Zona Norte.....	71
Figura 22: Simulación VRP. Ruta Sur	72
Figura 23: Ruta Actual Recolector Amarillo.....	73

Figura 24: Ruta Actual Recolector Blanco.....	75
Figura 25: Vehículo recolector Amarillo	79
Figura 26: Vehículo Recolector Blanco	80

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA1: Variable Independiente	34
TABLA 2: Variable Dependiente.....	35
TABLA 3: Horario de Recolección.....	43
TABLA 4: Horario de Parroquias rurales	43
TABLA 5: Flota Vehicular.....	43
TABLA 6: Documentos Proporcionados por la Municipalidad.....	48
TABLA 7: Regla de Líneas	50
TABLA 8: Sentido Vial.....	52
TABLA 9: Complemento de la Información.....	52
TABLA 10: Depuración	55
TABLA 11: Ruta Sur.....	70
TABLA 12: Ruta Norte	72
TABLA 13: Datos recolector amarillo	74
TABLA 14:Recolector amarillo distancia y tiempo.....	74
TABLA 15: Datos recolector blanco.....	75
TABLA 16: Recolector blanco distancia y tiempo	76
TABLA 17: Ruta simulada y real recolector amarillo	76
TABLA 18: Rutas agrupadas recolector amarillo	77
TABLA 19: Ruta simulada y real recolector blanco	77
TABLA 20: Rutas agrupadas recolector blanco.....	78
TABLA 21: Descripción de recolector amarillo	79
TABLA 22: Descripción de recolector blanco	80
TABLA 23: Costos de llantas para la flota.....	81
TABLA 24: Costo de mantenimiento neumáticos	81
TABLA 25: Costo mantenimiento del vehículo.....	82
TABLA 26: Costo de mantenimiento por km	82

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Formato de instrumentos de recolección para personal de Municipio	91
Anexo 2: Formato de instrumentos de recolección para choferes de los recolectores	93
Anexo 3: Entrevista aplicada al personal del municipio	94
Anexo 4:Entrevista aplicada a los choferes de los recolectores	98
Anexo 5: Formato de fichas de observación	100
Anexo 6:Fichas de observación aplicadas	102
Anexo 7: Fotografías	105
Anexo 8:Registro de entrada y salida del relleno sanitario.	107
Anexo 9: Evaluación del Abstract.	108
Anexo 10: Informe sobre el Abstract de Artículo Científico o Investigación.....	109
Anexo 11:Acta de sustentación de predefensa	110

RESUMEN

El cantón Pedro Moncayo enfrenta problemas en el servicio de recolección de los residuos sólidos, debido a que las rutas de recolección no tienen un estudio técnico adecuado, siendo que las rutas actuales son recorridas de una manera intuitiva, ocasionando un incremento en los tiempos y costos de operación. El presente trabajo de investigación apunta a mejorar el proceso de recolección con la modalidad puerta a puerta a través de los vehículos recolectores, para lo cual se procedió a utilizar la herramienta de Sistemas de Información Geográfico (SIG), mismo que permitió recolectar la información para organizarla, analizarla y compartirla, con la finalidad de optimizar y mejorar las operaciones en el servicio de recolección de residuos sólidos. Además, con la recolección de información mediante documentación y observación directa se pudo identificar la operación de los vehículos recolectores, también se pudo apreciar que los vehículos pasan por la misma calle hasta dos veces gastando combustible, aplicando la herramienta de *Network Analyst* con la extensión de *Vehicle Routing Problem* (VRP) permitió modelar las redes de transporte, en la simulación se procedió a determinar los respectivos bloqueos y restricciones de circulación, la misma permitió diseñar rutas de recolección en base a parámetros del tipo de vías, capacidad del carro recolector y horario de trabajo. Con esta propuesta se puede concluir que se optimizaron tiempos y distancias para la recolección, con esto también se ha podido demostrar que el *software* presenta una ventaja significativa, ya que con la distribución de rutas y zonas se obtuvo un ahorro de recursos para el área de estudio.

Palabras Claves:

Sistemas de información geográfica, problemas de enrutamiento vehicular, rutas de recolección, vehículos recolectores, residuos sólidos.

ABSTRACT

The canton of Pedro Moncayo faces problems in the solid waste collection service because the collection routes do not have an adequate technical study, and the current routes are traveled in an intuitive way, causing an increase in operating times and costs. This research work aims to improve the collection process with the door-to-door modality through the collection vehicles, for which we proceeded to use the Geographic Information Systems (GIS) tool, which allowed us to collect information to organize, analyze and share it, to optimize and improve operations in the solid waste collection service. In addition, with the collection of information through documentation and direct observation it was possible to identify the operation of the collection vehicles, it was also possible to appreciate that the vehicles pass through the same street up to two times wasting fuel, applying the Network Analyst tool with the extension of Vehicle Routing Problem (VRP) allowed modeling the transportation networks, in the simulation it was proceeded to determine the respective blockages and restrictions of circulation, the same allowed designing collection routes based on parameters of the type of roads, capacity of the collection car and working hours. With this proposal, it can be concluded that collection times and distances were optimized. It has also been possible to demonstrate that the software has a significant advantage, since the distribution of routes and zones resulted in savings of resources for the study area.

Key words:

Geographic information systems, vehicle routing problem, collection routes, collection vehicles, solid waste.

INTRODUCCIÓN

La contaminación ambiental ocasiona problemas de insalubridad, esto se puede visualizar en las grandes ciudades debido al crecimiento acelerado de la población, en la parroquia de Tabacundo, mediante un buen diseño en las rutas de recolección para los desechos sólidos aplicando análisis de redes aporta con el cuidado del medio ambiente y con ello también reduciendo el índice de enfermedades mismas que son causadas por la insalubridad de distintos espacios.

En los últimos años la generación de residuos sólidos ha incrementado haciendo que el servicio de recolección sea ineficiente, actualmente se ha convertido en un aspecto crítico por los altos costos que tiene el transporte y la mano de obra para efectuar la actividades de recolección de desechos sólidos.

En el presente trabajo de investigación cuyo tema es el análisis de redes en el diseño de rutas de recolección de desechos sólidos urbanos de la parroquia de Tabacundo, se obtuvo información relevante que ayudo a conocer el estado actual del servicio, además con esto se pudo proponer nuevas rutas, mismas que fueron realizadas mediante zonificación en dos zonas, conformadas por la zona norte y la zona sur, estas fueron establecidas con la herramienta informática SIG y una de sus herramientas de análisis de redes.

Además, es considerable mencionar que unos de los principales problemas que se identifico es que actualmente las rutas de recolección no han pasado por un proceso de optimización, esto también se debe a la no utilización de técnicas para un correcto diseño de rutas de recolección. Por otro lado, para cumplir con el servicio de recolección los carros recolectores tiene que recorrer largas distancias, por lo que si estas no son eficientes el vehículo recolector tendrá que aumentar su tiempo de trabajo ya que pasará varias veces por el mismo lugar o zonas innecesarias, esto es un factor que no contribuye a cumplir con las expectativas para brindar un correcto servicio de recolección.

En la simulación se obtuvo resultados para hacer una comparación de las rutas actuales con las rutas propuestas, donde se pudo deducir que existe factibilidad ya que reduce el tiempo y longitud de recogida esto indica que con la propuesta si hay optimización y en efecto a ello las personas tendrán un mejor servicio de recolección cubriendo toda la Parroquia de Tabacundo.

I. PROBLEMA

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La basura es un elemento contaminante porque daña al medio ambiente, y en efecto a la naturaleza. Las calles y parques son los lugares más frecuentes para acumular desechos, en consecuencia, constituyen un foco de contaminación para personas, animales y el medio circundante, esto afecta al agua aire y suelo. Las grandes concentraciones urbanas en estas épocas producen cantidades inmensurables de basura, por esta razón deben ser gestionadas técnicamente con el fin de evitar daños al medio ambiente y problemas de salud a las personas.

Se debe tener en cuenta que los desechos siempre han prevalecido en la Tierra, puesto que, se puede decir que el ser humano genera residuos desde que nace, y esto ocasiona un problema ambiental cuando se comienza a acumular en espacios inadecuados, por añadidura, también se puede decir que, la velocidad de generación o por naturaleza química de los propios residuos y combinado con la acción directa del hombre como generador hace que obstaculice la descomposición de los residuos en espacios inapropiados. De manera que, conlleva al desabastecimiento del servicio de recogida para todas las zonas de la ciudad, mismo que es ocasionado por el desorden de la ciudadanía, también se debe tomar en cuenta que la capacidad de medio de transporte no abastece para llevar toda la cantidad de residuos (García, 2018).

El deterioro ambiental provocado por los residuos sólidos urbanos es un problema principal en la ciudad de Tabacundo del Cantón Pedro Moncayo, debido a que prevalece una inadecuada gestión para los residuos sólidos. También está presente el crecimiento acelerado de la población durante los últimos años, al igual que el proceso de industrialización que ha aumentado la generación de los desechos sólidos haciendo que los viajes de recolección sean más frecuentes, debido a que han incrementado sectores con actividades comerciales.

Además, sin dejar de mencionar que los desechos en posiciones inadecuadas es un aspecto crítico para la institución y para la imagen de la urbe, por otro lado, es pertinente recalcar que el servicio de recolección es considerado como una actividad costosa. En Tabacundo, el Gobierno Autónomo Descentralizado (GAD) Municipal ha presentado un alto índice de quejas de los usuarios en cuanto al servicio de recogida teniendo en cuenta que en muchas ocasiones los sectores no son atendidos y dejan desechos sin recolectar, al mismo tiempo en ocasiones no

se aprovecha en su totalidad la capacidad de los camiones recolectores debido a las rutas que siguen no son apropiadas, de modo que los vehículos producen altos costos por el consumo de combustible. Consecuentemente, se debe indicar que la mayoría de los procesos relacionados con los residuos sólidos se realizan de manera intuitiva y no basándose un estudio técnico.

Por otro lado, los horarios de recolección también es considerado como un problema debido a que no concuerdan con el trabajo y actividades de las personas, causando que los animales sean atraídos por el olor de la basura; en consecuencia provocando una dispersión de los desechos, por esta razón es pertinente adecuar de manera técnica un análisis de redes para las rutas de recolección, donde se tomen en cuenta factores como población, industrias y el tipo de residuos, estos parámetros ayudará a analizar que ruta óptima se debe utilizar, posteriormente estas estrategias optimizará costos y tiempos a la administración.

Desde una perspectiva medioambiental es importante analizar la necesidad de cómo afecta la contaminación de los residuos sólidos urbanos a la ciudad de Tabacundo, también al saber de qué las personas no toman conciencia de los daños de ahí que este desarrolla una mala presencia ornamental a la ciudad, con ello causando una mala impresión a personas que vienen a visitar los distintos lugares de la urbe. Es importante tener como apoyo fundamental a la logística debido a que esta aporta ventajas como reducción de costos, eficiencia y eficacia, mejora de servicio y satisfacción de los usuarios. Por ello es considerable implementar un mejor sistema de rutas de recolección de residuos sólidos, la estrategia no solo beneficiará a lo que intervienen en el servicio de recogida, sino también ayudará al medio ambiente además a optimizar los recursos económicos del mismo GAD Municipal.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cómo mejorarán las rutas de recolección de desechos sólidos mediante el análisis de redes en la parroquia de Tabacundo Cantón Pedro Moncayo en el año 2021?

1.3. JUSTIFICACIÓN

Las personas con el pasar de las décadas han sufrido grandes cambios, haciendo que se acojan a una rutina más dinámica y globalizada con ello haciendo que se emita variedad de desechos

contaminantes, dejando de lado el bienestar del medio ambiente. Por lo que es pertinente tomar medidas para mejorar en efecto las causas que provoca la globalización y las industrias, debido a que dañan el ecosistema, por ello la presente investigación tuvo como fin proponer soluciones para las rutas de recolección para beneficio de la población y sector comercial con ello también controlar la contaminación ocasionada por los residuos, ya que afecta al sistema respiratorio de los habitantes.

El estudio sobre el análisis de redes para la recolección de desechos sólidos comprende de la necesidad de cómo afecta la contaminación de desechos a la ciudad de Tabacundo. Por otro lado, cabe recalcar que, las personas no toman conciencia de los daños ocasionados al medio ambiente, esto ha causado que con el pasar de los años refleje una notoria irresponsabilidad social; produciendo daños de salud tanto a la población humana como a la flora y fauna.

De igual manera se procedió con la propuesta para las nuevas rutas recolección de desechos sólidos, y en efecto mejorando la calidad de vida de los pobladores en sus actividades y condiciones de salubridad. También está presente optimizar el tiempo en el trabajo de las personas que realizan la recolección con los carros recolectores, y finalmente brindando un servicio efectivo a la ciudadanía, evitando posibles quejas a la institución.

Por otro lado, es importante mencionar el estudio que se efectuó con el fin de proponer mejoras, y sea de beneficio para la sociedad, así contribuyendo a brindar un servicio básico para los sectores que tengan limitaciones de una adecuada recolección de los desechos. La presente investigación también se procura generar soluciones dentro de los sectores comerciales porque es donde se concentra y genera más desechos, misma que es ocasionada por las actividades que se efectúan en la zona. Para desarrollar el estudio de investigación es relevante la cooperación con las autoridades locales, con el fin de integrar y trabajar en el análisis logístico de recolección de los residuos.

1.4. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

1.4.1. Objetivo General

Establecer nuevas rutas de recolección aplicando análisis de redes para una mejora de recolección de desechos sólidos en la parroquia de Tabacundo del Cantón Pedro Moncayo.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Analizar las rutas y zonas de recolección actuales del servicio de residuos sólidos urbanos de la parroquia Tabacundo para optimizar recursos.
- Describir y analizar la situación del servicio de recolección de residuos sólidos urbanos de la parroquia Tabacundo.
- Proponer nuevas rutas de recolección de residuos sólidos urbanos, para optimizar distancias a recorrer en la ciudad de Tabacundo.
- Determinar las rutas de recolección de residuos sólidos urbanos en base a la herramienta *Network Analyst* y la extensión VRP.

1.4.3. Preguntas de Investigación

- ¿Cómo determina que las rutas de recolección de residuos sólidos urbanos son técnicamente las adecuadas en el cantón Tabacundo?
- ¿Cómo describe y analiza la situación del servicio de recolección de residuos sólidos urbanos de la parroquia Tabacundo?
- ¿Cómo se puede saber que es importante proponer nuevas rutas de recolección de residuos sólidos urbanos en la ciudad de Tabacundo?
- ¿Mediante qué herramienta se puede determinar rutas que permitan una eficiente recolección de residuos sólidos urbanos en la ciudad de Tabacundo?

II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

Según el estudio realizado por García (2018), el diseño de rutas de recolección de residuos sólidos, en donde se analiza el problema del municipio de Santa Clara de Cuba en cuanto a todos los puntos de recolección, los métodos que se utilizó en el trabajo de diploma fueron técnicas de obtención de información como son las encuestas, entrevistas individuales, análisis de documentos. La simulación de recorrido se lo realizó a través del sistema de información geográfico, por otro lado, también se encuentra presente el comportamiento del problema de ruteo en las redes urbanas de recolección, por lo que el diseño de la ruta muestra como principales resultados la reducción en la distancia a recorrer y la disminución de consumo de combustible en un 41.56%.

El estudio de investigación propuesto Rodallega y Hernández (2008) presenta en su investigación mejorar la ruta de tránsito para la recolección de residuos sólidos del municipio de Jamundí, donde se ha propuesto un algoritmo con el finde comparar los resultados de operación actual. La investigación evidenció un mejoramiento significativo en cuanto a las distancias recorridas y para ello se realizó un estudio de tres etapas, la primera fue un diagnóstico para analizar las causa sobre el problema, la segunda consistió en recopilación de la información para abordar el problema delas rutas, finalmente la última etapa se encargó de programar un algoritmo en un sector pequeño para implementar una ruta más eficiente que la actual finalmente se pudo observar una notable reducción en las distancias de desplazamiento del 44% lo que fue algo muy positivo.

Maguiña (2016) plantea en su estudio determinar el modelo, heurístico y algoritmo idóneo para el caso de estudio. El problema de estudio que tiene la investigación es que el ruteo de los vehículos se efectúa confiando en la experiencia del conductor, sin tomar en cuenta las distancias que inciden en el recorrido para él envío de mercadería lo que ha ocasionado pérdida de tiempo y costos. Sin embargo, la solución que se ha dado al problema es que se adaptó el algoritmo de k-opt algoritmo de apoyo que mejora a la heurística de Clarke Wright, esto para poder dar una mejor solución óptima a las rutas y así permite que el cliente pueda ser atendido por varios vehículos VRP con entrega y recogida.

En el estudio de Vidal y Rodríguez (2016) se empleó un modelo llamado agente viajero con programación entera binaria (ceros y unos), y se puede decir que genera rutas óptimas; minimizando distancias como función objetivo, ya que el camión recorre todos los sectores en un día y con ello alcanzando la cobertura total de recolección. Como resultado de diseñar y evaluar el modelo de optimización se tomó como medida la distancia optimizada de recorrido y el combustible que se emplea, reflejando la reducción de costos.

El trabajo de titulación propuesto por Casco y Punina (2019) uno de sus objetivos plantea establecer a través de un *software* de sistema de información geográfica, las rutas para la recogida de desechos y residuos sólidos para una adecuada gestión logística. También menciona que el sistema de recogida de desechos es efectuada con el fin de proponer mejoras a la población en sectores limitados del servicio básico y así finalmente optimizar el uso eficiente del sistema integral de recolección. Por otro lado, los resultados que ha obtenido la investigación mediante la herramienta *Netwok Analyst*, indica que tiene factibilidad debido a que reduce el tiempo y longitud de recogida constatando que en la propuesta si hay optimización, debido a que las rutas actuales bajaron mediante una simulación realizada.

Dentro del estudio de Meza (2012) analiza como problemática la contaminación de suelo, aire y acuíferos por ello plantea métodos y técnicas eficientes y eficaces para minimizar problemas de contaminación ambiental, aplicando una propuesta y dando cumplimiento con el fin de mejorar el sistema para la recolección de basura ayudando a disminuir y optimizar los costos generados de transporte que ocasiona la mala gestión de la recolección de basura y manejo de los residuos.

2.2. MARCO TEÓRICO

2.2.1. Definiciones de rutas y características

2.2.1.1. Ruta

Se considera que una ruta es un camino, vía o carretera debido a que une diferentes lugares geográficos para permitir a las personas desplazarse de un lugar a otro, especialmente mediante automóviles, aunque también es recurrente la presencia en estas de ómnibus. En tanto y a propósito de esto, la mencionada, es la principal cuestión que diferenciará a una ruta de un camino, ya que las mismas se encuentran especialmente acondicionadas para que por ellas

transite el transporte vehicular: asfaltadas, con señalizaciones especiales, áreas de servicios para satisfacer algunas necesidades básicas en los trayectos largos, entre otras cuestiones. En países como la Argentina y el Uruguay es popular el uso del término ruta para referirse a este tipo de vías, en cambio, en España, prima el uso del término carretera para denominarlas (Ucha, 2010).

Las rutas son caminos, carreteras o autopistas que conectan diferentes ubicaciones geográficas, las personas pueden moverse de un lugar a otro, especialmente en automóvil, aunque los autobuses suelen aparecer en estos lugares. Por tanto, el contenido anterior es el principal problema que distingue la ruta de la carretera, porque están especialmente diseñados para el transporte de vehículos: señalización vial asfaltada (con señalización especial) para cubrir algunas necesidades básicas de los viajes de larga distancia y otros asuntos.

2.2.1.2. Ruta de distribución

La planificación de las rutas de transporte para la distribución de los productos a los clientes representa un elevado coste tanto en personal como en medios para cualquier compañía, ya sea especialista en operaciones logísticas, fabricante o distribuidor. No es relevante si el origen es un almacén central, uno regional o una planta fabril. El gasto sigue siendo alto. Y como es lógico, tal gasto se refleja en el precio final de cada producto, representando un porcentaje muy significativo. Además, lo que cuesta enviar cualquier artículo a su destino causa un impacto en el margen asociado a los pedidos servidos (Mecalux, 2004).

La planificación de rutas de transporte para la distribución de productos a los clientes está asociada a altos costos de personal y recursos intensivos para cada empresa, ya sea especialista para empresas de logística, fabricantes o distribuidores. No importa si el origen es un almacén central, un almacén regional o una instalación de producción. Los gastos siguen siendo elevados. Y por supuesto, estos costes se reflejan en el precio final de cada producto, que es un porcentaje muy significativo. Además, el costo de envío de un artículo a su destino afecta el margen asociado con los pedidos entregados.

2.2.1.3. Rutas de recolección

Las rutas de recolección o también llamadas rutas de recogida son viajes establecidos que se sigue en la recolección de residuos, estos pueden ser desechos no seleccionados o separados en la fuente, de fuentes viviendas, negocios comerciales e industrias. Consecuentemente, son llevados a una estación de transferencia o lugar de vertido.

Osman (2020). Por otro lado, posteriormente una vez determinado los parámetros del transporte y la recolección de los residuos, es pertinente diagramar las rutas de tal forma que la fuerza de trabajo y el equipo sean empleados correctamente.

Cabe indicar que el trazado de las rutas de recolección no es más que un proceso de aproximaciones a lo largo de la vía (Theisen y Eliassen, 1982).

En las rutas de recolección es importante considerar a los desechos sólidos, ya que Algara, (2016) indica que:

La recogida de residuos puede planificarse y optimizarse en ruta para minimizar los costes relacionados con la recogida de residuos. Al diseñar rutas eficientes de recolección de residuos, también se debe estimar la cantidad total de residuos sólidos a ser recolectados de las localizaciones de carga servidas cada día que la operación de recolección. Usando el volumen efectivo del vehículo de recolección (volumen nominal de recolección de vehículo por eficiencia de carga). Bajo este criterio, determinar el número promedio de residencias de las cuales los residuos serán recolectados durante cada viaje de recolección. (p.10)

En las rutas de recolección es pertinente abordar aspectos como: número o tamaño de la tripulación, frecuencia de tripulación, distancia al sitio de transferencia o disposición final y topografía del terreno. Sin embargo, las rutas de recogida tienen como objetivo brindar un servicio efectivo a la localidad, para ello es importante determinar distintos aspectos como es la distancia recorrida de cada una de las rutas, además cabe recalcar que esta actividad también abarca tiempo empleado en la recolección y consumo de combustible.

2.2.1.4. Requisitos para el establecimiento de rutas

El establecimiento de las rutas de recolección incluye una serie de pasos generales como son:

1. Preparación de mapas, mostrando datos pertinentes e información concerniente a las fuentes de generación de desechos.
2. Análisis de datos también puede incluirse información en tablas resumidas.
3. Distribución preliminar de rutas.
4. Asignación de rutas de recolección, para esto se debe estimar la cantidad total de residuos sólidos a ser recolectados de las localizaciones de carga, usando el volumen efectivo del vehículo de recolección (volumen nominal de recolección de vehículo por eficiencia de carga).

Es necesario determinar el número de residencias de las cuales los residuos serán recolectados durante cada viaje de recolección, consecuentemente estas rutas deben ser planeadas para que la última de estas localizaciones sea la más cercana al sitio de disposición final.

Así mismo, cuando las rutas de recolección han sido planeadas, la distancia de transporte para cada ruta debe ser determinada, en algunos casos es necesario reajustar las rutas de recolección con la finalidad de balancear la carga de trabajo y así posteriormente trazar las rutas establecidas en el mapa maestro, en conclusión, el propósito del diseño ayuda a conseguir un resultado óptimo de operación de las actividades (Algarra, 2016).

También es importante aclarar los factores necesarios para rediseñar rutas de recolección son: el incremento o decremento poblacional, topografía y la más importante la recogida de los residuos.

Es por ello que se debe tener en cuenta:

- Cuadrillas de recolección
- Equilibrio de las rutas
- Punto de inicio de la recolección
- Cantidad de residuos generados (Ulloa Cuzco, 2019).

Luego de planificar la ruta de recolección, se debe determinar la distancia de transporte de cada ruta, en algunos casos es necesario reajustar la ruta de recolección para la carga de trabajo en las actividades de recolección luego rastrear la ruta establecida en el mapa principal, el propósito del diseño ayuda a obtener el mejor resultado de la operación del evento, también es importante tener en cuenta el número de residencias donde se recolectarán los desechos durante cada viaje de recolección, por lo que estas rutas deben planificarse para que la última de estas ubicaciones esté más cerca del sitio de disposición final.

2.2.1.5. Macroruta

Una macroruta es definida para realizar la recolección de una población, Meza (2012) afirma que:

El macro ruteo es la asignación de vehículos recolectores a diversas áreas de la ciudad para realizar la recolección, se puede hacer partiendo de una población de una zona de la ciudad, de la producción de basura en kg. por habitante por día y de la frecuencia del servicio, expresado en días por semana.

Se divide la ciudad en varias áreas específicas para que la recolección sea más fácil para los departamentos de recolección de residuos.

- Las diferentes densidades de población y el tipo de residuos sólidos.
- Las diferentes fuentes municipales generadoras de residuos sólidos, además de las casas- habitación.
- Los estratos socioeconómicos en que se haya subdividido la localidad.
- Los métodos de recolección que hayan sido propuestos para cumplir el servicio de recolección, en la localidad.
- El tiempo y la distancia empleados para un viaje redondo hasta el sitio de disposición final. (p.20)

El macro ruteo consiste en asignar herramientas de recolección a diversas áreas de la ciudad para su recolección, puede partir de la población del área urbana y completar la generación de residuos en kilogramos. La frecuencia de cada residente y servicio por día, expresada en días por semana.

2.2.1.6. Microruteo

Una microruteo es definida para realizar la recolección de una población, Meza (2012) afirma que:

Microruta es el recorrido específico que deben cumplir diariamente los vehículos de recolección en las áreas de la población donde han sido asignados, con el fin de recolectar en la mejor manera posible los residuos sólidos generados por los habitantes de dicha área.

Las microrutas son las trayectorias que el camión de recolección realiza dentro de la macroruta.

La frecuencia de recolección es el número de veces a la semana que se da el servicio de manera regular, esta puede ser diaria, con una acumulación máxima de residuos en la fuente por dos días e interdiaria, con un periodo máximo de acumulación de desechos en la fuente por tres días. En cuanto al horario, está relacionado con la duración de la jornada de trabajo, del tráfico y las actividades que se desarrollan en una comunidad, así como de la preferencia del usuario del servicio.

El personal que se requiere es el chofer del vehículo y la cuadrilla que está conformada por los trabajadores que recolectan los desechos que van desde uno hasta un máximo de tres. (p.21)

La microruta es una ruta específica en la recolección acción que debe realizar todos los días dentro de su área poblacional asignada para poder recolectar de la mejor manera los residuos sólidos generados por los residentes de esa zona. La frecuencia de recolección se refiere al número de veces a la semana para brindar servicios con regularidad. Puede ser una vez al día. Se puede acumular en la fuente hasta dos días, dos veces al día, y dentro de un día, hasta una vez. Hora pasó en la fuente durante tres días

2.2.1.7. Problemas de ruteo

Según Campos (2016) menciona que:

El problema de ruteo de vehículos VRP por sus siglas en inglés, la cual abarca una alta gama de problemas que fundamentalmente consiste en encontrar un conjunto de rutas misma que debe ser recorrida por una flota de vehículos. Se puede hacer una primera clasificación de problemas de rutas atendiendo al lugar donde se produce la demanda, donde se encuentra a los problemas de vértices y los problemas por arcos. En los problemas por vértices es necesario encontrar un ciclo que pase por todos los vértices de un grafo de manera que el recorrido total sea el mínimo posible. Por otro lado, se encuentran los problemas por arcos, donde los vehículos deben recorrer todos o parte de

los enlaces (aristas o arcos) de un grafo, es decir que debe completar un circuito por todas las calles minimizando la distancia total. (p.2)

Se puede decir que los problemas de ruteo fundamentalmente se tratan de encontrar un conjunto de rutas que deben ser conducidas por un grupo de personas. El problema de la trayectoria se puede clasificar por primera vez de acuerdo con la ubicación, ya que en muchas ocasiones la geografía del lugar no es el adecuado para transitar debido a la alta demanda de vehículos motorizados produciendo con ello un cuello de botella.

2.2.1.8. Funciones de un Sistema de Información Geográfica (SIG)

Según Alonso (s.f.) afirma que las funciones principales de un SIG están la entrada de datos, manipulación de datos, análisis de datos y salida de datos. Dónde la entrada de datos es la entrada de información en un SIG, que está dada por procedimientos para la conversión de información geográfica a formato digital condicionada por dos factores, la información espacial y formato digital de la base de datos, por otro lado, está la manipulación de datos se la realiza mediante dos fases recuperación de datos, la extracción y el filtrado, también se encuentra el análisis de datos y se podría decir que es el elemento más importante de un SIG, ya que debe ser capaz de realizar los análisis básicos de un SIG con las herramientas de análisis espacial, *raster* de imágenes, herramientas de geoprocésamiento, etc., y así finalmente tomar importantes decisiones, posteriormente se encuentra la salida de datos la cual es realizada por el propio usuario indicando los datos SIG y el resultado de los análisis, esto permite obtener mapas, rutas, tablas numéricas y otro tipo de resultados en papel y pantallas gráficas, además de poder discernirlos por una intranet.

Un SIG es básicamente un análisis espacial, de imágenes rasterizadas, esta es una herramienta de geoprocésamiento para realizar análisis básicos de SIG, para finalmente tomar decisiones importantes, y luego encontrar la salida de datos realizada por el usuario, indicando que los datos y resultados de SIG pueden ser identificados a través de la Intranet durante el análisis. Además de generar mapas, rutas, tablas numéricas y otros tipos de resultados, también se puede analizar en papel y pantallas gráficas.

2.2.1.8.1. Sistemas de información geográfica orientados al análisis de redes viales.

El sistema de Información geográfica (SIG O GIS según sus siglas en inglés), es considerado un conjunto de herramientas informáticas con la finalidad de capturar, almacenar, transformar, analizar, gestionar y editar los datos geográficos (referenciados espacialmente a la superficie de la Tierra), con la finalidad de obtener información territorial para resolver problemas complejos de planificación. Así también ayuda al planeamiento estratégico en el trazado de rutas óptimas para determinar un tiempo y una distancia, se lo hace mediante funciones de análisis de redes (Alonso, s.f.).

El Sistema de Información Geográfica es un conjunto de herramientas informáticas para capturar, almacenar, convertir, analizar, administrar y editar datos geográficos (se refieren espacialmente a la superficie de la tierra) con el fin de obtener información territorial para resolver problemas complejos de planificación. También puede ayudar a formular la planificación estratégica de la mejor ruta a través de funciones de análisis de red para determinar el tiempo y la distancia.

2.2.1.8.2. Tipos de redes en SIG

Las redes son separadas en dos grupos: *Geometric Networks* y *Network Dataset*. La de *Geometric Network* es conocido como redes de ríos o de servicios, que permite la conducción en los bordes en una sola dirección; esta dirección está ya determinada por elementos como la gravedad, presión de agua ente otros, se modela usando las redes de servicios que no forma parte de la extensión de *Network Analyst*. Consecuentemente, esta *Network Dataset* es utilizada para modelar redes de transporte o redes viales, las cuales permites viajar en los bordes en ambas direcciones (Suárez J. , 2017).

La red geométrica se denomina río o red de servicios, solo permite circular por el borde en una dirección, esta dirección ha sido determinada por factores como la gravedad, presión del agua, etc., y se modela empleando una red de servicios que no es parte del alcance ampliado de los analistas de redes. Por lo tanto, este conjunto de datos de red se utiliza para modelar una red de transporte o una red de carreteras para que pueda conducir a lo largo del borde en ambas direcciones.

2.2.1.8.3. *Network Analyst*

Network Analyst o análisis de redes en español, es el conjunto de técnicas derivadas de la teoría de redes, han ido evolucionando desde la informática. El uso del análisis de redes puede mostrarse como triangulación metodológica esto proporciona una forma diferente de leer e interpretar datos, la técnica de visualización implica el mapeo de relaciones entre entidades basadas en la simetría o asimetría de su proximidad relativa (Elsevier, 2020).

El análisis de redes es un conjunto de técnicas derivadas de la informática. Las técnicas de visualización implican mapear la relación entre entidades en función de la simetría o asimetría de la simetría relativa de las entidades.

2.2.1.8.4. Red

Conjunto de elementos interconectados, las cuales representan las posibles rutas de una ubicación a otra, las redes pueden ser: Redes de transporte o redes eléctricas.

Son representadas en el ámbito del SIG, con nodos y líneas, donde los nodos representan puntos de conexión y avenidas por otro lado, a las líneas pueden representar tuberías, cable telefónico o carreteras (Suárez J. , 2017).

La red es considera como elementos interconectados los cuales representan posibles rutas de un lugar a otro Están representados por nodos y líneas dentro del alcance de GIS

2.2.1.8.5. Elementos de red

Los *dataset* están formados por elementos de red, por lo que los elementos de red se generan a partir de las entidades de origen utilizadas para crear el data set de red, lo que ayuda a establecer la conectividad. También los elementos de red tienen atributos que controlan la navegación a través de la red, lo cuales son: ejes, cruces y giros (Dangermond, 2019).

El conjunto de datos se compone de elementos de red, por lo que los elementos de red se generan a partir de la entidad de origen utilizada para crear el conjunto de datos de red, lo que ayuda a

establecer la conexión. Además, los elementos de la red también tienen atributos que controlan la navegación a través de la red. Estos atributos son: eje, intersección y giro

2.2.1.8.6. Data set de red (redes de transporte)

Las redes de transporte (redes de ferrocarril, peatones y calles) permiten viajar en los bordes de ambas direcciones, es decir el agente en la red como por ejemplo un transportista que viaja por carreteras suele tener libertad para decidir la dirección de la travesía, así como el destino. Por otro lado, un data set de red permite modelar un modo de transporte único; compuesta por diversos modos de transporte como carretera, ferrocarriles y canales (Dangermond, 2019).

La data permite circular por el borde de ambos sentidos, es decir, los agentes de la red (como el transportista que viaja por la autopista) suelen ser libres de decidir la dirección de viaje y, por tanto, el destino. Por otro lado, los conjuntos de datos de red permiten modelar un solo modo de transmisión compuesto por varios modos de transporte, como carreteras, ferrocarriles y canales.

2.2.1.8.7. Modelo VRP

El modelo VRP consiste en un conjunto de clientes y depósitos o almacenes mismos que se encuentran distribuidos geográficamente dispersos, para el modelo se requiere una flota vehicular la cual llegará a los clientes desde el depósito y para ello se tomará en cuenta las rutas óptimas que le permita minimizar costos desde que parte del depósito hasta llegar al mismo sitio, visitando así a todos los clientes o usuarios del servicio (Suárez J. , 2009).

Es considerado al VRP como un grupo de clientes y almacenes que se encuentran distribuidos geográficamente, para este modelo se requiere una flota, la cual llegará a los clientes desde el almacén, por lo que se considerará la mejor ruta para minimizar el costo. Desde que parte del depósito hasta llegar al mismo sitio, todos los clientes o usuarios que acceden al servicio.

2.2.2. Residuos sólidos. Definiciones

2.2.2.1. Residuos sólidos

La denominación de residuos sólidos es más apropiada que la de desperdicios, desechos o basura, pues en efecto nada presupone sobre su valor, ya que al buscar la definición en el diccionario indica que es la descomposición o destrucción de algún elemento o cosa. Así mismo se encuentran otras denominaciones que implican el deseo de deshacerse de ellos debido a no atribuirles un valor suficiente para ser conservados (Meza, 2012).

2.2.2.2. Generación de los residuos sólidos.

Los residuos sólidos han ido evolucionando con el pasar de los tiempos conforme a los cambios climáticos, es decir que existen diferentes tipos de materiales y envases. Se ve asociado directamente con los patrones y pautas culturales también están las fluctuaciones en los niveles de ingreso de la población. También se puede decir que las ciudades más ricas son las que presentan mayor índice de contaminación y generación de basura (Meza, 2012).

2.2.2.3. Gestión integral de los residuos sólidos urbanos

Gestionar los residuos sólidos urbanos significa manipular correctamente, es decir desde la generación hasta la disposición conjuntamente con la tecnología utilizando las herramientas adecuadas para que se adapte a la realidad local y conscientemente dando un destino final ambientalmente seguro tanto en el presente como a futuro (García, 2018).

2.2.2.4. Recolección y transporte de residuos sólidos.

Esta actividad es la que permite el retiro y traslado de residuos sólidos desde el lugar donde se originan consecuentemente hasta el relleno sanitario. La recolección doméstica realiza la modalidad de vereda, esto quiere decir que el vehículo recorre las calles de las micro rutas recogiendo los desechos del frente de cada vivienda, también se encuentra la modalidad de esquina la cual consiste en que el vehículo recolector recoge los residuos en ciertos puntos preestablecidos (Meza, 2012).

2.2.3. Técnicas para el análisis de información

2.2.3.1. Ciclo planear Hacer, Verificar y Actuar (PHVA) Deming

Según Pulido (2014) menciona:

El Doctor Deming establece un procedimiento mediante el cual ayuda a estructurar y ejecutar proyectos de mejora, lo cual consiste en cuatro etapas: Planear, Hacer, Verificar y Actuar, también conocido como PHVA. Se desarrolla de manera objetiva y profunda un plan (planear), se aplica en pequeña escala o sobre una base de ensayo (hacer), se evalúa si se obtuvieron resultados esperados (verificar), de acuerdo con lo anterior; se procede a actuar en consecuencia (actuar), ya sea generalizando el plan. La filosofía de ciclo Deming es de gran utilidad con el fin de perseguir la mejora mediante diferentes metodologías. (p.120)

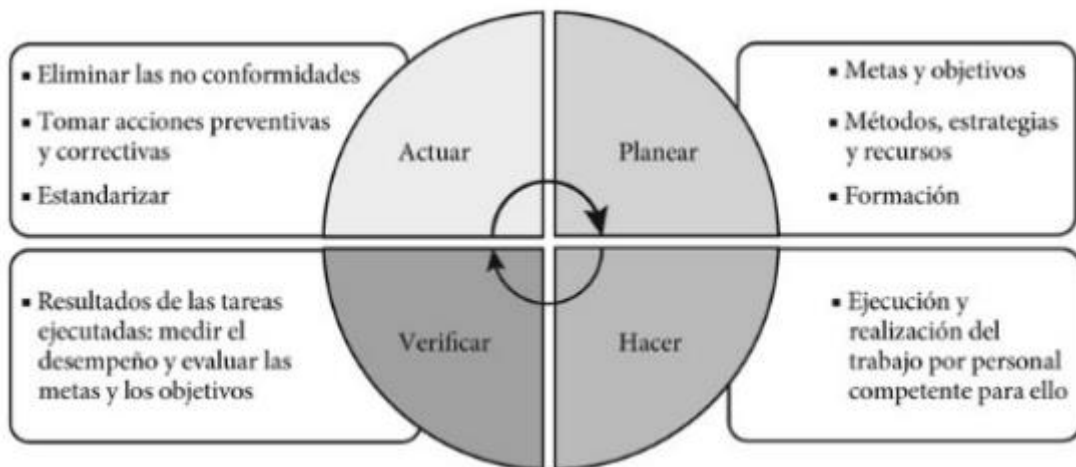


Figura 1: Ciclo PHVA

Fuente: Zapata (2015). Ciclo de calidad PHVA

III. METODOLOGÍA

3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO

3.1.1 Enfoque Cuantitativo

El enfoque cuantitativo representa un conjunto de procesos como menciona Hernández, Fernández y Baptista (2014). “Es decir que tiene que seguir un proceso y no se puede eludir pasos, el orden siempre tiene que ser consecutivo para poder lograr el objetivo predispuesto, así también es importante usar la recolección de datos para probar hipótesis”. (p.35)

El trabajo de investigación está relacionado metodológicamente con un estudio cuantitativo, debido a que está orientado a las distintas formas de recolección de datos numéricos, la información cuantitativa; se enfoca más hacia los tiempos y procesos para las rutas de recolección de basura.

3.1.2. Tipo de Investigación

Se procede utilizar el tipo de investigación, descriptiva, exploratoria, y explicativa para el trabajo de titulación.

3.1.2.1. Descriptiva

Como menciona Hernández et al. (2014) se considera investigación descriptiva a:

Con frecuencia, la meta del investigador consiste en describir fenómenos, situaciones, contextos y sucesos; esto es, detallar cómo son y se manifiestan. Con los estudios descriptivos se busca especificar las propiedades, las características y los perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis. Es decir, únicamente pretenden medir o recoger información de manera independiente o conjunta sobre los conceptos o las variables a las que se refieren, esto es, su objetivo no es indicar cómo se relacionan estas. (p.91)

Se toma a la investigación descriptiva debido a que permite describir los sucesos, características y hechos relevantes; a partir de las situaciones y eventos con el fin de analizar las rutas de recolección de desechos sólidos mediante el análisis de redes en la ciudad de Tabacundo.

También permite identificar como es la gestión que operan en la Institución, con el fin de establecer escenarios pertinentes en cuanto al correcto o incorrecto funcionamiento.

3.1.2.2. Exploratoria

Como menciona Hernández et al. (2014) se considera investigación exploratoria a:

Los estudios exploratorios se realizan cuando el objetivo es examinar un tema o problema de investigación poco estudiado, del cual se tienen muchas dudas o no se ha abordado antes. Es decir, cuando la revisión de la literatura reveló que tan solo hay guías no investigadas e ideas vagamente relacionadas con el problema de estudio, o bien, si deseamos indagar sobre temas y áreas desde nuevas perspectivas. (p.91)

La investigación exploratoria ayuda a la familiarización con el problema que se va a estudiar, así mismo permite adquirir información del panorama de estudio, y con ello identificar las problemáticas que se desconocen en cuanto a las rutas de recolección; dentro de la ciudad de Tabacundo, por lo que se procederá mediante el contacto y familiarización del fenómeno causante.

3.1.2.3. Explicativa

Como menciona Hernández et al. (2014) se considera investigación explicativa a:

Los estudios explicativos van más allá de la descripción de conceptos o fenómenos o del establecimiento de relaciones entre conceptos; es decir, están dirigidos a responder por las causas de los eventos y fenómenos físicos o sociales. Como su nombre lo indica, su interés se centra en explicar por qué ocurre un fenómeno y en qué condiciones se manifiesta o por qué se relacionan dos o más variables. (p.95)

Se procede a realizar un análisis explicativo debido a los factores relacionados del problema antes planteado, ¿Cómo mejorará las rutas de recolección de desechos sólidos mediante el análisis de redes en la ciudad de Tabacundo Cantón Pedro Moncayo? Posteriormente, responder con las variables que causan la problemática.

3.1.2.4 Análisis de redes

Por medio del análisis de redes se podrá identificar, ubicar y también asignar la antelación del servicio de recolección de residuos sólidos urbanos de la ciudad de Tabacundo, en cada zona y sector, además se tomará en cuenta la cantidad de basura de acuerdo con la población también se tendrá en cuenta el tiempo para que la zona sea atendida, consecuentemente se asignará las rutas óptimas para el servicio de recolección.

3.2. IDEA A DEFENDER

El correcto análisis de redes permitirá la optimización de tiempos en rutas de recolección de desechos y residuos sólidos urbanos en la ciudad de Tabacundo.

3.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

TABLA1: Variable Independiente

VARIABLE	DEFINICIÓN DE VARIABLE	DIMENSIÓN	INDICADORES	TÉCNICA	INSTRUMENTO
Análisis de redes	Análisis de redes ("Network Analyst" en inglés). El de análisis de redes puede mostrarse como triangulación metodológica esto proporciona una forma diferente de leer e interpretar datos, la técnica de visualización implica el mapeo de relaciones entre entidades basadas en la simetría o asimetría de su proximidad relativa. (Elsevier, 2020)	Planificación	Tipo de planificación del GAD para el servicio de recolección	Observación directa	Ficha de observación
		Control	Seguimiento de rutas	Sistema de información geográfica	ArcGIS
				Sistema de posicionamiento geográfico	GPS
		Tiempo	Asignación de rutas y horarios de recolección	Entrevista estructurada	Cuestionario
			Tiempo de recogida para los residuos solidos	Observación directa	Ficha de observación

TABLA 2: Variable Dependiente

VARIABLE	DEFINICIÓN DE VARIABLE	DIMENSIÓN	INDICADORES	TÉCNICA	INSTRUMENTO
Rutas de recolección	Las rutas de recolección o también llamadas rutas de recogida son viajes establecidos que se sigue en la recolección de residuos, estos pueden ser desechos no seleccionados o separados en la fuente, de fuentes viviendas, negocios comerciales e industrias. Consecuentemente son llevados a una estación de transferencia o lugar de vertido (Osman, 2020)	Métodos de recogida	Tipos de recolección	Observación directa Estudio de campo	Ficha de observación
		Rutas	Número de zonas y rutas	Entrevista estructurada y un SIG	Cuestionario GPS y ArcGIS
		Manejo de residuos	Tipos de recogida	Observación directa	Ficha de observación
		Transporte	Capacidad Número de vehículos Número de viajes realizados	Registro	Base de datos

3.4. MÉTODOS UTILIZADOS

3.4.1. Método de observación directa

El método que se va a utilizar es la observación, ya que ayuda a obtener información pertinente del paso de los camiones recolectores a través de la ciudad, también está directamente relacionada con los horarios en que las personas sacan la basura. La técnica permite determinar las falencias que existen en las rutas de recolección, mediante la presencia directa permite recolectar mayor cantidad de datos e información de los eventos que se realizan, con la finalidad de analizar y proponer rutas de recolección óptimas.

3.4.1.1 Sistema VRP

Para Carrizo (2013), el VRP consiste en:

“El VRP tiene por objetivo encontrar las rutas que recorran cada uno de los vehículos (ubicados en un depósito) de manera que se satisfagan los requerimientos de los clientes, las restricciones operativas y se minimice el costo total de transporte”. (p.206)

Debido a la operación que tiene el transporte diariamente es necesario ubicar los puntos a visitar con el vehículo, dentro de lo cual está presente las capacidades de vehículos y también la secuencia de cada una de las visitas para así obtener menores costos y efectivamente cumplir con un servicio adecuado para la población. Sin embargo, también existe una complejidad de problemas para la operación de transporte ya que en muchas ocasiones la planeación se realiza de forma empírica ocasionando consecuentemente sobrecostos por falta de un modelo que optimice la distribución y transporte.

Mediante la utilización del sistema VRP el presente proyecto busca dar respuesta directa a los problemas de planeación para la operación del transporte, mediante técnicas y herramientas en efecto cuantitativas, en conjunto permite planear un modelo que se lo puede utilizar sin importar cambios que presenten las variables analizadas en el tiempo.

Mediante el método VRP también se busca optimizar las operaciones que realiza la institución del GAD de Pedro Moncayo- Tabacundo con el sistema de recolección de residuos sólidos, misma que se maneja de forma diaria y presenta un volumen representativo de residuos a través del camión recolector en toda la ciudad, por ello mediante el sistema VRP de transporte se busca optimizar y mejorar la gestión logística en sus actividades.

3.4.1.2. Recolección de información

La recolección de información se refiere a enfoque sistemático para reunir y medir información de distintas fuentes se lo hacen con el fin de obtener un panorama completo y preciso de un lugar de interés, esto permite responder preguntas relevantes, evaluar resultados también permite anticipar las probabilidades y tendencias futuras, en otras palabras, se puede decir que la recolección de datos ayuda y garantiza la integridad de un estudio (QuestionPro, s.f.).

La recopilación de información se hace en efecto en el lugar de estudio, y con ello relacionarse más con el tema de estudio, esto también permite conocer a profundidad las restricciones o limitaciones. Además, en esta información recopilada se encuentran aspectos relevantes como es los horarios de recolección de los desechos urbanos, la demografía y el aumento poblacional del sector. También hay que tener en cuenta la información del direccionamiento y sentido de vías mismas donde el vehículo recolector hace el recorrido.

3.4.1.3. Procesamiento y análisis de datos

Hernández et al. (2014), alude que una vez que los datos se han codificado, transferido a una matriz, guardado en un archivo y “limpiado” de errores, el investigador procede a analizarlos. En la actualidad, el análisis cuantitativo de los datos se lleva a cabo por computadora u ordenador, ya casi nadie lo hace de forma manual ni aplicando fórmulas. El análisis de datos se centra en la interpretación de los resultados de los métodos de análisis cuantitativo y no en los procedimientos de cálculo, el análisis de los datos se efectúa sobre la matriz de datos utilizando un programa computacional. (p. 272)

En el procesamiento de datos recopilados se hará uso de la herramienta ArcGIS, este ayudará a buscar las rutas óptimas para el servicio de recolección de residuos urbanos de la ciudad de

Tabacundo, asimismo se tendrá en cuenta el direccionamiento y sentido de la red vial con el fin de no quebrantar ninguna norma de tránsito.

Para el análisis de datos es necesario calcular parámetros como distancias y tiempos, ya que esto permitirá la generación de nuevas rutas óptimas, mediante el generador de redes también se estable puntos de inicio y fin con la finalidad de reducir recurso de la operación.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RESULTADOS

4.1.1. Descripción del área de estudio

El Cantón Pedro Moncayo se encuentra dentro de la Provincia de Pichincha, según el último censo de población y vivienda realizado en el año 2010 en Ecuador, tiene un total de 33.172 habitantes, donde 16.861 es el total de mujeres; que representa un porcentaje de 50.83%, mientras que 16.311 corresponde al total de hombres con un porcentaje de 49.17% (Censos, 2010).

Según menciona Santuario (2020) también el Cantón Pedro Moncayo es uno de los ocho cantones que conforma la Provincia de Pichincha. Está ubicada aproximadamente a 50 km de la ciudad de Quito con una altitud que va desde los 1.730 a 4.300 metros sobre el nivel del mar con una temperatura media anual de 14,8 °C. Fue creado el 26 de septiembre de 1911, sus centros poblados están ubicados en las laderas media del volcán Mojanda. Con una superficie de 337 kilómetros cuadrados, conformada por la parroquia Urbana de Tabacundo la cual es cabecera cantonal, además cuenta con las Parroquias rurales de Tocachi, Malchinguí, La Esperanza y Tupigachi. (p.43)

Menciona Santuario (2020) la cabecera cantonal tiene 7263,72 hectáreas de área total. Atraviesa el cantón de norte a sur, partiendo desde la laguna negra de Mojanda, a 3733 m.s.n.m sube hacia el Pico Cerro Negro a 4300 m.s.n.m desciende hacia el sur con una pendiente mayor a 20% y así hasta la cota de los tres mil m.s.n.m, desde la cual se desarrolla pendiente menor a 10% hasta el cantón del Río Pisque. (p.43)

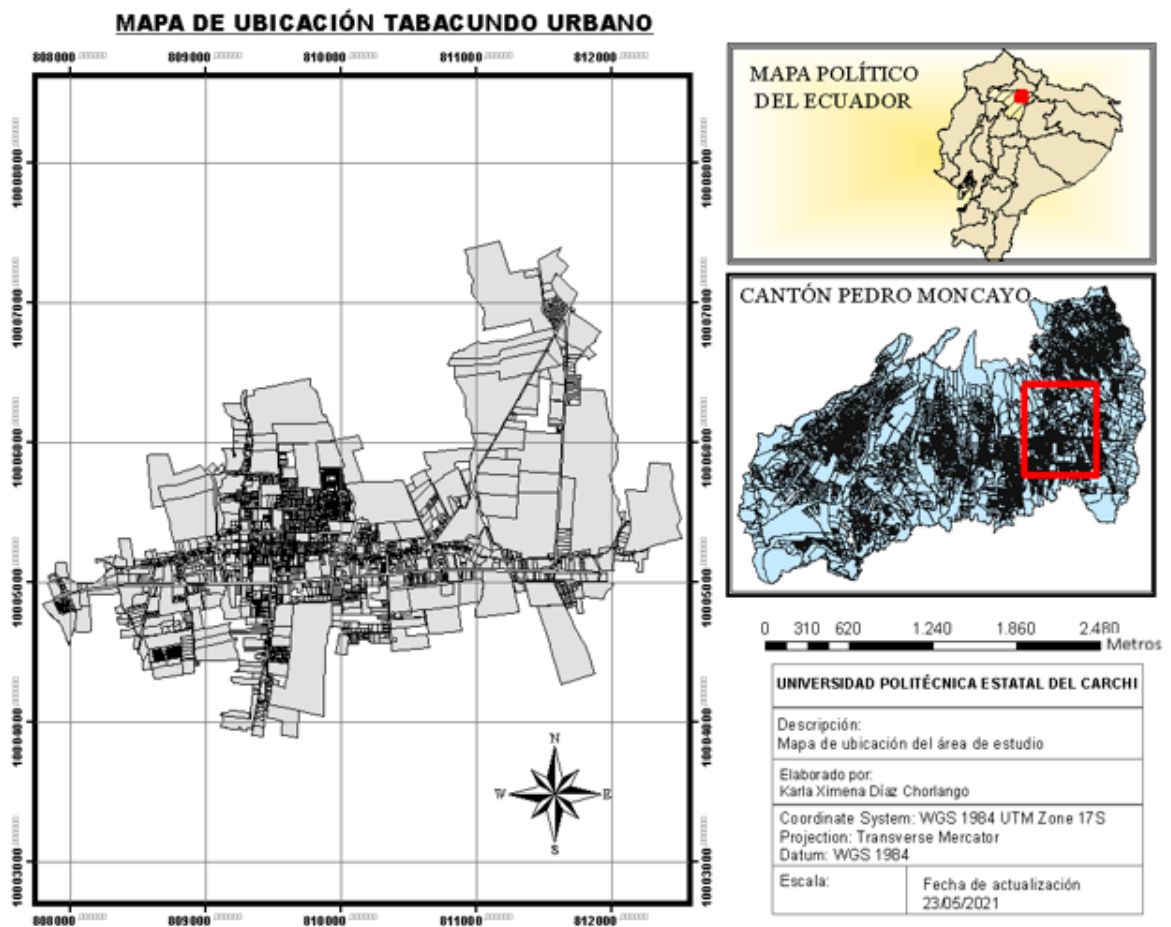


Figura 2: Mapa de Ubicación Tabacundo Urbano
Fuente: Elaboración propia. (2021)

4.1.2. Escenario actual del servicio de recolección de residuos sólidos urbanos

El Municipio del Cantón Pedro Moncayo en coordinación con la Dirección de Gestión Ambiental, son los que tienen la responsabilidad de brindar el servicio de recolección para los servicios sólidos a la parroquia urbana de Tabacundo, mismo que se ejecuta los martes, jueves y sábados como se observa en la tabla. Por otro lado, la recolección se la realiza de forma no diferenciada el método que se utiliza es a filo de vereda y finalmente concluida la recolección del día los residuos son llevados al Relleno Sanitario de Moronga, ubicado en la parroquia de Tocachi, el área pertenece al Municipio de Tabacundo y cuenta con 5 hectáreas.

En el informe de rendición de cuentas del año 2019 GAD municipal del Cantón Pedro Moncayo, hace mención del servicio de recolección de basura en la ciudad de Tabacundo, en el cual alude al crecimiento poblacional de la zona y en consecuencia a ello la demanda del mismo servicio.

La recolección y transporte de residuos sólidos se realiza hacia el relleno sanitario, cabe recalcar que la institución cuenta con 2 vehículos recolectores cada uno con una capacidad de ocho toneladas, por otro lado, se ha generado inconvenientes en las rutas de recolección, además existen rutas que no son adecuadas ni óptimas, y en consecuencia a ello ocasiona gastos dentro de la institución (Andrango Cuascota, 2019).

4.1.2.1. Rutas de recolección establecidas por el Gad Municipal.

A continuación, se puede identificar las rutas que se tienen establecidas para el vehículo recolector amarillo, gracias a la información de observación directa de campo se puede percibir que la institución cuenta con tres rutas para martes, jueves y sábado. Sin embargo, cabe mencionar que el sábado se aumenta una ruta adicional como se percibe en la imagen es de color azul, frecuentemente las rutas entre semana pertenecen al color rojo y amarillo, esto quiere decir que no existe una correcta organización en cuanto a las rutas establecidas, ya que este sector es atendido en otro día de la semana y pertenece a otra ruta fuera del casco urbano de Tabacundo.

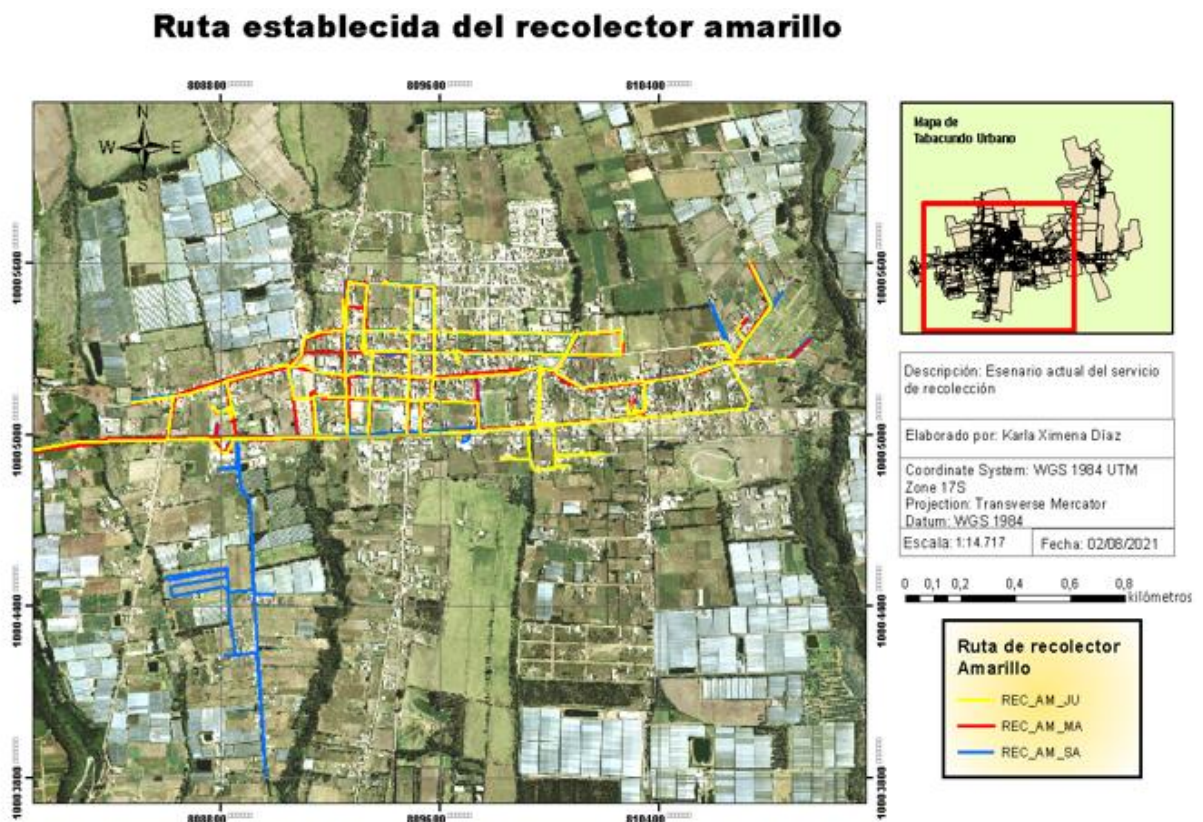


Figura 3: Ruta Establecida del Recolector Amarillo
Fuente: Elaboración Propia. (2021)

Posteriormente, se puede visualizar las rutas establecidas por la municipalidad para el recolector blanco, se puede mencionar que gracias a la observación directa que se realizó, el vehículo cuenta con tres rutas para martes, jueves y sábado. Cabe mencionar que este vehículo se encarga de la recolección para la zona norte y sur del casco urbano de Tabacundo a comparación del recolector amarillo que lleva a cabo la parte céntrica de la ciudad. Por otro lado, también es pertinente mencionar que no existe control para las rutas, como se puede percatar en la imagen que para el sector de color rojo no es atendida correctamente, además se puede decir que este sector es atendido únicamente el martes lo que hace que se exista una gran acumulación de basura, es por esta razón que es conveniente realizar un control a los vehículos.

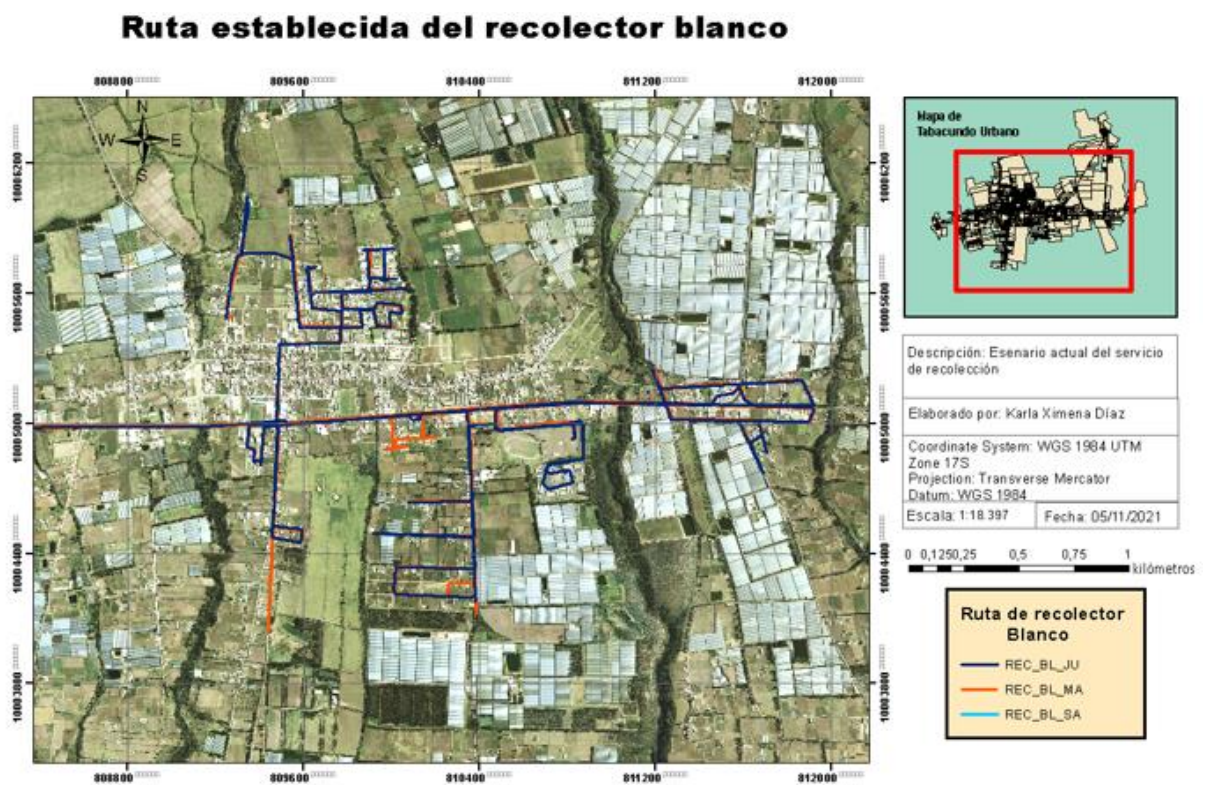


Figura 4: Ruta Establecida del Recolector Blanco
 Fuente: Elaboración Propia. (2021)

Consecuentemente, a nivel general se ha podido identificar como se encuentran establecidos los horarios para los días de recolección de la parroquia urbana de Tabacundo. En la tabla 3 se encuentra información en cuanto a los horarios que se efectúa la recolección para los residuos sólidos, también está el tiempo que se demora haciendo la recolección y también se puede identificar la capacidad para cada recolector. Se puede identificar que la recolección se realiza los martes, jueves y sábado para el casco urbano en el horario de 15h00 pm a 20h00 pm entre semana, mientras que para el sábado se realizada de 07h00 am a 14h00 pm.

TABLA 3: Horario de Recolección

RECOLECCIÓN	HORARIO	TIEMPO	VEHÍCULO	CAPACIDAD
Martes	15h00- 20h00/21h00	5 a 6 horas promedio	Recolector	8 toneladas
Jueves	15h00- 20h00/21h00	5 a 6 horas promedio	Recolector	8 toneladas
Sábado	07h00- 14h00	7 horas promedio	Recolector	8 toneladas

También hay que recatar que los dos camiones con los que cuenta el GAD municipal realizan la recolección de residuos sólidos en las cuatro parroquias restantes como es: Malchinguí, Tocachi, La Esperanza y Tupigachi.

Tabla 4: Horario de Parroquias rurales

PARROQUIAS	FRECUENCIA	HORARIO
La Esperanza	Martes y Jueves	08h00- 14h00
Malchingui	Lunes y Viernes	08h00- 14h00
Tocacchi	Viernes	08h00- 14h00
Tupigachi	Miércoles-Viernes	08h00- 14h00

La institución municipal de la ciudad Tabacundo cuenta con dos unidades para realizar el servicio de recolección, mismos que ayudan a mantener un control de aseo dentro de la urbe, sin embargo, cabe recalcar que la flota posee características como se puede observar a continuación en la tabla.4

TABLA 5: Flota Vehicular

RECOLECTOR	ZONA	PLACA	CAPACIDAD	MODELO	FRECUENCIA
Blanco	Zona norte /sur	(GA-04)	8 toneladas	Internacional	Martes, jueves y sábado
Amarillo	Zona céntrica/sur	(GA-03)	8 toneladas	UD-Trucks 2015	Martes, jueves y sábado

La recolección de los residuos sólidos en la parroquia urbana de Tabacundo se realiza con dos vehículos recolectores, además, cabe mencionar que cada chofer es responsable del vehículo asignado. Los vehículos también son sometidos a mantenimientos preventivos donde abarca el cambio, de aceite, filtro, engrasado etc., en promedio la revisión se aplica cada dos meses, por otro lado, también se realiza un mantenimiento correctivo este es realizado cada vez que existan daños, según menciona Patricio Cabascango responsable del departamento de residuos sólidos del GAD Pedro Moncayo.

En la urbe de Tabacundo las rutas de recolección no están definidas con un estudio técnico actualizado, teniendo en cuenta que ha crecido la densidad poblacional y por efecto ocasionando que algunos sectores no reciban el servicio de aseo, además, es pertinente aludir que las rutas que recorre el vehículo recolector no son adecuadas, ya que en muchas de las veces tiende a pasar por el mismo camino ocasionando que exista una pérdida de recursos. También existe una variación de producción de basura en la parroquia urbana de Tabacundo entre los días de recolección los cuales son los martes, jueves y sábado, haciendo mención del martes se realizan dos viajes de descarga al relleno debido a la cantidad de basura acumulada, esto es ocasionado porque no se brinda servicio de recolección viernes, domingo y lunes, sino hasta el martes según el calendario panificado por la institución, por otro lado, los jueves y sábados se realiza una sola descarga de basura, por el mismo hecho que es pasando un día, y por ende la basura no se acumula en grandes cantidades.

4.1.2.1. Flujograma de investigación

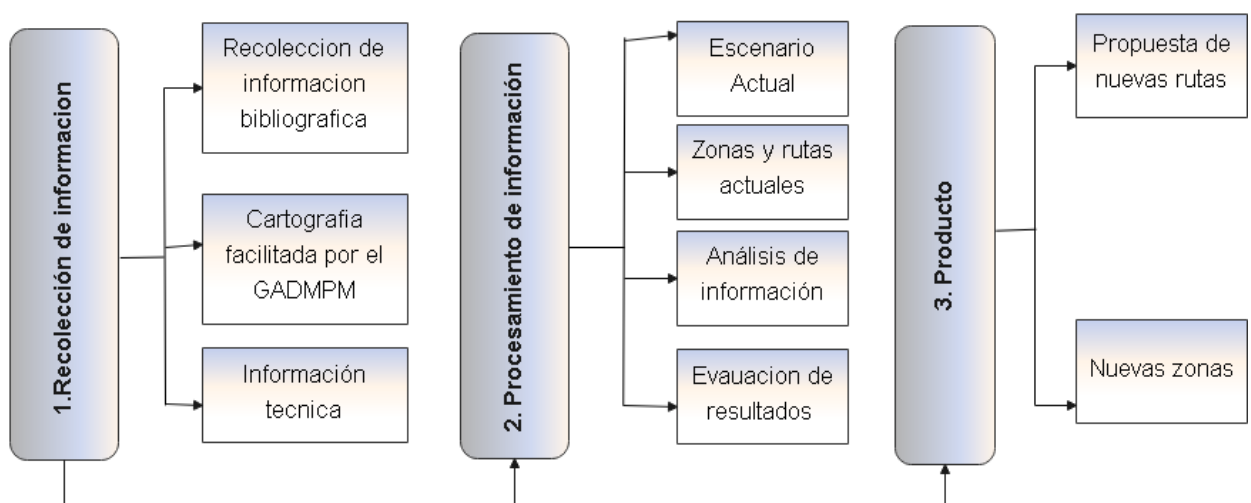


Figura 5: Flujograma de Investigación
Fuente: Elaboración Propia. (2021)

En la figura 5 se puede visualizar el proceso a seguir para la investigación mismo que se encuentra conforme a investigaciones realizadas precedentemente, donde se encontró semejante al trabajo de investigación que se está realizando. Conjuntamente, se puede apreciar cómo se actuó el desarrollo del esquema metodológico en la figura 6. Esto quiere decir que se aplicó el flujograma y el esquema para llegar a un producto final.

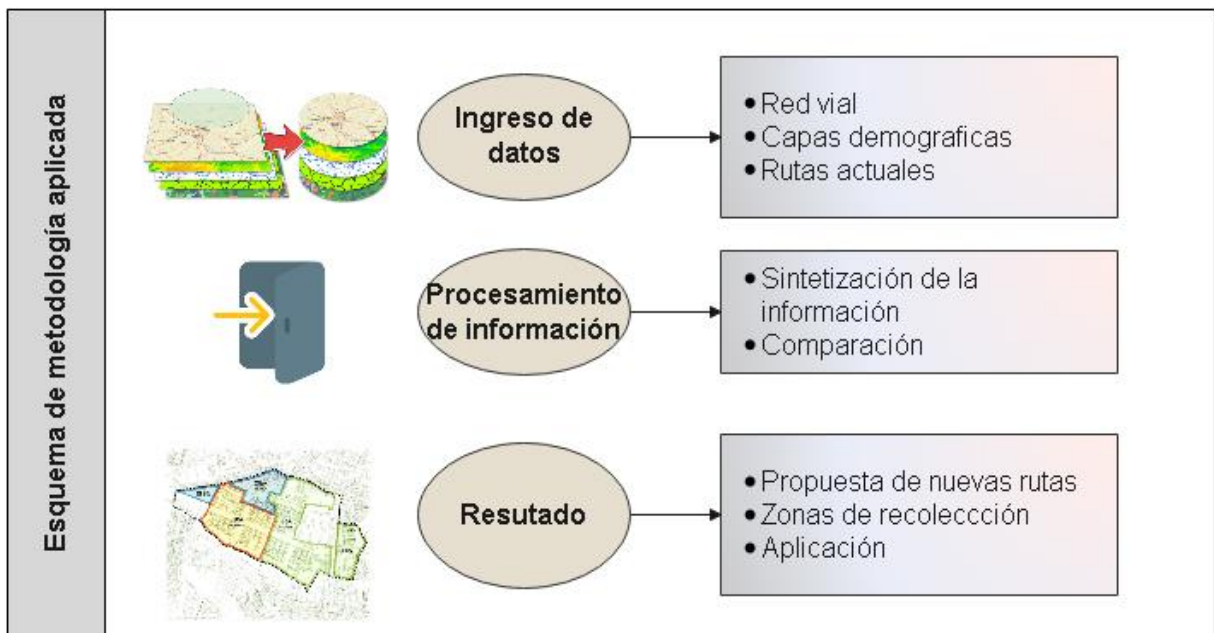


Figura 6: Esquema de Metodología Aplicada
Fuente: Elaboración Propia. (2021)

4.1.2.2. Justificación de metodología

Para efectuar la investigación se empleó investigación de campo en el área de estudio, lo cual permitió conocer resultados apegados a la realidad, se pudo determinar las rutas reales que aplicaba el chofer en la urbe con ello se puede lograr aplicar rutas que permitan una optimización de tiempo y recursos lo cual es benéfica para la institución.

El objetivo principal dentro de la investigación es encontrar las rutas óptimas y con ello ayude a reducir los tiempos en el trayecto, conjuntamente permita reducir recursos para la maquinaria, por otro lado, cabe mencionar que los vehículos inician su recorrido desde la municipalidad y terminan su actividad en el relleno sanitario.

4.1.3. Recopilación de información

Para iniciar la recopilación de información de los residuos sólidos en la parroquia de Tabacundo se empleó técnicas de observación, entrevistas y fichas de información, esto ayudo a comprender de forma más amplia el panorama de la zona de estudio. Asimismo, permitió conocer sobre la demografía, horarios de recolección y su densidad poblacional.

Es oportuno mencionar que gracias a la colaboración de la Municipalidad se pudo adquirir datos acerca del sentido vial, sin embargo, la información proporcionada no se encontraba actualizada, por lo que se procedió a realizar una pertinente codificación a las vías con el fin de identificar con brevedad si pertenece al sentido unidireccional o bidireccional.

4.1.3.1. Procesamiento de información

Para el emplear procesamiento de información, se lo efectúo mediante la herramienta de ArcGIS, con la finalidad de realizar rutas óptimas, además la misma ayudo para procesar información de la red vial, la cual que fue aplicada con el objeto de no quebrantar ninguna norma de tránsito. En caso de indicar inconvenientes se procede a dar solución con las reglas topología.

En efecto con lo anterior mencionado, con los parámetros descritos el sistema de gestión de datos (SGBD) proporciona un entorno de eficiencia para almacenamiento y la recuperación de esta información (Silberschatz y Korth, 1998).

Al mismo tiempo, con el analizador de redes para la optimización de rutas nuevas se genera un punto de inicio y uno de fin, con esto se puede establecer una menor distancia posible, por ende, logrando reducir recursos de la operación.

4.1.3.2. Producto

Según manifiesta Posso (2009) en esta etapa la información se la puede verificar en el objetivo general y también en los objetivos específicos propuestos dentro de la investigación.

Hernández, Méndez, Mendoza y Cuevas (2017) mencionan que se presenta la información a las personas que se encuentran relacionadas de forma directa con el presente tema de investigación. En este caso de la Municipalidad el recurso humano encargado que labora para efectuar el servicio de recolección de desechos sólidos en la parroquia urbana de Tabacundo, entonces si existiese alguna sugerencia se procederá a realizar un nuevo tratamiento a la información obtenida con el fin de tener una aceptación total.

4.1.4. Aplicación metodológica

4.1.4.1. Recopilación de información.

Para la etapa de recolección de datos es primordial identificar información directamente relacionada con el lugar de estudio, con ello permitiendo conocer el área demográfica, densidad poblacional y así mismo aspectos como los horarios que realiza a flota vehicular para la recolección de los residuos sólidos. La institución municipal del Cantón Pedro Moncayo de igual manera facilitó la información sobre la generación diaria los residuos sólidos de la parroquia de Tabacundo: martes 24,16 ton/día, jueves 11,42 ton/día y sábado 10,47 ton/día generando un total de 46,05 toneladas a la semana.

Además, se recopiló información sobre las características de los ejes viales con el fin de poder identificar el sentido de las vías y avenidas. Por otro lado, a través de observación directa se pudo identificar cómo es el proceso que se realiza para la recolección de basura.

Conjuntamente en la recopilación de datos se aplicó la entrevista a Patricio Cabascango responsable del departamento de residuos sólidos del GAD Pedro Moncayo, también se aplicó entrevista al personal encargado de hacer las rutas de recolección en la parroquia urbana de Tabacundo. Ver entrevistas en el Anexo 5

La recopilación de datos para el análisis de redes en el diseño de rutas de recolección de desechos sólidos urbanos se llevó a cabo en cooperación con el departamento de residuos sólidos del GAD Pedro Moncayo, quien la información digital del plano catastral de la parroquia de Tabacundo cabe mencionar que el mismo no contaba con información actualizada de las vías.

También es oportuno indicar que para proceder en el trabajo de investigación lo primordial es contar con una capa de vías actualizada en efecto esta debe estar proyectada y referenciada con el sistema de cobertura plana a su escala adecuada.

En cuanto al soporte cartográfico estos fueron proporcionados a partir de archivos *shapefile* en escala de 1:50,000 facilitados por el GAD Municipal de Tabacundo la capa de vías, además se proveyó el *shapefile* catastral del Cantón Pedro Moncayo junto con la ortofoto misma que ayudo a una mejor visualización de área de estudio.

TABLA 6: Documentos Proporcionados por la Municipalidad

Archivo	Escala	Descripción	Fuente	Año
Shapefile	1:50,000	Vías	GADMPPM	2016
Shapefile	1:50,000	Catastro	GADMPPM	2016

4.1.4.2. Procesamiento de información

Para el tratamiento de información se procedió de dos formas, se inició con una generación de capa para las vías misma que ayuda a conocer como es la dirección vial para cada calle, además permite identificar como está la situación en la urbe con las rutas de recolección de desechos inorgánicos. En cuanto a la segunda forma se efectuó a relacionar la información demográfica con las viviendas, ya que esto permite saber el volumen de basura que se está produciendo en la ciudad para realizar recolección.

El programa ArcGIS en sí mismo utiliza algunas herramientas para procesar información de la red de carreteras, así también como las direcciones y sentidos viales de las carreteras bien sea unidireccional o bidireccional, también se tiene que tomar en cuenta la relación entre entidades geométricas ya que prevalecen en un espacio compartido puntos, líneas o polígonos, con efecto a ello se pueden crear bases de datos haciendo uso de las reglas de topología, ya que en caso de suceder un error este puede ser solucionado.

4.1.5. Tratamiento de información de vías

4.1.5.1. Actualizar información

Los datos facilitados por el Gobierno Autónomo Descentralizado del Municipio de Pedro Moncayo (GADMPM), consiste en una tabla de atributos con los ejes viales no actualizados misma que está conformada por: Nombre, FID, Shape, OBJECTI, Id, Provincia, Cantón, Parroquia, Zona, Longitud, Digitalizada, Fecha, TIPO, ACABADO, Shape Leng. Figura 7.

La tabla de atributos contiene varios datos que no son necesarios para la investigación, se puede observar que actualmente la tabla está conformada con 743 datos y estaba nombrada ejes viales, es por lo que se vio pertinente limpiar la tabla y así trabajar con información necesaria para la investigación.

Nombre	FID	Shape	OBJECTI	Id	Provincia	Canton	Parroquia	Zona	Longitud	Digitaliza	Fecha	TIPO	ACABADO	Shape Leng
PANAMERICANA	0	Polyline	1	0	17	4	50	1	184,32541	JORGE	25/01/2016	AVENIDA	ASFALTADO	184,32541
VELASCO IBARRA	1	Polyline	2	0	17	4	50	1	323,051407	JORGE	25/01/2016	CALLE	ADOQUINADO	323,051407
VICENTE ESTRELLA	2	Polyline	3	0	17	4	50	1	129,066981	JORGE	25/01/2016	CALLE	ADOQUINADO	129,066981
MARCO REINOSO	3	Polyline	4	0	17	4	50	1	182,661721	JORGE	25/01/2016	CALLE	ADOQUINADO	182,661721
SUCRE	4	Polyline	5	0	17	4	50	1	310,220638	JORGE	25/01/2016	CALLE	ADOQUINADO	310,220638
VICENTE ESTRELLA	5	Polyline	6	0	17	4	50	1	100,914296	JORGE	25/01/2016	CALLE	ADOQUINADO	100,914296
MARCO REINOSO	6	Polyline	7	0	17	4	50	1	60,898345	JORGE	25/01/2016	CALLE	ADOQUINADO	60,898345
MARCO REINOSO	7	Polyline	8	0	17	4	50	1	15,172248	JORGE	25/01/2016	CALLE	ADOQUINADO	15,172248
JOSE CATUCLUAGO	8	Polyline	9	0	17	4	50	1	232,378256	JORGE	25/01/2016	CALLE	ADOQUINADO	232,378256
JOSE HONORIO JARAMILLO	9	Polyline	10	0	17	4	50	1	174,84598	JORGE	25/01/2016	CALLE	ADOQUINADO	174,84598
SIN	10	Polyline	11	0	17	4	50	1	105,066963	JORGE	25/01/2016	CALLE	TIERRA	105,066963
SIN	11	Polyline	12	0	17	4	50	1	118,215676	JORGE	25/01/2016	CALLE	TIERRA	118,215676
VELASCOS IBARRA	12	Polyline	14	0	17	4	50	1	211,646276	JORGE	25/01/2016	CALLE	ADOQUINADO	211,646276
SIN	13	Polyline	16	0	17	4	50	1	287,02083	JORGE	25/01/2016	CALLE	LASTRADO	287,02083
VELASCO IBARRA	14	Polyline	17	0	17	4	50	1	376,703313	JORGE	25/01/2016	CALLE	TIERRA	376,703313
PANAMERICANA	15	Polyline	18	0	17	4	50	1	351,600306	JORGE	25/01/2016	AVENIDA	ASFALTADO	351,600306
FRANCISCO CACHIPIENDO	16	Polyline	19	0	17	4	50	1	290,032467	JORGE	25/01/2016	CALLE	TIERRA/LASTR	290,032467
23 DE NOVIEMBRE	17	Polyline	20	0	17	4	50	1	370,46009	JORGE	25/01/2016	CALLE	LASTRADOVAD	370,46009
SIN	18	Polyline	21	0	17	4	50	1	60,943982	JORGE	25/01/2016	PASAJE	ADOQUINADO	60,943982
SUCRE	19	Polyline	22	0	17	4	50	1	162,071325	JORGE	25/01/2016	CALLE	ADOQUINADO	162,071325

Figura 7: Tabla de atributos, información de vías no actualizadas

Fuente: Elaboración Propia (2021)

4.1.5.2. Eliminar los errores topológicos

Se realiza el análisis de redes del SIG para la actualización de las vías y se utiliza la herramienta *topology*, esto ayuda a identificar los errores y a eliminarlos en el diagrama de las capas, comúnmente esta herramienta es utilizada para la red vial, ya que existen discordancia en las líneas.

Para el uso de la herramienta de Topología se crea la *geodatabase* con el *Feature Dataset*, se importa la capa para el procesamiento e identificar los errores suscitados en la programación. En el proceso se aplica reglas que pueda comparar e indicar los errores, frecuentemente se encuentra las reglas más empleadas como inca la tabla 6.

TABLA 7: Regla de Líneas

Regla	Descripción
Must not self intersect	La línea dibujada no debe cortarse consigo misma
Must not overlap	Las líneas no debes sobreponerse con otra
Must not intersect	No deben intersectarse las entidades

A continuación, con la información ya depurada han quedado 339 datos, los cuales son relevantes y ayudan a la investigación, los campos a considerar fueron: Shape, Nombre, Tipo y Acabado consecuentemente se agregó campos de: ONE_WAY, LIM_VELO, FACT_VEL, VEL_REAL, TIME_MIN y Shape_Lenght, los campos añadidos fueron creados con la finalidad de saber el sentido vial del área geográfica para el caso de ONE_WAY, en la columna de LIM_VELO se consideró parámetros relacionados con la columna de ACABADO la cual permitió diferenciar las condiciones de las calles, para el asfaltado que se encuentra en la panamericana se le dio un valor de 90 debido a que ese es el límite de velocidad, también se encuentra el adoquinado con una velocidad límite de 50, de igual manera para el lastrado, empedrado y tierra. Por otro lado, se encuentra el campo de FAC_VEL el cual es el factor de velocidad de igual manera se procedió a efectuar una relación con el ACABADO, el factor de velocidad tiene un rango que va de 0 a 1, considerando que cero es más bajo y uno más alto entonces la asignación se realizó: asfaltado con un valor de 0,6 teniendo en cuenta que es una calle de buenas condiciones para circular, y la asignación de 0,5 se dio para el adoquinado, lastrado y tierra considerando que las calles no tienen un estado formidable y finalmente para el acabado de las calles en piedra se colocó el valor de 0,4 ya que las calles tienen una deteriorización por el pasar del tiempo debido a ello el vehículo tiene dificultades para transitar por ende la velocidad se reduce.

Posteriormente con los datos antes mencionados se procede a sacar la velocidad real para ello se procede a la multiplicación entre límite de velocidad y el factor de velocidad, también se efectúa el cálculo del tiempo en minutos y para ello se aplica la fórmula de tiempo igual distancia sobre velocidad ver figura 8.

Shape	Nombre	TIPO	ACABADO	ONE WAY	LIM VELOC	FACT VEL	VEL REAL	TIME MIN	Shape Length
Polyline	PANAMERICANA	AVENIDA	ASFALTADO	BI	90	0,6	54	0,204806	184,32541
Polyline	VELASCO IBARRA	CALLE	ADOQUINADO	TF	50	0,6	30	0,646171	323,065694
Polyline	VICENTE ESTRELLA	CALLE	ADOQUINADO	BI	50	0,6	30	0,258134	129,066981
Polyline	MARCOS REINOSO	CALLE	ADOQUINADO	BI	50	0,6	30	0,365379	182,689539
Polyline	SUCRE	CALLE	ADOQUINADO	BI	50	0,6	30	0,620441	310,220638
Polyline	VICENTE ESTRELLA	CALLE	ADOQUINADO	FT	50	0,6	30	0,201829	100,914296
Polyline	MARCO REINOSO	CALLE	ADOQUINADO	BI	50	0,6	30	0,121797	60,898345
Polyline	MARCO REINOSO	CALLE	ADOQUINADO	BI	50	0,6	30	0,030344	15,172248
Polyline	JOSE CATUCUAGO	CALLE	ADOQUINADO	BI	50	0,6	30	0,464757	232,378256
Polyline	JOSE HONORIO JARAMILLO	CALLE	ADOQUINADO	BI	50	0,6	30	0,349692	174,84598
Polyline	JOSE HONORIO JARAMILLO	CALLE	TIERRA	BI	50	0,5	25	0,276764	115,318184
Polyline	PASAJE JOSE HONORIO	CALLE	TIERRA	BI	50	0,5	25	0,283718	118,215676
Polyline	VELASCOS IBARRA	CALLE	ADOQUINADO	BI	50	0,6	30	0,423293	211,646276
Polyline	DESVIÓ A LOS MOTELES	CALLE	LASTRADO	BI	50	0,5	25	0,688885	287,02083
Polyline	VELASCO IBARRA	CALLE	TIERRA	BI	50	0,5	25	0,904088	376,703313
Polyline	PANAMERICANA	AVENIDA	ASFALTADO	BI	90	0,6	54	0,390667	351,600306
Polyline	FRANCISCO CACHIPUENDO	CALLE	TIERRA/LASTRADO	BI	50	0,5	25	0,696078	290,032467
Polyline	23 DE NOVIEMBRE	CALLE	LASTRADO/ADOQUINADO	BI	50	0,5	25	0,889104	370,46009
Polyline	CALLEJÓN 01	PASAJE	ADOQUINADO	BI	50	0,6	30	0,121888	60,943982
Polyline	SUCRE	CALLE	ADOQUINADO	BI	50	0,6	30	0,324143	162,071325
Polyline	FRANCISCO CACHIPUENDO	CALLE	TIERRA	BI	50	0,5	25	0,183929	76,637156
Polyline	5 DE ABRIL	CALLE	LASTRADO	BI	50	0,5	25	0,577101	240,458855
Polyline	VECINAL	AVENIDA	ASFALTADO	FT	70	0,6	42	0,140489	98,34221
Polyline	23 DE NOVIEMBRE	CALLE	ADOQUINADO/LASTRADO	BI	50	0,5	25	0,659191	274,662906

Figura 8: Tabla de atributos depurada, información de vías actualizada
Fuente: Elaboración Propia. (2021)

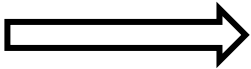
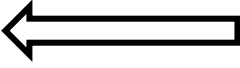
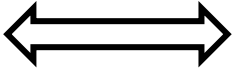
4.1.5.3. Sentido vial

Inicialmente, las vías proporcionadas no contaban con una correcta denominación vial, es decir que, solo indicaban el sentido unidireccional siendo que algunas no correspondían en ese sentido si no más bien le correspondía ser bidireccionales, también es necesario indicar que no se muestra el sentido de la vía, por lo que se vio necesario acceder a la tabla de atributos para definir el correcto sentido vial.

Según alude el instituto de investigación de sistemas ambientales ESRI (2016) las calles de sentido único deben ser modeladas con los distintos atributos de restricción en el sentido de dirección correspondiente ida y vuelta, por ende, se ha codificado como indica la tabla 7 a continuación.

Se denominó un atributo para el sentido de las calles con el nombre de ONEWAY, con el objetivo de poder determinar el sentido de la circulación de cada vía, es decir: si su desplazamiento es desde-hacia (*From to*) se agrega la codificación de FT, pero si es hacia-desde (*To from*) se agrega el valor de TF, de igual forma es pertinente indicar que cuando la circulación es bidireccional se coloca BI.

TABLA 8: Sentido Vial

DIRECCIÓN	SENTIDO VIAL	EXPLICACIÓN
	FT (From-To)	El flujo se realiza en el mismo sentido que fue dibujado
	TF (To- From)	El flujo se realiza en sentido opuesto que fue dibujado
	BI (Bidireccional)	El flujo se realiza en doble sentido

4.1.5.4. Complemento de la información

La información vial siempre debe estar actualizada, esto se refiere a las líneas y distancias se lo debe hacer antes de eliminar los errores topográficos, en caso de presenciar información en una columna se procederá a reemplazar los anteriores datos de la distancia por actuales mediante la herramienta *Calculate Geometry*.

TABLA 9: Complemento de la Información

Tipo de vía	Limite Max (Km/h)	Rango	
		Moderado (km/H)	Infracción (Km/H)
Urbana	40	$40 < V < 50$	> 50
Perimetral	70	$70 < V < 95$	> 95
Rectas de carreteras	70	$70 < V < 100$	> 100

La información adquirida por la Municipal muestra que la velocidad permitida en los camiones recolectores de residuos sólidos en la parroquia urbana de Tabacundo es de 20 Km/h promedio, esto para avenidas, por otro lado, para las calles de la parte céntrica corresponde a la velocidad de 12 Km/h, también es oportuno mencionar que recorrido para ir al relleno sanitario tiene una velocidad de 40 Km/h.

En el casco urbano de Tabacundo se tiene establecido el sentido vial, esto es realizado con la finalidad de poder identificar las normas existentes, ya que existen lugares con aceras más amplias para el uso peatonal a esto se considera el sentido unidireccional para la parte céntrica de la ciudad.

4.1.5.5. Convertir la capa línea a punto

Con el empleo de la herramienta *Feature to point* (características a punto) se procede a crear el punto medio de la vía, con el objeto de posteriormente copiar las entidades de la capa demográfica. Es un proceso ineludible, ya que permite al programa aplicar la herramienta *New Vehicle Routing Problem* del *Network Analyst* (Problema de enrutamiento de vehicular del analista de red) un número máximas de órdenes permitidas lo cual es de 1,000 órdenes en las propiedades de rutas. Por el mismo hecho con la información sintetizada ayuda comprender la información proporcionada de una vía en un solo punto.

En la tabla de atributos denominada *habitadas_casa* cuenta con 2000 datos y está conformada por los siguientes campos: FID, Shape, barrio, areater, areaco, dominio, terreno, persona, apellido, nombres, ident, mail, teléfono, domicilio, tipopre, v_t, v y clave ante, los datos mencionados algunos de ellos no son relevantes para la investigación. También es pertinente mencionar que esta tabla es una capa de polígono la cual ayuda a identificar visualmente las viviendas de las personas. Ver figura 9.

FID	Shape	barrio	areater	areaco	dominio	terreno	persona	apellido	nombres	ident	mail	telefono	domici	tipopre	v_t	v	cla_ante
1	Polygon	BARRIO	240.84	114.52	PRIVADO	EDIFICADO	NATURAL	BURGOS ROSERO	JOSE DANIEL	040113305	NO TIENE	0997100914	CALLE 05 DE ABRIL	URBAN	0	0	1704500707999
2	Polygon	BARRIO	4855.78	1290.72	PRIVADO	EDIFICADO	NATURAL	PEREZ PEREZ	PEPITO MARIA	100183882	NO TIENE	2366776	BARRIO SANTA MARIANITA	URBAN	0	0	1704500707001
3	Polygon	BARRIO	5158.71	490.75	PRIVADO	EDIFICADO	NATURAL	DIAZ QUASCUA	SEGUNDO TEODORO	170316111		0	S DE ABRIL	URBAN	0	0	1704500705024
4	Polygon	BARRIO	250.79	46.86	PRIVADO	EDIFICADO	NATURAL	MARTINEZ MONTENEGRO	ROSA ISMERIA	040026060		0	LA Y	URBAN	0	0	1704500705003
5	Polygon	BARRIO	370.01	236	PRIVADO	EDIFICADO	NATURAL	CHIRAN FARINANGO	SEGUNDO EDGAR	171235238	NO TIENE	SA	CALLE 05 DE ABRIL	URBAN	0	0	1704500205003
6	Polygon	BARRIO	1383.2	50.08	PRIVADO	EDIFICADO	NATURAL	HEREDERO DE COLLAGU	JUAN JOSE	170593246	NO TIENE	0991945040	CALLE FRANCISCO CACHIPU	URBAN	0	0	1704500707003
7	Polygon	BARRIO	2107.44	129.75	PRIVADO	EDIFICADO	NATURAL	ESPINOSA AREVALO	JUAN CECILIO	170372578	JCESAREV@YA	0987536342	LUIS FREYLE Y 13 DE AGOS	URBAN	0	0	1704501010001
8	Polygon	BARRIO	475.1	104.21	PRIVADO	EDIFICADO	NATURAL	SANCHEZ CABASCAINGO	PEDRO ADAN	170379243	NOTIENE	2365840	CALLE AGUILES POLANCO	URBAN	0	0	1704500220004
9	Polygon	BARRIO	162.94	175.34	PRIVADO	EDIFICADO	NATURAL	SANCHEZ MARROQUIN	SEGUNDO MARIANO	170163760	benisanchez1@	2366933	TABACUNDO BARRIO LA 18	URBAN	0	0	1704501217027
10	Polygon	BARRIO	650.76	74.66	PRIVADO	EDIFICADO	NATURAL	ESTRELLA HIDROBO	MARTHA CECILIA	170039330	NO TIENE	NO TIENE	QUITO-	URBAN	0	0	1704500715106
11	Polygon	BARRIO	123.57	123.57	PRIVADO	EDIFICADO	NATURAL	INTRIAGO VILLAMARIN	JONNY NAPOLEON	130627203	NO TIENE	0986201340	CALLE B Y 18 DE SEPTIEMB	URBAN	0	0	1704501220001
12	Polygon	BARRIO	346.31	15.93	PRIVADO	EDIFICADO	NATURAL	SISA SANCHEZ	JOSE AVELINO	170026687		0979633321	ROCAFUERTE Y LUIS FREILE	URBAN	0	0	1704500714043
13	Polygon	BARRIO	436.67	222.57	PRIVADO	EDIFICADO	NATURAL	TARAPUES POZO	IMARCO ERNEY	040089852	NO TIENE	NO TIENE	TABACUNDO	URBAN	0	0	1704500718004
14	Polygon	BARRIO	1025.13	288.17	PRIVADO	EDIFICADO	NATURAL	CISNEROS MORALES	JOSE HERNAN	1711004849	no tiene	02365453	CALLE 18 DE SEPTIEMBRE -T	URBAN	0	0	1704500713010
15	Polygon	BARRIO	270.75	164.58	PRIVADO	EDIFICADO	NATURAL	SANCHEZ MARROQUIN	SEGUNDO ELECCER	170473928	no tiene	2366354	15 DE SEPTIEMBRE	URBAN	0	0	1704501221001
16	Polygon	BARRIO	138.54	81.11	PRIVADO	EDIFICADO	NATURAL	DE LA CRUZ	PEDRO	170554125		0993486947	COCHASQUI - BARRIO EL CH	URBAN	0	0	1704501217049
17	Polygon	BARRIO	4764.68	130.79	PRIVADO	EDIFICADO	NATURAL	CUZCO PUOTA	LUZ MARIA	171533288		0967646097	TABACUNDO	URBAN	0	0	1704500715051
18	Polygon	BARRIO	1112.79	66.23	PRIVADO	EDIFICADO	NATURAL	MAFLA GOMEZ	JUIVER EDISON	170162655	matte77@hotmail	366176	18 DE SEPTIEMBRE	URBAN	0	0	1704500714026
19	Polygon	BARRIO	277.74	78.12	PRIVADO	EDIFICADO	NATURAL	FARIS MONCAYO	CARLOS ANTONIO	080330011	NO TIENE	0	LA 18 DE SEPTIEMBRE	URBAN	0	0	1704501218016
20	Polygon	BARRIO	356.57	57.09	PRIVADO	EDIFICADO	NATURAL	SANCHEZ MARROQUIN	LUZ MARIA	170579549		SA	TABACUNDO	URBAN	0	0	1704501222058
21	Polygon	BARRIO	1280.36	459.13	PRIVADO	EDIFICADO	NATURAL	CASIRIO MANILLA	SLIN GERMAN	171963132	NO TIENE	SA	TABACUNDO	URBAN	0	0	1704501222058
22	Polygon	BARRIO	206.02	48.24	PRIVADO	EDIFICADO	NATURAL	CASTILLO GUERRERO	ERNESTO OSWALD	040085774	NO TIENE	0999111014	18 DE SEPTIEMBRE	URBAN	0	0	1704500713006
23	Polygon	BARRIO	2189.26	72.25	PRIVADO	EDIFICADO	NATURAL	SANCHEZ CATACTA	SEGUNDO MELCHOR	170258774		SA	TABACUNDO	URBAN	0	0	1704501222057
24	Polygon	BARRIO	404.18	163.07	PRIVADO	EDIFICADO	NATURAL	GUZMAN MARTINEZ	ALONSO FIDEL	060345172	NO TIENE	0981238342	CALLE 18 DE SEPTIEMBRE	URBAN	0	0	1704501218005

Figura 9: Tabla de atributos de Viviendas, información no depurada
Fuente: Elaboración Propia. (2021)

La tabla de atributos denominada *puntos_vivienda* cuenta con 2000 datos contiene información depurada la cual sirve para la investigación, cabe mencionar que esta tabla es una capa de punto que ayuda a identificar la vivienda sin ocupar mucho espacio como la capa de polígono, esta tabla de atributos se encuentra conformada por los siguientes campos: FID, Shape, nombre, ident, domici, también se agregó NUM_PERSON, FPB, PROD_BAS. Ver figura 10.

Fin	Shad	apellido	nombres	ident	domici	NUM PERSON	FPB	PROD BAS
1	Point	BURGOS ROSERO	JOSE DANIEL	0401133053	CALLE 05 DE ABRIL	5	0,73	3,65
2	Point	PEREZ PEREZ	PEPITO MARIA	1001838828	BARRIO SANTA MARIANITA	5	0,73	3,65
3	Point	DIAZ GUASGUA	SEGUNDO TEODORO	1703161115	5 DE ABRIL	5	0,73	3,65
4	Point	MARTINEZ MONTENEGRO	ROSA ISMERIA	0400260600	LA Y	5	0,73	3,65
5	Point	CHIRAN FARINANGO	SEGUNDO EDGAR	1712352382	CALLE 05 DE ABRIL	5	0,73	3,65
6	Point	HEREDERO DE COLLAGUAZO	JUAN JOSE	1705932463	CALLE FRANCISCO CACHIPUENDO	5	0,73	3,65
7	Point	ESPINOSA AREVALO	JUAN CECILIO	1703725786	LUIS FREYLE Y 10 DE AGOSTO	5	0,73	3,65
8	Point	SANCHEZ CABASCANGO	PEDRO ADAN	1703792430	CALLE AGUILAS POLANCO	5	0,73	3,65
9	Point	SANCHEZ MARROQUIN	SEGUNDO MARIANO	1701637603	TABACUNDO BARRIO LA 18 DE S	5	0,73	3,65
10	Point	ESTRELLA HIDROBO	MARTHA CECILIA	1700393307	QUITO-	5	0,73	3,65
11	Point	INTRIAGO VILLAMARIN	JONNY NAPOLEON	1306272038	CALLE B Y 18 DE SEPTIEMBRE	5	0,73	3,65
12	Point	SISA SANCHEZ	JOSE AVELINO	1700266875	ROCAFUERTE Y LUIS FREILE	5	0,73	3,65
13	Point	TARAPUES POZO	MARCO ERNEY	0400888525	TABACUNDO	5	0,73	3,65
14	Point	CISNEROS MORALES	JOSE HERNAN	1710048495	CALLE 18 DE SEPTIEMBRE -TABA	5	0,73	3,65
15	Point	SANCHEZ MARROQUIN	SEGUNDO ELIECER	1704739281	18 DE SEPTIEMBRE	5	0,73	3,65
16	Point	DE LA CRUZ	PEDRO	1705541256	COCHASQUI - BARRIO EL CHOLA	5	0,73	3,65
17	Point	CUZCO PUJOTA	LUZ MARIA	1715332886	TABACUNDO	5	0,73	3,65
18	Point	MAFLA GOMEZ	JUVER EDISON	1701626556	18 DE SEPTIEMBRE	5	0,73	3,65

Figura 10: Tabla de atributos Puntos Vivienda. Información depurada

Fuente: Elaboración Propia. (2021)

4.1.5.6. Tratamiento de la información para la demografía

En esta etapa se identifica los lugares con más afluencia de basura que tiene para recolectar el vehículo recolector. Para efectuar el propósito es necesario trabajar con una capa demográfica la cual indique información necesaria para proceder con la investigación: La información catastral del Cantón fue propiciada por el ente Mundial, específicamente por el departamento de gestión ambiental.

4.1.5.7. Depuración

Es pertinente mencionar que se debe ajustar la capa catastral a una de información, esta debe contener la demografía de la ciudad. Posteriormente, se procede a realizar la edición de la información con el fin de que contenga los datos necesarios.

Además, se procederá a efectuar la creación de nuevos campos para el número de personas por vivienda, para saber la producción de basura por vivienda habitada, con lo anterior mencionado se procede a calcular la generación de desechos sólidos en el casco urbano de Tabacundo.

Se pudo conocer la información de la producción de basura por los datos del registro del relleno mismos que fueron propiciados por la municipalidad, con ello se pudo calcular las toneladas diarias de basura generada, dando un valor de 46,05 Ton/día también se realizó el cálculo de

manera mensual y se obtuvo 131,17 Ton/día asimismo mediante con la población proyectada de 7694 se pudo calcular el factor de producción de basura 0,73 kg /día/hab.

De igual manera se procedió a la aplicación de una fórmula con el finde calcular la producción de basura donde se tiene que multiplicar el número de personas por el factor de producción de basura (Vázquez, Mulás, y Aguilar, 2016).

A continuación, se presenta la tabla de atributos donde se procedió a ingresar los campos del número de personas en una vivienda, tiempo promedio de espera que se efectuó la recolección de los residuos sólidos y la producción total de los desechos.

TABLA 10: Depuración

NOMBRE	VALOR
NUM_PERSON	5 personas
TIME_STOP	0,16 segundos
PROD_BAS	3,65 (N.º de personas* fator de producción basura)

4.1.5.8. Selección de viviendas

En una capa catastral se identifica la condición de los lotes, además de eso muestra si se encuentra habitada o deshabitadas, por esta razón se procede a seleccionar las viviendas ocupadas, ya que estas se encuentran produciendo desechos con el fin de reducir los puntos y adecuarlos necesariamente por donde pasa el vehículo recolector.

Dentro de la capa de atributos de la capa catastral se procede a realizar una selección por atributos tomando los capos de las viviendas que se encuentren habitadas, o en efecto se deberá identificar cualquier parámetro que muestre que la vivienda está habitada.

4.1.5.9. Convertir la capa de polígono a punto

Con la edición terminada en la capa catastral, como próximo paso es convertir la capa misma que es un archivo vectorial de polígono a un archivo de punto, para ello se hará uso de la herramienta *Feature To Poin.*

4.1.5.10. Determinar la vía cercana a la vivienda

Con el archivo *shapefile* de punto se ingresa se procede a ingresar a la *geodatabase* ya elaborada para posterior con el uso de la herramienta *Near* con relación a la capa de vías, esta herramienta permite determinar a la calle más cercana y su propósito es poder identificar cuál es la vía más próxima para poder dejar los desechos sólidos.

En la tabla de atributos de la capa de viviendas se realizan tres campos adicionales, donde se procederá con el campo de *NEAR_FID* para posterior utilizar con el siguiente paso.

4.1.5.11. Tabla de atributos

Se procede con el propósito de reducir el número de órdenes y para ello se hace una tabla con la herramienta *SUMARIZE*, misma que permite compilar la información del tiempo de espera y además la cantidad que debe recoger de basura.

4.1.5.12. Join Tabla con *Shapefile* punto de vías

Para proceder se debe enlazar la tabla con capa la capa de puntos y con ello se referencia el tiempo de espera y también la cantidad de basura sumada. Con este paso se puede simplificar el número de órdenes adicional a esto también se encuentra la rapidez del procesamiento de información cuando se ejecuta la solución en el analizador de redes.

Juntamente con el *join* se realiza una copia a los campos de tiempo de espera y la de suma de recolección de basura y posteriormente se desvincula el *join*.

4.1.5.13. Red de datos

Con el archivo de vías se realiza un *Network Dataset* esto servirá para poder trabajar con la herramienta de *Network Analys*, con la creación de la base para los datos de redes se procede a designar un nombre, en este caso fue *TABACUNDO_ND*, y en efecto a ello en las especificaciones de los atributos de redes se ha establecido por defecto la longitud y las restricciones de las vías, además es pertinente indicar que se complementan las restricciones sumando la variable de tiempo, con esto obteniendo la longitud y tiempo.

Concluyendo se debe analizar los parámetros de direcciones para poder identificar que las unidades de longitud y tiempo se encuentren bien definidas, y se complementa los atributos en la capa, adicional a ello se toma como referencia el nombre de la vía.

4.1.6. Proceso para la información de resultados

4.1.6.1. Herramienta de enrutamiento de vehículos

Con la información depurada se inicia la proyección de las nuevas zonas, asimismo están deberán cubrir las rutas de los vehículos recolectores, además cabe mencionar que para este proceso se hará uso de la herramienta de problema de enrutamiento de vehículo (*vehicle routing problem*).

Al tener la nueva ventana de análisis de redes se procede a configurar con los parámetros siguientes:

4.1.6.2. Órdenes

En esta sección se debe ingresar la ubicación es decir por donde debe circular el vehículo, y para este caso serán las viviendas habitadas con los parámetros siguientes: definir la hora en la que se procede con la recolección de residuos sólidos, este parámetro indica la producción de basura de cada vivienda, por otro lado, se encuentra el tiempo el cual indica la demora que se tiene para subir al vehículo recolector los desechos, mismos datos que fueron especificados en la tabla 9.

4.1.6.3. Depósito

Se procede a ingresar datos como es el punto de partida, el cual está ubicado en la mecánica municipal y asimismo el punto de llegada el cual corresponde a la ubicación del relleno sanitario. En caso de no tener las capas para el punto inicio y fin se procede a crear el archivo *shapefile* denominado salida y llegada. Con el archivo *shapefile* de salida en este caso la tiende a ser la mecánica municipal el punto de partida, mientras que para el archivo *shapefile* de llegada se lo destina al relleno sanitario.

4.1.6.4. Rutas

En este ítem se debe configurar las condiciones para los vehículos recolectores de residuos sólidos por lo que se procede a ingresar la cantidad de vehículos a fin de que cubran con todas las rutas faltantes de la zona.

Automáticamente, el sistema determinará la cantidad que sea necesaria para cubrir a todas zonas con las rutas respectivas, por lo que se debe integrar a recolectores y rutas que se pretenda trazar.

4.1.6.5. Parámetros *Solve*.

Para proceder con la ejecución se configura parámetros mismos que efectuaran los análisis, por esta razón se establece en la ventana de propiedades las unidades de longitud y tiempo. Continuamente se presiona el botón *solve* para dar inicio tanto a la realización de las zonas como a las rutas correspondientes.

4.1.6.6. Comparación de resultados.

Con la información de las rutas establecidas de los vehículos recolectores de residuos sólidos, se procede a realizar un análisis comparativo con las rutas ejecutadas y las rutas propuestas esto ayudara a deducir en cuanto al tiempo utilizado y la distancia total recorrida, y así posteriormente se encontrarán ventajas y desventajas para cada vía propuesta.

4.1.6.7. Resultados

Posteriormente, se presentan los resultados obtenidos en el transcurso de proceso utilizando la metodología antes mencionada en el capítulo anterior, además se puede evidenciar la información como es de recopilación y tratamiento de la información figura 11, en efecto a ello se puede decir que se complementa con la parte de procesamiento de información.

4.1.6.8. Recolección y procesamiento de la información

Con la obtención de la información necesaria para efectuar la investigación se procede a la presentación de los procesos realizados conforme a la metodología previamente mencionada.

4.1.6.9. Tratamiento de información de vías

En la figura 11 se puede encontrar el resultado de las vías del casco urbano de Tabacundo, donde se puede identificar que la fecha de creación original es en el año 2016 y su actualización es a inicios del primer semestre del 2021.



a) Año 2016

b) Año 2021

*Figura 11: Vías del Caso Urbano de Tabacundo
Fuente: Elaboración Propia. (2021)*

En la posterior figura 12 se puede apreciar la parte céntrica de la parroquia de Tabacundo, donde se tiene establecido el sentido vial de las calles. Además, se puede evidenciar que actualmente el GADMPPM cuenta con nuevas vías las cuales no tenían un correcto sentido vial, por esta razón se procedió a corregir los errores pertinentes acorde a su dirección.



Figura 12: Sentido Vías en Tabacundo
 Fuente: Elaboración Propia.

4.1.6.10. Tratamiento de la información demográfica

La institución municipal proporcionó la información de la capa de catastros para el casco urbano de Tabacundo, donde se pudo evidenciar que cuenta con 2000 datos relacionadas con las viviendas habitadas, áreas y perímetro de los lotes, posteriormente con la presente información se procede a realizar una depuración dejando lo más relevante también se incrementó campos de tiempo de espera y la cantidad de basura producida por núcleo familiar. Información que se puede observar en las figuras: figura 13 se encuentra el mapa del catastro de la parroquia de Tabacundo, el mismo que está conformado por un archivo de una capa de polígono donde contiene lotes con viviendas y lotes vacíos, también se encuentra la figura 14 que de igual manera está conformada por un archivo de una capa de polígono la cual presenta al casco urbano de Tabacundo, el cual es el área de estudio, por otra parte, también se encuentra la figura 15 donde se puede identificar la transformación del archivo de la capa polígono a un nuevo archivo de punto, el mismo pasa con la información del archivo de polígono.

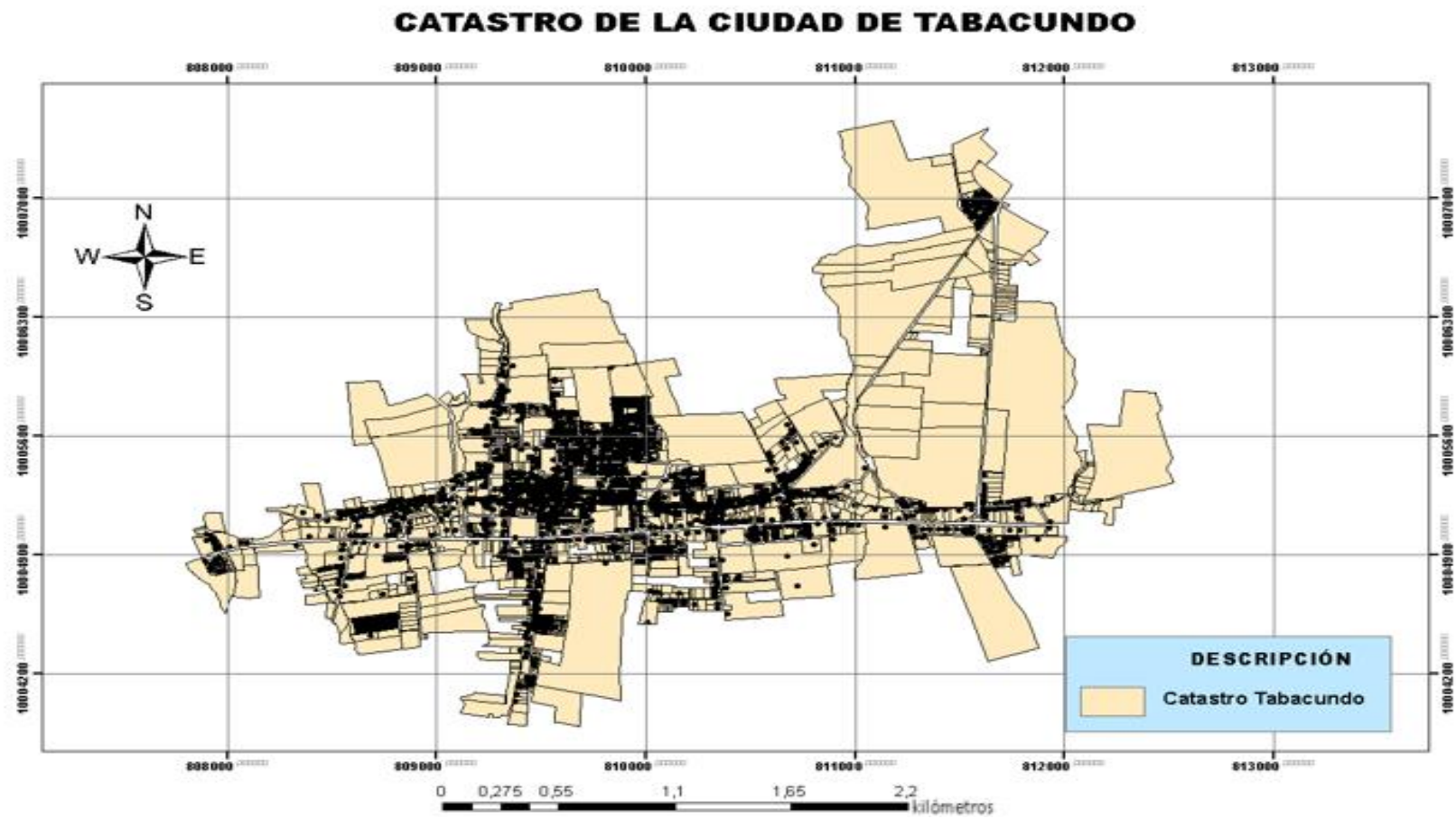


Figura 13: Catastro de la Ciudad de Tabacundo
 Fuente: Elaboración Propia (2021)



Figura 14: Catastro de los Lugares habitados de Ciudad de Tabacundo
 Fuente: Elaboración propia (2021)

CATASTRO DE LA CIUDAD DE TABACUNDO

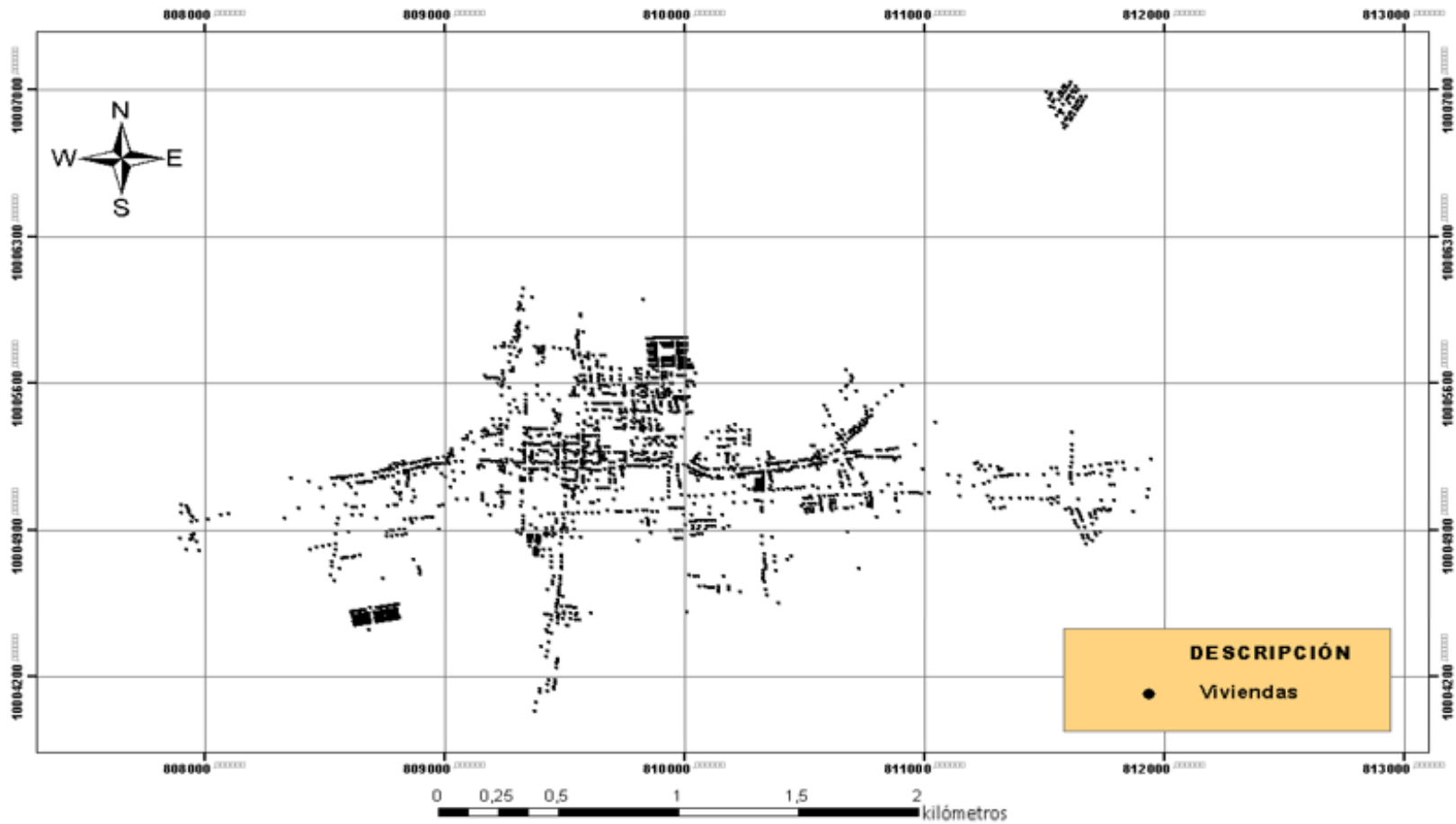


Figura 15: Catastro de las Viviendas de Ciudad de Tabacundo.
Fuente: Elaboración propia (2021)

Con la realización del anterior proceso se puede percibir en la figura 16 la ubicación de las viviendas habitadas concentradas en el perímetro urbano de la parroquia de Tabacundo.

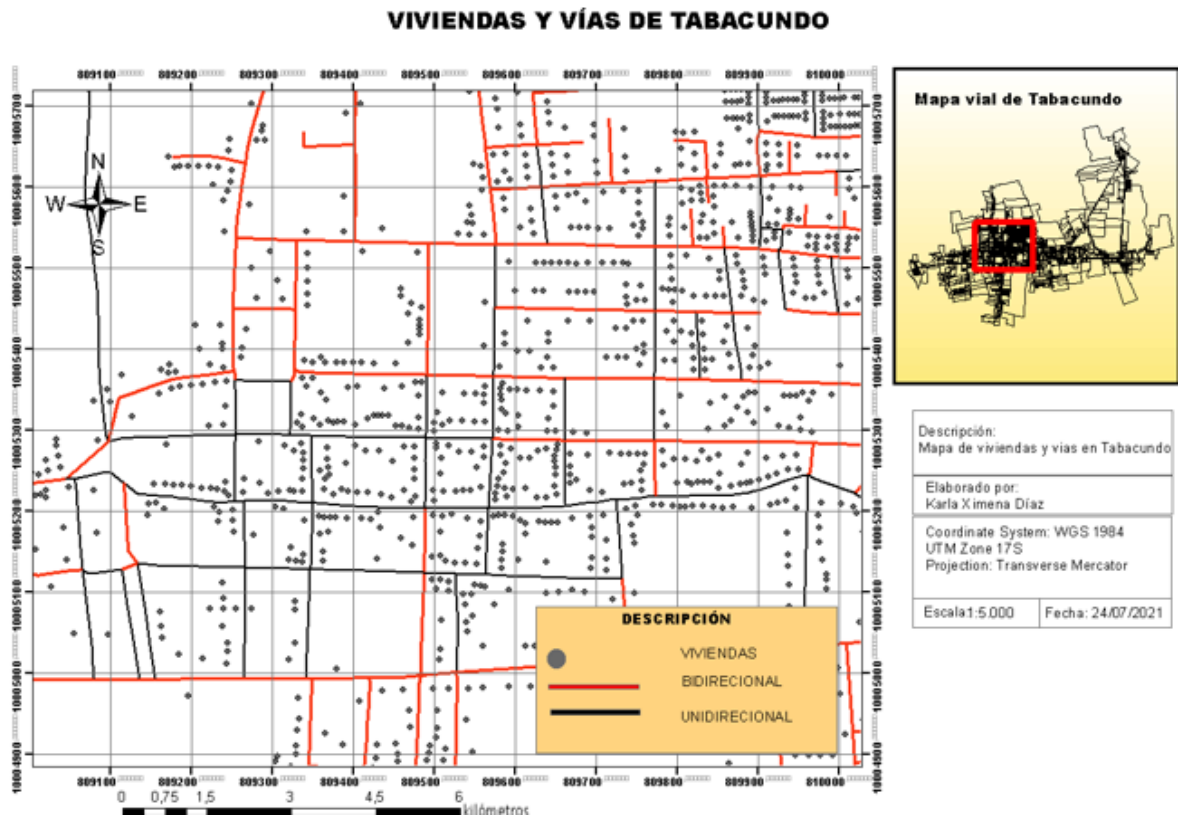


Figura 16: Viviendas y vías de Tabacundo.
Fuente: Elaboración Propia (2021)

Con la información simplificada del número de viviendas las cuales son representadas por puntos se tiene una sección del plano de la ciudad de Tabacundo, representada en la figura 17

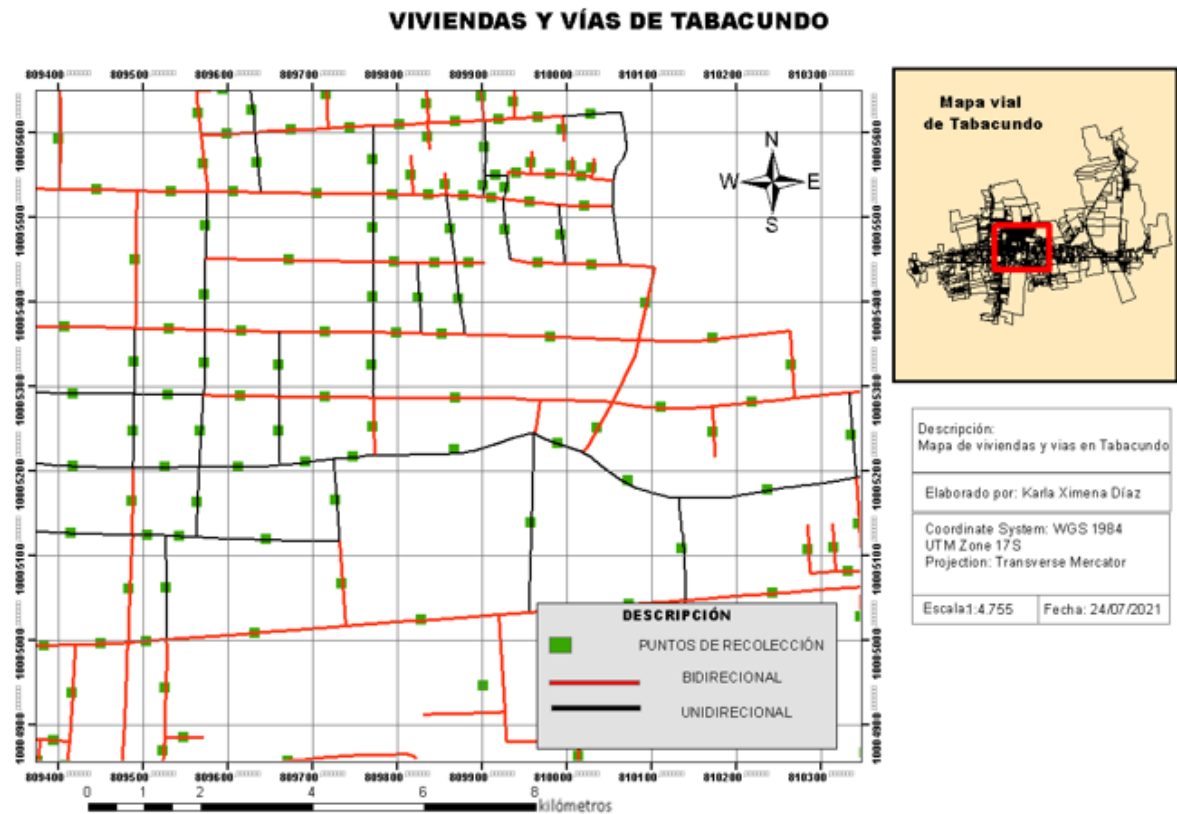


Figura 17: Puntos de recolección y vías de Tabacundo
Fuente: Elaboración Propia (2021)

Por otro lado, se puede apreciar los puntos de recolección donde deberá pasar el vehículo recolector, con la herramienta aplicada se tiene información presentada en la figura 18, y se puede observar la generación de dos nuevas rutas, las cuales cubren todas las calles del casco urbano de Tabacundo, considerando siempre respetar el sentido vial y límites de velocidad ya establecidos por la ANT, ya que al no hacerlo atraería consecuencias como son las sanciones.

4.1.7. Diseño de rutas con la aplicación Vehicle Routing Problem (VRP)

4.1.7.1. Rutas propuestas a cada una de las zonas

Para conseguir las rutas actuales se utilizó la aplicación de wikiloc, donde se procedió a hacer seguimiento de las rutas a cada uno de los vehículos recolectores, en efecto para obtener datos reales posteriormente se hizo la transformación GPS a un archivo de *shapefile* para cargarlos en el mapa de la ciudad de Tabacundo, con ello se logró determinar las rutas actuales en operación, esto permitió obtener información de la longitud, área, tiempo transcurrido, número de personas atendidas además de un promedio de basura que se produce en cada una de las rutas.

Los datos de las rutas actuales que se presentan a continuación corresponden a cada una de las zonas que comprende la ciudad de Tabacundo, donde se puede identificar los recorridos de mayor y menor longitud, cabe mencionar que está dividida en dos zonas norte y sur.

Para realizar el diseño de las rutas se tomó en cuenta parámetros como:

- El recorrido actual de los carros recolectores de la municipalidad.
- El promedio de toneladas recogidas por los carros recolectores.
- El número de viviendas del sector.
- También se consideró los límites geográficos.

Posteriormente como se puede observar en la figura 18 se procedió a ejecutar la aplicación del analizador de redes, donde se configuró para los dos vehículos recolectores de desechos que cuenta actualmente la institución.



Figura 18: Cobertura en las zonas de Tabacundo
Fuente: Elaboración Propia (2021)

4.1.7.2. Propuesta de rutas de recolección de residuos sólidos para la parroquia de Tabacundo.

Mediante el software “ArcGIS” se procedió a simular las nuevas rutas de recolección para cada zona, este sistema se basa en el modelo de VRP (problema de ruteo vehicular) con programación lineal con el punto más cercano, con ello el software plantea la ruta de acuerdo con los puntos más cercanos al vehículo recolector. Se simuló las nuevas rutas para cada zona tomando el sentido vial correspondiente de la ciudad, ya que este factor es importante para que el sistema arroje una ruta factible, para que posteriormente el vehículo realice la recogida de los residuos sólidos en cada punto de la ciudad.

En el diseño de rutas de recolección de residuos sólidos también se debe tomar en cuenta los siguientes parámetros:

- Punto de partida, mismo que está ubicado en la mecánica municipal.
- Punto de final, destinado al relleno sanitario.
- El sentido de vial para la circulación.
- Tiempo disponible para efectuar la operación.
- Identificar el sentido de las vías.

Además, es pertinente mencionar que cada ruta ha sido simulada desde el punto de partida de los vehículos, mismo que se encuentra situado en la calle plaza Gutiérrez y Rumiñahui junto a cementerio municipal, hasta el relleno sanitario de la Municipalidad ubicado en la parroquia de Tocachi en la localidad de Moronga.

También hay que indicar que los elementos de análisis de VRP de la extensión del *Network Analyst* para un diseño de rutas, es la herramienta indicada para realizar rutas para el servicio de recolección de residuos sólidos por acera. Además, el VRP se basa en el algoritmo de Dijkstra (algoritmo de caminos mínimos) debido a que determina la ruta más corta de la red vial.

El objetivo del VRP consiste en encontrar la mejor ruta para la flota vehicular, ya que debe atender varias órdenes o un menor costo operativo, en efecto se debe tomar en cuenta parámetros de tiempo y distancia con ello consiguiendo la ruta óptima, esto permite resolver varios problemas como la capacidad de carga del carro recolector, tiempo máximo a llevar a cabo el recorrido, lapso para carga y descarga.

Por otro lado, hay que mencionar que el VRP necesita de un *Network Dataset* para realizar el análisis de redes, lo cual es la red de transporte en este caso, compuesta por nodos y ejes, donde los nodos son las intersecciones viales y los ejes son las vías en general.

La nueva ruta simulada representa la zonificación que deberá recorrer el vehículo en la parte sur del casco urbano de Tabacundo, este viaje está designado para el “Recolector_01” que en efecto se refiere al vehículo amarillo, en la figura 19 puede apreciar cómo se encuentra dibujado el recorrido para el servicio de recolección a la ciudadanía, cubriendo a diversos sectores de la Parroquia, y con ello brindando salubridad a la localidad.



Figura 19: Nueva Ruta de Recolección Zona Sur
Fuente: Elaboración Propia. (2021)

Asimismo, para el recorrido sur se tomó en cuenta distintos parámetros como se puede observar en la tabla 10 donde está la frecuencia para los días de recolección, el horario y tiempo de trabajo el cual se lo realiza por la tarde actualmente Tabacundo está conformada con una población de 7694, esto quiere decir que existe constatación de producción de residuos sólidos en un grupo familiar conformado por cinco personas puede llegar a producir 3,65 kg de basura.

TABLA 11: Ruta Sur

Ruta sur	
Frecuencia	Martes- Jueves-Sábado
Horario de trabajo	15:00 -20:00 07h00-14h00
Tiempo en realizar la recolección	5 horas
Habitantes	7694
Producción de basura	3,65 kg por cada 5 personas

Por otro lado, en la simulación se obtuvo la información de cuanto tiempo se demora el vehículo en realizar la ruta y como resultado dio un tiempo de 3h57 minutos para realizar la acción de la recolección además arrojo una distancia de 39 km. También es importante mencionar que existe mayor afluencia de basura en la calle Simon Bolivar y en el mercado Municipal, ya que son sectores con comerciales. De igual forma se puede apreciar en la imagen los depositos y las calles por las que va a transitar el recolector.

[-] Route: vehiculo_01		39 km	3 hr 57 min	Map
1:	Start at INICIO			Map
2:	Go north on PLAZA GUTIERREZ toward RUMIÑAHUI	84 m	< 1 min	Map
3:	Arrive at 151, on the right		< 1 min	Map
	Service Time: < 1 min			
4:	Depart 151			
5:	Continue north on PLAZA GUTIERREZ	47 m	< 1 min	Map
6:	Turn left on PASAJE PLAZA GUTIERREZ	45 m	< 1 min	Map
7:	Arrive at 150, on the left		2 min	Map
	Service Time: 2 min			
8:	Depart 150			
9:	Go back east on PASAJE PLAZA GUTIERREZ	45 m	< 1 min	Map
10:	Turn right on PLAZA GUTIERREZ	93 m	< 1 min	Map
11:	Turn left on RUMIÑAHUI	37 m	< 1 min	Map
12:	Arrive at 79, on the right		< 1 min	Map
	Service Time: < 1 min			
13:	Depart 79			
14:	Go back west on RUMIÑAHUI	37 m	< 1 min	Map
15:	Turn left on PLAZA GUTIERREZ	43 m	< 1 min	Map
16:	Arrive at 80, on the left		< 1 min	Map
	Service Time: < 1 min			
17:	Depart 80			
18:	Continue south on PLAZA GUTIERREZ	43 m	< 1 min	Map
19:	Turn left on MANTILLA	38 m	< 1 min	Map
20:	Arrive at 77, on the left		< 1 min	Map
	Service Time: < 1 min			
21:	Depart 77			
22:	Go back west on MANTILLA	38 m	< 1 min	Map
23:	Turn left on PLAZA GUTIERREZ	39 m	< 1 min	Map
24:	Arrive at 78, on the left		< 1 min	Map
	Service Time: < 1 min			
25:	Depart 78			
26:	Continue south on PLAZA GUTIERREZ	84 m	< 1 min	Map
27:	Arrive at 73, on the left		< 1 min	Map
	Service Time: < 1 min			
28:	Depart 73			
29:	Continue south on PLAZA GUTIERREZ	33 m	< 1 min	Map
30:	Turn right on ISIDRO AYORA	158 m	< 1 min	Map
31:	Turn right on VIA A LAS LAGUNAS	245 m	< 1 min	Map
32:	Arrive at 178, on the right		< 1 min	Map
	Service Time: < 1 min			
33:	Depart 178			
34:	Continue north on VIA A LAS LAGUNAS	246 m	< 1 min	Map
35:	Turn right on HERMANO CARLOS	91 m	< 1 min	Map
36:	Arrive at 229, on the left		< 1 min	Map
	Service Time: < 1 min			
37:	Depart 229			
38:	Go east on HERMANO CARLOS	137 m	< 1 min	Map
39:	Arrive at 154, on the right		< 1 min	Map
	Service Time: < 1 min			
40:	Depart 154			
41:	Continue east on HERMANO CARLOS	45 m	< 1 min	Map
42:	Turn left on PLAZA GUTIERREZ	203 m	< 1 min	Map
43:	Arrive at 153, on the left		3 min	Map

Figura 20: Simulación VRP. Ruta Sur.

Fuente: Elaboración Propia. (2021)

Así también se encuentra la otra ruta simulada, la zonificación de la parte norte del área urbana de Tabacundo que debe recorrer el vehículo, esta ruta está designada para el "Colector_02" que de hecho se refiere al vehículo blanco, en la Figura 20 se puede ver como se traza la ruta para

brindar el servicio de recolección, recorriendo varios sectores de la parroquia, para brindar el saneamiento adecuando a la ciudadanía.



Figura 21: Nueva Ruta de Recolección Zona Norte
Fuente: Elaboración Propia. (2021)

De igual manera, para la ruta norte, se tomaron en cuenta diferentes parámetros, como se muestra en la Tabla 11, que indica la frecuencia de los días de recolección, el horario y la hora de trabajo, que se realiza en la tarde. Tabacundo tiene actualmente una población de 7694 habitantes, lo que significa que hay una producción constante de residuos sólidos en un grupo familiar de cinco personas, que puede producir 3,65 kg de residuos. Se puede afirmar que el tiempo para proceder la recolección es de cinco horas sin realizar la simulación.

TABLA 12: Ruta Norte

Ruta norte

Frecuencia	Martes- Jueves-Sábado
Horario de trabajo	15:00 -20:00 07h00-14h00
Tiempo en realizar la recolección	5 horas
Habitantes	7694
Producción de basura	3,65 kg por cada 5 personas

Para la simulación de la ruta norte se obtuvo un tiempo de 4h30 minutos con una distancia de 47 km, a diferencia de la ruta actual sin la simulación, ya que se demoraba un tiempo de cinco horas, esto quiere decir que produce mayor gasto de recursos para la institución. Cabe recalcar que existen calles con más cantidad de basura como es el sector de la Y mismo que está ubicado por la panamericana. En la imagen de la simulación también permite apreciar los puntos de los depósitos y las calles por las cuales va a circular.

[-] Route: vehiculo_02		47 km	4 hr 30 min	Map
1:	Start at INICIO			Map
2:	Go north on PLAZA GUTIERREZ toward RUMIÑAHUI	288 m	< 1 min	Map
3:	Turn right on HERMANO CARLOS	167 m	< 1 min	Map
4:	Arrive at 149, on the right		< 1 min	Map
5:	Depart 149			
6:	Continue east on HERMANO CARLOS	72 m	< 1 min	Map
7:	Turn left on GARCIA MORENO	116 m	< 1 min	Map
8:	Arrive at 148, on the right		2 min	Map
9:	Depart 148			
10:	Go back south on GARCIA MORENO	177 m	< 1 min	Map
11:	Arrive at 147, on the right		2 min	Map
12:	Depart 147			
13:	Continue south on GARCIA MORENO	114 m	< 1 min	Map
14:	Turn left on ESPAÑA	32 m	< 1 min	Map
15:	Arrive at 145, on the right		< 1 min	Map
16:	Depart 145			
17:	Continue east on ESPAÑA	32 m	< 1 min	Map
18:	Turn right on CALLE DE LOS ARBOLITOS	35 m	< 1 min	Map
19:	Arrive at 139, on the left		< 1 min	Map
20:	Depart 139			
21:	Continue south on CALLE DE LOS ARBOLITOS	35 m	< 1 min	Map
22:	Turn right on RUMIÑAHUI	32 m	< 1 min	Map
23:	Arrive at 328, on the right		< 1 min	Map
24:	Depart 328			
25:	Continue west on RUMIÑAHUI	115 m	< 1 min	Map
26:	Turn left on 18 DE SEPTIEMBRE	163 m	< 1 min	Map
27:	Turn left on LUIS FREILE	309 m	< 1 min	Map
28:	Arrive at 275, on the right		< 1 min	Map
29:	Depart 275			
30:	Continue east on LUIS FREILE	54 m	< 1 min	Map
31:	Arrive at 276, on the right		< 1 min	Map
32:	Depart 276			
33:	Continue east on LUIS FREILE	128 m	< 1 min	Map
34:	Arrive at 71, on the right		2 min	Map
35:	Depart 71			
36:	Go back west on LUIS FREILE	103 m	< 1 min	Map
37:	Turn right on LA RONDA	43 m	< 1 min	Map
38:	Arrive at 90, on the right		1 min	Map
39:	Depart 90			
40:	Continue north on LA RONDA	43 m	< 1 min	Map
41:	Turn right on LUIS MANTILLA	18 m	< 1 min	Map

Figura 22: Simulación VRP. Ruta Sur
Fuente: Elaboración Propia. (2021)

4.1.7.3. Comparación de rutas actuales y propuesta

Actualmente, las rutas se realizan de forma empírica y en consecuencia a ello resulta varios cruces en la misma calle o en ocasiones las unidades de recolección cruzan las mismas calles, esto provoca un consumo de recursos a la institución, como factor negativo también provoca que la actividad de recolección conlleve más tiempo. La ruta que procede actualmente el recolector amarillo se puede observar en la figura 22, se puede evidenciar que tiene mayor carga en la parte céntrica de la ciudad en consecuencia a ello tiende a realizar dos viajes al relleno sanitario, por esta razón es importante realizar la zonificación de tal modo que se utilice de manera óptima los recursos.

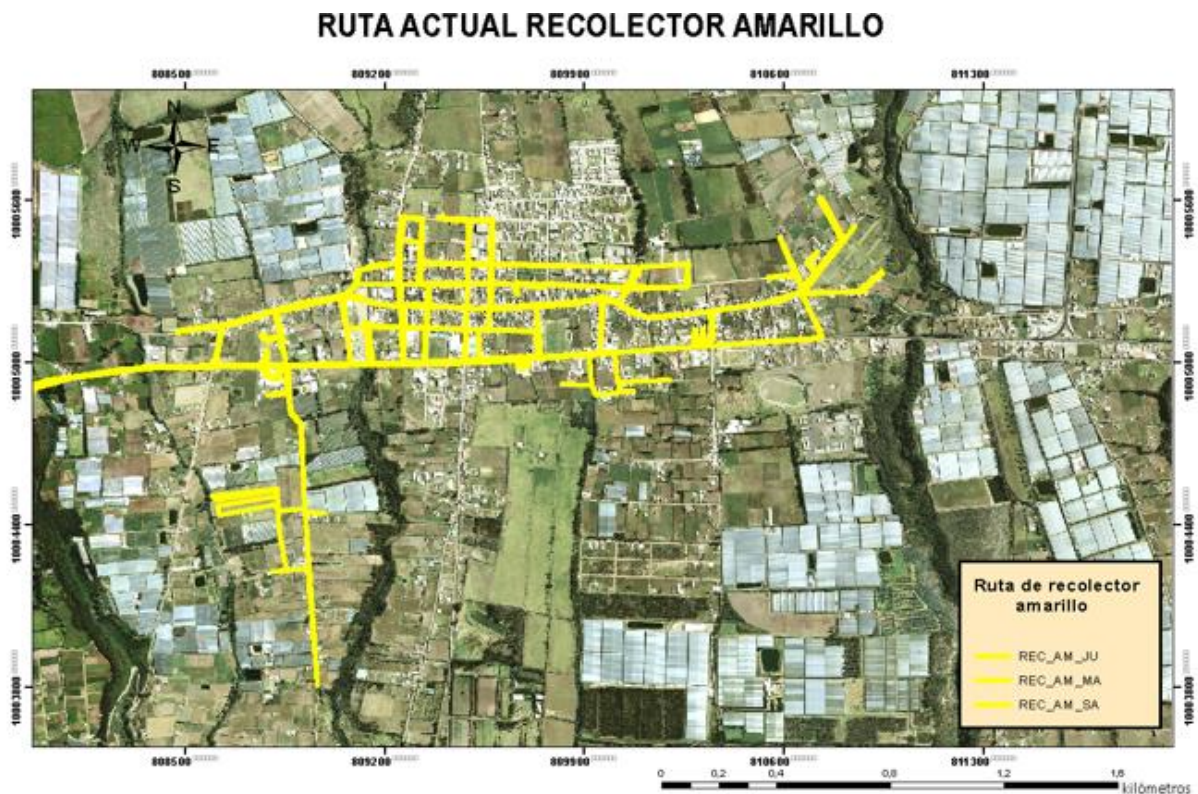


Figura 23: Ruta Actual Recolector Amarillo
Fuente: Elaboración Propia (2021)

Al mismo tiempo en la tabla 12 se puede apreciar datos para cada una de las rutas, donde se puede percatar que el martes tiene una distancia de 76 km siendo la más alta entre las frecuencias, ya que es el primer día que se realiza la recolección para la parroquia, es decir que existe mayor acumulación de desechos y en consecuencia a ello el vehículo realiza dos viajes al relleno sanitario. Por otro lado, la distancia para el resto de los días es de una distancia

significativa puesto que no realiza doble viaje, además en la tabla se puede apreciar datos como latitud y longitud para cada ruta.

TABLA 13: Datos recolector amarillo

Frecuencia del vehículo recolector	Distancia (Km)
Recolector amarillo martes	76 km
Recolector amarillo jueves	35 km
Recolector amarillo sábado	38 km

Igualmente, se encuentra la distancia de 19 km que recorre el vehículo recolector hacia el relleno y el tiempo en realizar la actividad de recolección es de cinco horas eso también implica que el vehículo para llegar al vertedero debe pasar por la panamericana por lo que no es conveniente realizar dos viajes puesto que se paga peaje generando gastos al Municipio.

TABLA 14:Recolector amarillo distancia y tiempo

Distancia al relleno	19 km
Tiempo de recolección	5 horas

Por consiguiente, las rutas que realiza actualmente el recolector blanco se pueden observar en la figura 23, asimismo se evidencia que existe mayor carga en los extremos de la ciudad en efecto a esto tiende a realizar viajes más largos, también cabe mencionar que tiene que pasar por sectores de gran afluencia de basura por los tanto en ocasiones realiza dos viajes al relleno sanitario, la importancia de realizar la zonificación es con el fin de que se utilice de manera óptima los recursos, además el servicio de recolección proveerá mejor imagen a la ciudad puesto que los desperdicios no estarán esparcidos en las calles, de la misma forma los pobladores tendrán mayor salubridad.

RUTA ACTUAL RECOLECTOR BLANCO

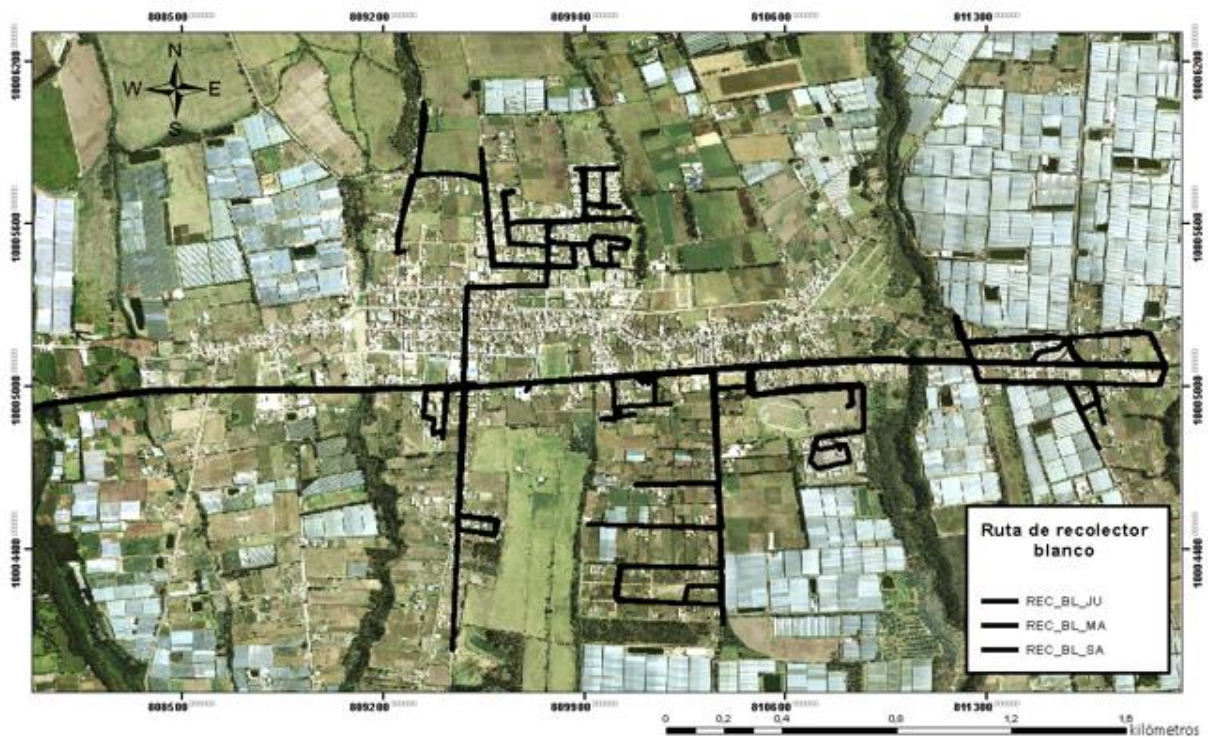


Figura 24: Ruta Actual Recolector Blanco
 Fuente: *Elaboración Propia (2021)*

De igual manera en la tabla 14 se muestran los datos para cada una de las rutas, donde se puede apreciar que el martes tiene una distancia de 79 km siendo la más alta entre las frecuencias esto debido a que es el primer día que se realiza la recolección para la parroquia, en otras palabras, el ese día tiene mayor acumulación de desechos y en consecuencia a ello el vehículo tiende a efectuar dos viajes al relleno sanitario. De igual forma se indica la distancia para el resto de los días esta es una distancia significativa, ya que no hace un viaje doble, la tabla también muestra datos como la latitud y la longitud para cada ruta.

TABLA 15: Datos recolector blanco

Frecuencia del vehículo recolector	Distancia (Km)
Recolector blanco martes	79 km
Recolector blanco jueves	38 km
Recolector blanco sábado	38 km

Asimismo, la distancia de los vehículos recolectores al relleno sanitario es de 19 kilómetros y el tiempo de las actividades de recolección es de cinco horas. Esto también significa que los

vehículos que llegan al relleno sanitario deben pasar por la panamericana lo que no es conveniente por la congestión vehicular, además se tiene que pagar peaje ocasionando gastos a la instrucción.

TABLA 16: Recolector blanco distancia y tiempo

Distancia al relleno	19 km
Tiempo de recolección	5 horas

En la tabla 16 se encuentran la comparación de las rutas diarias de recolección para el recolector amarillo, como se puede verificar el martes tiene la distancia más larga con 76 km por sus dos viajes al relleno, también se encuentra el miércoles con 35 km y el sábado con 38 km por consiguiente el total de las rutas es de 149 km, mientras que la propuesta indica 39 km para todas las rutas debido a la simulación realizada en total dando un resultado de 117 km. Para terminar la diferencia que existe entre el total de la ruta real y la propuesta es de 32 km, lo que significa que la ruta propuesta definitivamente es sustentable.

TABLA 17: Ruta simulada y real recolector amarillo

Días de la semana	Real	Propuesta
Martes	76 km	39 km
Jueves	35 km	39 km
Sábado	38 km	39 km
Total	149 km	117 km

En las rutas agrupadas para el recolector amarillo se encuentra la ruta actual con una distancia de 149 km mientras que el recorrido propuesto corresponde a 117 km, así también se encuentra la mejora con una participación de 21%, esto quiere decir se reduce el combustible también se baja las emisiones de contaminación, además se reduce el mantenimiento del vehículo y se ahorra neumáticos debido a que la ruta tiene una optimización significativa en cuanto a tiempo recorrido de 03h57 minutos a comparación con la ruta actual que posee un tiempo de 5 horas. Tabla 17.

TABLA 18: Rutas agrupadas recolector amarillo

Recorrido actual	149 km
Tiempo	5 horas
Recorrido propuesto	117 km
Tiempo	03h57
% Mejora	21%

Con la mejora del 21% representa a que el sistema simulado de rutas implica una mejor eficiencia para la actividad recolección debido a que se reduce el tiempo y distancia en la ruta, además se estaría reduciendo el impacto ambiental e insalubridad y así brindando mejor servicio a la ciudadanía de Tabacundo. Se debe tener en cuenta que con la creación de rutas facilita la distribución de puntos de recolección y con ellos optimizando la capacidad de carga para los vehículos recolectores.

En la tabla 18 se encuentran los datos de las rutas simuladas y las actuales del recolector blanco y se puede observar que el martes tiene mayor longitud de recorrido con 79 km, ya que este día se realiza dos viajes al vertedero, también está el jueves y sábado con 38 km dando como total 155 km para las rutas actuales. Por otro lado, se encuentra la nueva ruta simulada con una distancia de 47 km para el conjunto de rutas y como total se tiene una distancia de 141 km, por lo que la diferencia entre la ruta actual y la propuesta es de 14 km de distancia.

TABLA 19: Ruta simulada y real recolector blanco

Días de la semana	Real	Propuesta
Martes	79 km	47 km
Jueves	38 km	47 km
Sábado	38 km	47 km
Total	155 km	141 km

Así también en la tabla 19 se puede visualizar las rutas agrupadas del recolector blanco donde el recorrido actual cuenta con una distancia de 155 km mientras que el recorrido realizado con simulación tiene una distancia de 141 km, el valor es menor debido a que se realizó con zonificación, la participación en cuanto a la mejora es de 9%, se puede afirmar que se tiene una

notable optimización en tiempo recorrido con 04h30 minutos en comparación de la ruta actual con un lapso de 5 horas. Además, con la efectividad de la ruta se reduce el combustible y contribuyendo con el ambiente, ya que baja las emisiones de contaminación en el entorno, también afecta positivamente a la flota debido a que se reduce el mantenimiento del vehículo ahorrando neumáticos debido a que el recorrido cuenta con una optimización significativa.

TABLA 20: Rutas agrupadas recolector blanco

Recorrido actual	155 km
Tiempo	5 horas
Recorrido propuesto	141 km
Tiempo	04h30
% Mejora	9%

La mejora del 9% representa que el sistema simulado de rutas implica una mejor eficiencia para la actividad recolección debido a que se reduce el tiempo y distancia en la ruta, además se estaría reduciendo el impacto ambiental e insalubridad y así brindando mejor servicio a la ciudadanía de Tabacundo.

4.1.8. Descripción de la flota

El recolector amarillo de carga posterior realiza la recolección de residuos sólidos urbanos en la parroquia de Tabacundo, dicha recolección se aplica de forma no diferenciada con el método de recolección por acera. La frecuencia de recolección en la ciudad es de manera interdiaria, es decir que se recolecta cada dos días el martes, jueves es de 15h00 a 20h00 y sábado de 07h00 a 14h00. Los dos vehículos recolectores con los que cuenta la municipalidad de Pedro Moncayo también realizan la recolección de residuos sólidos en las cuatro parroquias que conforman el Cantón.



Figura 25: Vehículo recolector Amarillo
Fuente: Elaboración Propia (2021)

En la tabla 20 se muestra la descripción del recolector con marca UD-Trucks 2015 su capacidad es de 8 toneladas/vehículo realizan un viaje por día, los kilómetros de viaje semanal se obtuvieron del total de la ruta diaria tabla 16 para el número de kilómetros promedio por mes se calculó también con el total de las rutas diarias multiplicado por un mes (30 días) dando como resultado 4470. El camión recolector ejecuta 4 viajes a la semana, es decir el martes hace 2 por día mientras que jueves y sábado 1 viaje diario dando como resultado 4 viajes, por esta razón para el cálculo se multiplica los 4 viajes realizados a la semana por las 4 semanas que tiene un mes dando un valor de 16 viajes al mes.

TABLA 21: Descripción de recolector amarillo

Tipo de vehículo	Recolector amarillo
Recolector	UD-Trucks
Capacidad (ton/vehículo)	8
N.º de kilómetros de viaje- semanal	149
N.º de kilómetros promedio- mes	4470
N.º de viajes al mes	16
Flota vehicular	1
Año del vehículo	2015



Figura 26: Vehículo Recolector Blanco
Fuente: Elaboración Propia (2021)

En la tabla 21 se encuentra la descripción del recolector con marca internacional 2002 la capacidad es de 8 toneladas/vehículo realizan un viaje por día, los kilómetros de viaje semanal se obtuvieron del total de la ruta diaria tabla 18, mientras que para el número de kilómetros promedio por mes se calculó también con el total de las rutas diarias multiplicado por un mes (30 días) con un resultado de 4650. Este camión recolector también realiza 4 viajes a la semana, es decir el martes hace dos por día y jueves y sábado 1 viaje al día dando como resultado 4 viajes, El camión recolector ejecuta 4 viajes a la semana, es decir el martes hace 2 por día mientras que jueves y sábado 1 viaje diario dando como resultado 4 viajes, por esta razón para el cálculo se multiplica los 4 viajes realizados a la semana por las 4 semanas que tiene un mes dando un valor de 16 viajes al mes.

TABLA 22: Descripción de recolector blanco

Tipo de vehículo	Recolector blanco
Recolector internacional	Internacional
Capacidad (ton/vehículo)	8
N.º de kilómetros de viaje- semanal	155
N.º de kilómetros promedio- mes	4650
N.º de viajes al mes	16
Flota vehicular	1
Año del vehículo	2002

En la tabla 22 están los datos de costo para la flota vehicular, un camión recolector cuenta con 6 llantas y su tiempo de duración se estima entre los seis meses, sin embargo, el costo individual de la llanta en el mercado está entre \$571,43, por consiguiente, el costo para el cambio de las 6 llantas sería de \$3428,58 teniendo en cuenta que son dos vehículos recolectores el costo en conjunto daría un valor de 6857,16. Es importante realizarle manteniendo a los vehículos, ya que podrían causar accidentes al conductor o transeúntes además de ellos se estaría cometiendo una contravención de tránsito al circular con llantas en mal estado.

TABLA 23: Costos de llantas para la flota

N.º Llantas vehículo	6
Duración	6 meses
Costos de llanta	\$ 571,43
Costo de 6 llantas	\$ 3428,58
N.º vehículos	2
Costo de llantas para los dos vehículos	6857,16

En la tabla 23 se encuentra datos de los neumáticos para los vehículos recolectores donde se puede identificar 2 neumáticos de dirección y 4 de tracción de un valor unitario de 517,43\$ con una duración anual de 52800 km. Para el costo por kilómetros se efectuó la cantidad por el valor unitario sobre la duración de kilómetros, dando como resultado para los neumáticos de dirección un costo de 0,022 por km mientras que para las llantas de tracción un resultado de 0,043 considerando que son 4 unidades.

Tabla 24: Costo de mantenimiento neumáticos

Cantidad	Neumáticos	Valor unitario	Duración km anual	Costo por km
2	295/80R22.5 Dirección	571,43	52800	0,022
4	295/80R22.5 Tracción	571,43	52800	0,043

Posteriormente en la tabla 24 se puede identificar información correspondiente al mantenimiento que se realiza a los vehículos recolectores, los presentes datos fueron facilitados en la municipalidad, se puede apreciar datos como: aceite, filtros, cada que tiempo se realiza el

cambio de aceite, mano de obra y el valor total, cada uno de los costos son realizados por unidad. Es decir que para los 5 galones de aceite el costo por unidad es de 85\$, de igual forma para los filtros con un valor unitario a 87\$, también está presente la mano de obra con un costo de 20\$ puesto que se encarga de reemplazar filtros y aceite dando como valor 192\$ para el correspondiente mantenimiento.

Tabla 25: Costo mantenimiento del vehículo

Aceite	Filtros		Mano de obra	Val. Tot
5 Galones	Filtro de aceite	Cambio de aceite cada 5000 km	Reemplazar filtros y aceite	
	Filtros de aire primario			
	secundario			
	Filtro elemento combustible			
	Filtro de combustible			
85	87		20	192

La tabla 25 presenta datos del costo de mantenimiento ordinario, para calcular el costo de mantenimiento por km se extrajo datos de la anterior tabla 24. Para la obtención del costo por km se calculó la cantidad por el valor unitario sobre la duración de km anual dando como resultado para los filtros un valor de 0,017\$, de igual forma para el aceite el costo por km es de 0,17, mientras que para la mano de obra se determina un valor de 0,004.

Tabla 26: Costo de mantenimiento por km

Cantidad	Mantenimiento	Valor unitario	Duración km anual	Costo por km
1	Filtros	87	5000	0,017
1	Filtro de aceite	87	5000	0,017
1	Filtros de aire primario	87	5000	0,017
1	secundario			
1	Filtro elemento combustible	87	5000	0,017
1	Filtro de combustible	87	5000	0,017
1	Aceite/ 5 galones	85	5000	0,017
1	Mano de obra	20	5000	0,004

4.2. DISCUSIÓN

Se observa los resultados, donde se hace referencia a las nuevas rutas propuestas de recolección para los vehículos recolectores de basura en la ciudad de Tabacundo. Otro resultado que se pudo evidenciar es que las nuevas rutas de recolección se realizó una zonificación. Las rutas se realizan en toda el área de la ciudad de Tabacundo, las rutas propuestas son generadas con el

analizador de redes, con ello se puede evidenciar las vías por las cuales los vehículos recolectores van a pasar. Además, es pertinente indicar que se hace uso de dos vehículos para cubrir el casco urbano de Tabacundo con los horarios establecidos, también se tiene en cuenta la capacidad máxima de carga para cada recolector.

Por otro lado, también se procedió a realizar una comparación con las zonas establecidas aludiendo a la reducción de tiempo para zona, en efecto logrando cubrir la totalidad de la zona por ende brindando una satisfacción al cliente.

Con la herramienta de analizador de redes del SIG se logró identificar que, al generar una nueva ruta de distribución el sistema también generaba nuevas direcciones, ya que la herramienta ofrece distintas soluciones por la gran cantidad de información, esto también permite conocer diferentes alternativas de propuestas para las rutas de recolección de residuos sólidos en Tabacundo.

La comparación con las investigaciones en el marco teórico se observa que no se utiliza en su totalidad la configuración de los parámetros, es decir que no se da un correcto tratamiento a las vías ocasionado que sectores no sean atendidos provocando la generación de basura e insalubridad al sector, sin embargo, en la presente investigación si se tomó en cuenta todos los parámetros para realizar una modelación acorde a la realidad.

Con los datos obtenidos directamente de las entrevistas se ha podido sacar una conclusión general. Con respecto al tiempo el GAD no cuenta con un estudio técnico actualizado para el servicio de recolección otro elemento es que la parroquia de Tabacundo anteriormente procedía la recolección de forma diferenciada, sin embargo, debido a la emergencia sanitaria se la realiza de forma no diferenciada. Por otro lado, en cuanto a los vehículos recolectores, la municipalidad cuenta con dos unidades, y uno de ellos no se encuentra en buenas condiciones de manera que afecta al servicio de recolección, por esta razón se realiza mantenimiento preventivo cada dos meses y correctivo cada vez que exista daños.

Igualmente, se encuentran los horarios de recolección los cuales están definidos para los martes de 15h00 a 20h00, jueves de 15h00 a 20h00 y sábado de 07h00 a 14h00 en cuanto corresponde al casco urbano de Tabacundo, también hay que agregar que los vehículos recolectores realizan la recolección de residuos sólidos para las cuatro parroquias rurales que conforman el Cantón.

Para las rutas y zonas de distribución actualmente están conformadas por dos partes para el casco urbano de Tabacundo parte sur y parte norte, las rutas recorridas por los vehículos recolectores son alternadas semestralmente, es decir que el vehículo no siempre hace la misma zona. También cabe mencionar que el método que se utiliza para la recolección es a filo de vereda realizada por los recolectores de carga posterior, además es indispensable señalar que existe mayor cantidad de basura en la parte céntrica debido a las actividades comerciales, por otro lado, también está con gran demanda de basura el sector de la Y mismo que está ubicado en la panamericana además se habla de diseñar rutas nocturnas, ya que existe cruce de rutas entre recolectores y por ende ocasiona tiempos muertos al servicio de recolección.

Otro aspecto importante por mencionar es que la capacidad del camión recolector es de ocho toneladas, por otra parte, el GAD cuenta con una persona encargada para el control de combustible y en efecto la carga de combustible para los vehículos recolectores es de manera inter diaria.

Adicionalmente, para complementación del estudio se tiene que los residuos sólidos son restos que se generan de carácter orgánico e inorgánico entre estos se encuentran con más presencia los de carácter domiciliario, el GAD se encarga de realizar el barrido, recolección y disposición de los desechos sólidos urbanos. Asimismo, cabe aludir que el relleno sanitario se encuentra ubicado en la localidad de Tocachi el mismo cuenta con cinco hectáreas y en caso de colapsar se provee expropiar más áreas del lugar.

Además, se ha procedido a sacar información de la entrevista para el personal, donde se encontró información de primera mano, por ejemplo existen cuatro choferes para realizar el servicio de recolección, la actividad se realiza de forma empírica puesto que se tiene conocimiento del lugar, otro aspecto a considerar son los sectores que demandan mayor cantidad de basura entre ellos está el mercado central el sector de la Y, también se considera que los martes se tiene mayor producción de basura es por ello que se realiza dos viajes de descarga, por otro lado, también está el jueves el cual es considerado como una ruta extensa. Posteriormente, el personal de recolección está equipado con implementos de seguridad como son los guantes, overol, mascarilla y gorra.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

Mediante la observación se ha llegado a determinar que las rutas y zonas establecidas por la institución municipal no cuentan con un estudio técnico, por lo que la presente investigación tiene como propuesta rutas alternativas para la recolección de residuos sólidos en la parroquia de Tabacundo.

Actualmente las rutas que se manejan en el casco urbano de Tabacundo son de forma intuitiva por el método de acera, por esta razón se realizó un análisis de distribución de zonas y rutas con el fin de cubrir toda la zona de la ciudad de Tabacundo. La zonificación además permite una mejor organización dentro del departamento de gestión ambiental debido a que se asignará las rutas establecidas a los vehículos, así mismo se dará a conocer a los conductores y ayudantes desde y hasta donde se cubre cierta área.

Las rutas simuladas, brindan mejor manejo para realizar la actividad de recolección de residuos sólidos debido a que se reduce costos de operación, la creación de rutas técnicas con el software ArcGis basado en el algoritmo de caminos mínimos, tiene como objetivo encontrar la mejor ruta y guiar al vehículo por todos los puntos considerando siempre al más cercano ya que esto genera disminución de longitud de ruta.

Las herramientas de información geográfica son de gran ayuda ya que sirven para el rediseño de rutas, además permiten tomar en cuenta distintos parámetros para analizar cómo es el tiempo, distancia, velocidad y puntos atendidos estos datos atribuyen a que la información se veraz y más sencillo de interpretar.

Al incorporar la herramienta de VRP facilita la creación de rutas, además permite una mejora en la distribución de pesos que tiene que recoger por viaje creando optimización de carga para los vehículos recolectores.

5.2. RECOMENDACIONES

El estudio de la investigación limita solo al sector urbano de la ciudad de Tabacundo, es decir que no se tomó en cuenta la zona rural, además es pertinente mencionar que el sector rural mantiene horarios distintos, por lo que en un próximo análisis se debería considerar con el fin de tener una solución conjunta y así lograra una total satisfacción a la ciudadanía del Cantón Pedro Moncayo.

Se recomienda evaluar distintas técnicas de recolección de residuos sólidos con el fin de mejorar el sistema actual, un método implementado en los sectores urbanos es el de recolección por contenedores y tiene como objetivo agrupar los desechos en un punto fijo haciendo óptima la recogida de los desechos sólidos y a su vez disminuyendo costos a la institución.

Se debería implementar un sistema de GPS en los vehículos recolectores para mantener un mejor control a la flota vehicular, donde se pueda verificar la ruta obtenida de la simulación, y así pueda cubrir con eficacia la ruta de acuerdo cada zona asignada.

Se recomienda, a los choferes encargados de los vehículos recolectores realicen el abastecimiento de combustible de forma diaria después de terminar la jornada de trabajo para evitar posibles desviaciones en el transcurso de la ruta de recolección, ya que esto ocasiona alargamiento a la ruta y prolongación de tiempo.

Se recomienda que los vehículos recolectores trabajen en el nivel permitido de carga y no sobrepase la capacidad, puesto que esto ocasiona daños a los camiones recolectores y costos adicionales.

IV. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Algara, F. (2016). *Logística de recogida para residuos sólidos derivados del plástico en la planta de acopio del barrio la Alquería en la ciudad de Bogotá* (tesis de pregrado). Universidad Católica de Colombia, Bogotá, Colombia.
- Alonso, E. P. (s.f.). *Sistema de información geográfica para el análisis de redes viales*. Obtenido de: Sistema de información geográfica para el análisis de redes viales.
- Andrango Cuascota, V. (2019). *Informe de rendición de cuentas año 2019 GAD Municipal del Cantón Pedro Moncayo*. Tabacundo.
- Bakarcic, D., y Di Piazza, G. (2012). *Ruteo de Vehículos y Asignación de conductores* (tesis de pregrado). Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires, Argentina.
- Campos, A. (Agosto de 2016). *Problemas de rutas*. Obtenido de: Problemas de rutas.
- Casco, X., y Punina, P. (2019). El sistema de recogida de desechos y residuos sólidos de la ciudad de Tulcán (tesis de pregrado). Universidad Politécnica Estatal del Carchi, Tulcán, Ecuador.
- Censos, I. N. (2010). *Instituto Nacional de Estadística y Censos*. Obtenido de: Instituto Nacional de Estadística y Censos: <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/censo-de-poblacion-y-vivienda/>
- Dangermond, J. (2019). *ArcGIS*. Obtenido de: ArcGIS: <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.ytext=Si%20hace%20tiempo%20que%20utiliza,permiten%20realizar>
- Daza, J., Montoya, J., y Narducci, F. (2009). *Resolución del problema de enrutamiento de Vehículos con Limitaciones de capacidad utilizando un procedimiento Metaheurístico de dos fases*. EIA.
- Elsevier, B. (2020). *ScienceDirect*. Recuperado de: ScienceDirect: [https://www.sciencedirect.com/topics/social-sciences/network-analysis#:~:text=Network%20analysis%20\(NA\)%20is%20a,of%20the%20relations%20among%20entities](https://www.sciencedirect.com/topics/social-sciences/network-analysis#:~:text=Network%20analysis%20(NA)%20is%20a,of%20the%20relations%20among%20entities).
- ESRI. (2002). *¿Qué es ArcGIS?* Estados Unidos: INLD5M4 printed in USA.
- ESRI, E. S. (2016). *Preparing for Network Analysis*. ESRI. Recuperado de: Preparing for Network Analysis. ESRI.:

- <https://www.esri.com/training/catalog/57630434851d31e02a43ef58/preparing-for-network-analysis/>
- García, C. (2018). *Diseño de la ruta de recolección de residuos sólidos urbanos de la zona comunal #1 del municipio de Santa Clara* (tesis de pregrado). Universidad Central Marta Abreu de las Villas, Colombia.
- Hernández Sampieri, R. (2014). Metodología de la investigación . En R. Hernández Sampieri, *Metodología de la investigación* (pág. 272). México: McGrawHill.
- Hernández, Batista, y Fernandez. (2000). *Metodología de la investigación*. Mexico: McGraw-Hill Interamericana.
- Hernández, R., Fernández, C., y Baptista, P. (2017). *Fundamentos de la investigación*. México: McGrawHill.
- Hernández, R., Fernández, C., y Batista, P. (Julio de 2014). *Metodología de la Investigación*. México: McGrawHill.
- Maguiña Agurto, L. L. (2016). *Implantación de VRP - Solver aplicando la heurística de Clarke Wright para el ruteo del transporte terrestre en el área de distribución caso de estudio: industrias alimentarias* (tesis de pregrado). Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú.
- Mecalux. (2004). *Mecalux*. Recuperado de: Mecalux: <https://www.mecalux.es/articulos-de-logistica/reglas-basicas-planificar-rutas-transporte>
- Meza, E. (2012). *Análisis y Propuesta de Aplicabilidad de Métodos y Técnicas de Aprovechamiento, Recuperación y Eliminación de Residuos Sólidos Urbanos En Tabacundo, Cantón Pedro Moncayo* (tesis de pregrado). Universidad Central del Ecuador, Quito, Ecuador.
- Osman. (14 de Agosto de 2020). *Observatorio de Salud y Medio Ambiente de Andalucía*. Recuperado de: Observatorio de Salud y Medio Ambiente de Andalucía: <https://www.osman.es/diccionario/definicion.php?id=13809>
- Pérez, A. (2017). *Bixpe*. Recuperado de: Bixpe: <https://www.bixpe.com/blog/que-es-la-planificacion-logistica/>
- Pineda, S. I. (1998). *Manejo y dispoicion de residuos solidos Colombia*. Recuperado de: Manejo y dispoicion de residuos solidos Colombia: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/18149/1/UPS-CT008622.pdf>
- Posso, M. (2009). *Metodología para el trabajo de grado*. Ibarra: : NINA.
- Pulido, H. (2014). *Calidad total y productividad*. México: Mcgraw-Hill/Interamericana Editores, S.A. de C.V.

- QuestionPro. (s.f.). *QuestionPro*. Recuperado de: QuestionPro: <https://www.questionpro.com/blog/es/recoleccion-de-datos-para-investigacion/#:~:text=La%20recolecti%C3%B3n%20de%20datos%20se,de%20una%20zona%20de%20inter%C3%A9s>.
- Rodallega, y Hernández. (2008). *Diseño de rutas para la recolección de residuos sólidos en la zona urbana del municipio de Jamundí usando “el algoritmo del cartero chino* (tesis de pregrado). Universidad Central Marta Abreu de las Villas, Colombia
- Santuario, M. N. (2020). *Santuario Mama Nati*. Obtenido de: Santuario Mama Nati: <http://www.santuariodemamanati.org>
- Silberschatz, A., y Korth, H. (1998). *Fundamento de base de datos (Tercera ed.)*. Madrid: España: McGraw-Hill.
- Suárez, J. (2009). *Análisis, diseño e implementación de un Algoritmo Meta Heurístico GRASP que permita resolver el problema de rutas de vehículos con capacidad* (tesis de pregrado). Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú.
- Suárez, J. (2017). *Análisis de Redes Viales - Network Analyst - ArcGIS*. Recuperado de: Análisis de Redes Viales - Network Analyst - ArcGIS: <https://youtu.be/Njq7uDo5S1o>
- Theisen, H., y Eliassen, R. (1982). *Desechos Sólidos: Principios de Ingeniería y Administración*. Merida.
- Ucha, F. (2010). *Definición ABC*. Recuperado de: Definición ABC: <https://www.definicionabc.com/general/ruta.php>
- Ulloa Cuzco, J. I. (2019). *Optimización de las rutas de recolección de los residuos sólidos urbanos del centro cantonal SígSig* (tesis de pregrado). Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca, Cuenca, Ecuador..
- Vázquez, J., Mulás, A., y Aguilar, O. (2016). *Manual técnico sobre generación, recolección y transferencia de residuos sólidos municipales*. Recuperado de: Manual técnico sobre generación, recolección y transferencia de residuos sólidos municipales.: <http://www.inapam.gob.mx/work/models/SEDESOL/Resource/1592/1/images/ManualTecnicoSobreGeneracionRecoleccion.pd>
<http://www.inapam.gob.mx/work/models/SEDESOL/Resource/1592/1/images/ManualTecnicoSobreGeneracionRecoleccion.pd>
- Vidal, M., y Rodríguez, B. (2016). *Modelo de optimización del sistema de recojo de residuos sólidos en el distrito de reque para mejorar la eficiencia de operaciones*. Recuperado de: Modelo de optimización del sistema de recojo de residuos sólidos en el distrito de reque para mejorar la eficiencia de operaciones:

<https://dspace.uclv.edu.cu/bitstream/handle/123456789/9738/Garc%C3%ADa%20Rodr%C3%ADguez%20Cleidy.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Zapata, A. (2015). *Ciclo de calidad PHVA*. Universidad Nacional de Colombia.

V. ANEXOS

Anexo 1: Formato de instrumentos de recolección para personal de Municipio



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



CARRERA DE LOGÍSTICA Y TRANSPORTE

Entrevista (dirigida a Patricio Cabascango responsable del departamento de residuos sólidos del GAD Pedro Moncayo)

Elaborado por: Karla Díaz

Lugar: GAD Municipal de Pedro Moncayo

Estudio de “Análisis de redes en el diseño de rutas de recolección de desechos sólidos urbanos de la parroquia de Tabacundo ”

Objetivo: Analizar las rutas y zonas de recolección actuales del servicio de residuos sólidos urbanos de la parroquia Tabacundo para optimizar recursos

Tiempo

1. ¿Cuál es la planificación que tiene el GAD para el servicio de recolección de desechos sólidos en la parroquia urbana Tabacundo?
2. ¿Con cuántas unidades cuenta el GAD para la recolección de desechos sólidos?
3. ¿Cuáles son los horarios de recolección?
4. ¿Cuánto tiempo tarda en cada recorrido el camión recolector?
5. ¿El GAD cuenta con un estudio técnico actualizado para el servicio de recolección?
6. ¿Cada cuánto tiempo hacen mantenimiento a los vehículos recolectores?

Rutas y zonas

1. ¿Cuál es la cantidad de rutas que tiene actualmente?
2. ¿Cuáles son las rutas y zonas de distribución actuales?
3. ¿Cuáles son los métodos de recolección utilizados para cada ruta?
4. ¿Cuál es la capacidad del camión recolector para cada ruta?
5. ¿Cuenta con un registro de control para el consumo de combustible?
6. ¿Es suficiente el número de recolectores y trabajadores para abastecer a la ciudad con el servicio de recolección?
7. ¿Qué días y en qué sectores tiene mayor cantidad de recogida de basura en la parroquia de Tabacundo?
8. ¿Se ha pensado en diseñar rutas de recolección nocturnas?

Adicional

1. ¿Sabe usted que son los residuos sólidos urbanos?
2. ¿Conoce usted sobre la gestión de los residuos sólidos urbanos para la parroquia de Tabacundo?
3. ¿Dónde se encuentra ubicado el relleno sanitario?

4. ¿Cuáles son las medidas a tomar en caso de llenarse el relleno sanitario?

De antemano me dirijo a usted para agradecer su atención durante la entrevista, y mostrarle mi más sincera gratitud por su tiempo dedicado.



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



Entrevista (Dirigida al personal de recolección de residuos sólidos del GAD

Pedro Moncayo)

Elaborado por: Karla Díaz

Lugar: GAD Municipal de Pedro Moncayo

Estudio de “Análisis de redes en el diseño de rutas de recolección de desechos sólidos urbanos de la parroquia de Tabacundo ”

Objetivo: Analizar las rutas y zonas de recolección actuales del servicio de residuos sólidos urbanos de la parroquia Tabacundo para optimizar recursos

Conductores

1. ¿Cuántos choferes existen en la institución para realizar las rutas de recolección?
2. ¿Cómo realiza las rutas de recolección para la parroquia Tabacundo?
3. ¿Qué días y en qué sectores tiene mayor cantidad de recogida de basura en la parroquia de Tabacundo?
4. ¿Ha recibido alguna vez información sobre el ruteo y/o zonas de recolección?
5. ¿Recibe implementos de seguridad para la recolección?

De antemano me dirijo a usted para agradecer su atención durante la entrevista, y mostrarle mi más sincera gratitud por su tiempo dedicado

Entrevista aplicada

Entrevista (dirigida a responsable del área de residuos sólidos del GAD Pedro Moncayo)

Tiempo

1. ¿Cuál es la planificación que tiene el GAD para el servicio de recolección de desechos sólidos en la parroquia urbana Tabacundo?

De carácter diferenciado, los lunes, miércoles y viernes desechos orgánicos los martes jueves y para el sábado recolección de desechos inorgánicos. A partir de la emergencia sanitaria, actualmente la recolección se está realizando de manera no diferenciada, por ende, la recolección para el área urbana de la parroquia Tabacundo se realiza los martes, jueves y sábado.

2. ¿Con cuántas unidades cuenta el GAD para la recolección de desechos sólidos?

El GAD cuenta con la disponibilidad de dos vehículos recolectores, uno se encuentra en buenas condiciones y el otro en malas condiciones, también cuenta con una tercera unidad que es un camión el cual ayuda a complementar al sistema de recolección en el Cantón.

3. ¿Cuáles son los horarios de recolección?

DIA DE SEMANA	HORARIO
Martes	15h00 a 20h00 /21h00
Jueves	15h00 a20h00 /21h00
Sábado	07h00 a14h00

4. ¿Cuánto tiempo tarda en cada recorrido el camión recolector?

DIA DE SEMANA	HORARIO	TIEMPO
Martes	15h00 a 20h00/21h00	5 a 6 horas promedio
Jueves	15h00 a 20h00/21h00	5 a 6 horas promedio
Sábado	07h00 a 14h00	7 horas promedio

5. ¿El GAD cuenta con un estudio técnico actualizado para el servicio de recolección?

Cuenta con un estudio, pero no es actualizado, siendo que es muy importante para mejorar las rutas de recolección. Sin embargo, también se necesita unidades mejor equipadas ya que el servicio depende mucho del vehículo recolector, por otro lado, se menciona que los martes existen inconvenientes debido a que los días domingo y lunes no existe servicio de recolección y la basura se acumula, por lo que al vehículo recolector en ocasiones hace dos descargas el mismo día para poder abastecer el servicio de recolección.

6. ¿Cada cuánto tiempo hacen mantenimiento a los vehículos recolectores?

El mantenimiento preventivo (cambio, de aceite, filtro, engrasado etc.) para los vehículos se lo hace en promedio a cada dos meses, por otro lado, también se encuentra el mantenimiento correctivo lo cual se realiza cada vez que existan daños.

Rutas y zonas

1. ¿Cuál es la cantidad de rutas que tiene actualmente?

Por el momento en la Parroquia Tabacundo existen 2 rutas los martes, jueves en la tarde y viernes en la mañana

2. ¿Cuáles son las rutas y zonas de distribución actuales?

Se la determina por dos partes la zona alta y baja de Tabacundo, el recolector amarillo se encarga de la parte baja(sur) mientras que el blanco en la parte alta (norte). También indica que, en cuanto a la distribución se alterna las rutas a los vehículos por semestre.

3. ¿Cuáles son los métodos de recolección utilizados para cada ruta?

La recolección que se utiliza es a filo de vereda, los recolectores de carga posterior se encargan de recolectar los residuos hasta que se llene la capacidad del camión.

4. ¿Cuál es la capacidad del camión recolector para cada ruta?

Los dos recolectores cargan 8 toneladas, cabe mencionar que también se realiza un barrido provisional con un camión (volqueta), utilizado para situaciones emergentes de la urbe.

5. ¿Cuenta con un registro de control para el consumo de combustible?

Existe un personal a cargo en la mecánica municipal, el cual hace el seguimiento, control y entrega de combustible a cada una de las unidades, para los vehículos recolectores y camión la carga de combustible es de manera inter diaria.

6. ¿Es suficiente el número de recolectores y trabajadores para abastecer a la ciudad con el servicio de recolección?

Los vehículos son insuficientes ya que un vehículo no se encuentra en buenas condiciones para brindar un correcto servicio, sin embargo, se está realizando un proceso para la adquisición de un nuevo vehículo recolector. Por otro lado, el número de trabajadores con los que cuenta para el servicio de recolección es suficiente.

7. ¿Qué días y en qué sectores tiene mayor cantidad de recogida de basura en la parroquia de Tabacundo?

Los martes tiene mucha cantidad, especialmente en la parte céntrica debido a las actividades comerciales.

8. ¿Se ha pensado en diseñar rutas de recolección nocturnas?

En efecto ya que existe cruces de rutas entre recolectores y hace que haya tiempos muertos para el servicio de recolección, además es importante mencionar que las rutas también se encuentran pasando la panamericana y conlleva consumo de combustible al estar inmovilizado por el semáforo.

Adicional

1. ¿Sabe usted que son los residuos sólidos urbanos?

Son restos que se generan de carácter orgánico e inorgánico dentro de la parroquia de Tabacundo, los más comunes son de carácter domiciliario. Por otro lado, los residuos peligrosos se realizan por la empresa metropolitana de gestión de residuos sólidos como son los centros médicos y casa veterinarias

2. ¿Conoce usted sobre la gestión de los residuos sólidos urbanos para la parroquia de Tabacundo?

La gestión que se realiza es el barrido, recolección y disposición de los desechos sólidos urbanos

3. ¿Dónde se encuentra ubicado el relleno sanitario?

Se encuentra ubicado en la parroquia de Tocachi en la localidad de Moronga, el relleno cuenta con 5 hectáreas con una vida útil de 5 a 6 años

4. ¿Cuáles son las medidas a tomar en caso de llenarse el relleno sanitario?

En caso de colapsar el relleno sanitario está previsto la expropiación de más áreas en el lugar para poder hacer la disposición final.

Entrevista aplicada

Entrevista (Dirigida al personal de recolección de residuos sólidos del GAD Pedro Moncayo)

Conductor 1 recolector amarillo

1. ¿Cuántos choferes existen en la institución para realizar las rutas de recolección?

Son cuatro choferes para el servicio de la recolección, sin embargo, son dos los que ejercen como choferes en la mañana, los otros dos ejecutan en la tarde.

2. ¿Cómo realiza las rutas de recolección para la parroquia Tabacundo?

La recolección se realiza en base al conocimiento propio, ya que cada chofer tiene comprensión del lugar al que va.

3. ¿Qué días y en qué sectores tiene mayor cantidad de recogida de basura en la parroquia de Tabacundo?

Los martes y jueves son considerados los días pesados con mayor cantidad de basura, por otro lado, indica que los martes son días en los cuales se realiza dos viajes al vertedero de basura para hacer la descarga en cuanto al jueves se realiza un único viaje, pero la trayectoria es extensa. En cuanto a las zonas con mayor cantidad de basura corresponde a las calles Bolívar y Sucre.

4. ¿Ha recibido alguna vez información sobre el ruteo y/o zonas de recolección?

No se ha recibido ninguna información sobre ruteo y/o zonas de recolección, ya que las rutas de recolección en sí se realizan en base al conocimiento del chofer y ayudantes de recolección.

5. ¿Recibe implementos de seguridad para la recolección?

Los implementos que se utiliza para el servicio de recolección son: guantes, overol, mascarilla y gorra.

Conductor 2 recolector blanco

1. ¿Cuántos choferes existen en la institución para realizar las rutas de recolección?

Son cuatro choferes para el servicio de la recolección, sin embargo, son dos los que ejercen como choferes en la mañana, los otros dos ejecutan en la tarde.

2. ¿Cómo realiza las rutas de recolección para la parroquia Tabacundo?

La recolección se realiza en base al conocimiento propio, ya que cada chofer tiene comprensión del lugar al que va.

3. ¿Qué días y en qué sectores tiene mayor cantidad de recogida de basura en la parroquia de Tabacundo?

Los martes y jueves son considerados los días pesados con mayor cantidad de basura, por otro lado, indica que los martes son días en los cuales se realiza dos viajes al vertedero de basura para hacer la descarga en cuanto al jueves se realiza un único viaje, pero la trayectoria es extensa. El sector con mayor cantidad de basura corresponde a la Y mismo que se encuentra ubicado en la panamericana.

4. ¿Ha recibido alguna vez información sobre el ruteo y/o zonas de recolección?

No se ha recibido ninguna información sobre ruteo y/o zonas de recolección, ya que las rutas de recolección en sí se realizan en base al conocimiento del chofer y ayudantes de recolección.

5. ¿Recibe implementos de seguridad para la recolección?

Los implementos que se utiliza para el servicio de recolección son: guantes, overol, mascarilla y gorra.

Anexo 5: Formato de fichas de observación



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



FICHA DE OBSERVACIÓN					
Estudio de “Análisis de redes en el diseño de rutas de recolección de desechos sólidos urbanos de la parroquia de Tabacundo”					
Objetivo: Analizar las rutas y zonas de recolección actuales del servicio de residuos sólidos urbanos de la parroquia Tabacundo para optimizar recursos					
FICHA N.º	1	FECHA		DURACIÓN	
ELABORADO POR				RESPONSABLE	
LUGAR					
LO OBSERVADO					
Tipo de planificación del GAD para el servicio de recolección					

FICHA DE OBSERVACIÓN					
Estudio de “Análisis de redes en el diseño de rutas de recolección de desechos sólidos urbanos de la parroquia de Tabacundo”					
Objetivo: Analizar las rutas y zonas de recolección actuales del servicio de residuos sólidos urbanos de la parroquia Tabacundo para optimizar recursos					
FICHA N.º	2	FECHA		DURACIÓN	
ELABORADO POR		Kara Díaz		RESPONSABLE	
LUGAR		GAD Municipal de la ciudad de Tabacundo			
LO OBSERVADO					
Tiempo de recogida para los desechos sólidos					

FICHA DE OBSERVACIÓN

Estudio de “Análisis de redes en el diseño de rutas de recolección de desechos sólidos urbanos de ciudad de Tabacundo ”

Objetivo: Analizar las rutas y zonas de recolección actuales del servicio de residuos sólidos urbanos de la parroquia Tabacundo para optimizar recursos

FICHA N.º	3	FECHA		DURACIÓN	
ELABORADO POR	Kara Díaz		RESPONSABLE		
LUGAR	GAD Municipal de la ciudad de Tabacundo				

LO OBSERVADO

Tipos de recolección

--



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



FICHA DE OBSERVACIÓN					
Estudio de “Análisis de redes en el diseño de rutas de recolección de desechos sólidos urbanos de la parroquia de Tabacundo”					
Objetivo: Analizar las rutas y zonas de recolección actuales del servicio de residuos sólidos urbanos de la parroquia Tabacundo para optimizar recursos					
FICHA N.º	1	FECHA	04/05/2021	DURACIÓN	2 horas
ELABORADO POR	Kara Díaz		RESPONSABLE	Ing. Patricio Cabascango responsable del departamento de residuos sólidos del GAD Pedro Moncayo	
LUGAR	GAD Municipal de la ciudad de Tabacundo				
LO OBSERVADO					
Tipo de planificación del GAD para el servicio de recolección					
<ul style="list-style-type: none"> En la visita inicial de recopilación de datos de campo al GAD municipal se pudo observar lo siguiente: En la institución municipal de Tabacundo, se pudo identificar que para el servicio de recolección de los residuos sólidos se la hace de forma no diferenciada, es decir que no existe clasificación entre la basura orgánica e inorgánica. Cabe mencionar también que el Municipio no cuenta con estudio técnico actualizado para brindar un correcto servicio de recolección, es por ello que presentemente se está manejando rutas empíricas. Es pertinente indicar que el GAD tiene frecuencias de recolección definidas hacia cada parroquia, por lo que para la urbe de Tabacundo le corresponde los martes, jueves de 15h00 a 20h00 /21h00 y sábado de 07h00 a14h00 La Institución actualmente cuenta con dos vehículos recolectores cada uno con una capacidad de 8 toneladas, sin embargo, existe ocasiones en las que el recolector sobrepasa la cantidad antes mencionada. 					



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



FICHA DE OBSERVACIÓN

Estudio de “Análisis de redes en el diseño de rutas de recolección de desechos sólidos urbanos de la parroquia de Tabacundo”

Objetivo: Analizar las rutas y zonas de recolección actuales del servicio de residuos sólidos urbanos de la parroquia Tabacundo para optimizar recursos

FICHA N.º	2	FECHA	06/05/2021	DURACIÓN	2 horas
ELABORADO POR	Kara Díaz		RESPONSABLE	Ing. Patricio Cabascango responsable del departamento de residuos sólidos del GAD Pedro Moncayo	
LUGAR	GAD Municipal de la ciudad de Tabacundo				

LO OBSERVADO

Tiempo de recogida para los desechos sólidos

- Durante la visita a la Municipalidad se pudo observar que, para la actividad de recolección, el personal encargado de hacer la recogida de residuos sólidos utiliza el método a filo de vereda
- En el transcurso de viaje las fundas de basura son recogidas rápidamente con un tiempo de 0,20 segundos, sin embargo, existen lugares en las que el recolector se demora más debido a que existe acumulación de fundas de basura y en ocasiones las mismas están en mal estado, es decir que se encuentran rotas esto ocasiona pérdida de tiempo para el servicio de recolección.
- Además, cabe recalcar que existe una parada en el mercado municipal de Tabacundo por lo que recolector se queda estacionado por los menos unos 5 minutos dependiendo la cantidad de basura generada ese día.
- En el recorrido de la recolección de basura se pudo identificar, el tiempo que tardan en de realizar la ruta de recolección lo cual es 5 horas para cada uno. Es pertinente mencionar que los días de recolección dentro del casco urbano corresponde a martes jueves y sábados, además, se pudo observar que para el martes se realizan dos recorridos por la alta cantidad de basura mientras que para el resto de los días se realiza un solo viaje.



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



FICHA DE OBSERVACIÓN					
Estudio de “Análisis de redes en el diseño de rutas de recolección de desechos sólidos urbanos de la parroquia de Tabacundo”					
Objetivo: Analizar las rutas y zonas de recolección actuales del servicio de residuos sólidos urbanos de la parroquia Tabacundo para optimizar recursos					
FICHA N.º	3	FECHA	11/05/2021	DURACIÓN	2 horas
ELABORADO POR	Kara Díaz		RESPONSABLE	Ing. Patricio Cabascango responsable del departamento de residuos sólidos del GAD Pedro Moncayo	
LUGAR	GAD Municipal de la ciudad de Tabacundo				
LO OBSERVADO					
Tipos de recolección					
<ul style="list-style-type: none"> • En la visita a la institución municipal para recolección de datos se logró identificar que lo siguiente: • El método que utiliza el GAD para recolección de los residuos sólidos dentro de la urbe de Tabacundo es a filo de vereda, este método consiste en recoger la basura en las aceras de los domicilios, para finalmente llevarlos al relleno sanitario. • Se identifico que en el casco urbano de Tabacundo no se realiza la diferenciación de basura, por esta razón existe una gran acumulación de basura, considerando que el manejo de la basura es un factor importante ya que el exceso de basura entre semana puede reducir considerablemente. • El método acera o también llamado filo de vereda es considerado como uno de los más costosos, además presenta inconvenientes ya que al estar la basura expuesta a la intemperie atrae animales domésticos y no domésticos en consecuencia en un momento dado realizarse una dispersión de basura en la calle y como resultado a esto se obtiene una recolección de forma más lenta. 					

Anexo 7: Fotografías

Punto de partida de los vehículos recolectores



Lugares en que se deposita la basura



Desperdicios regados por las calles



Ubicación del relleno sanitario



Anexo 8: Registro de entrada y salida del relleno sanitario.

GUARDIA DE TURNO:

REGISTRO DE VEHICULOS PARTICULARES QUE INGRESAN AL RELLENO SANITARIO DEL GAD MUNICIPAL DE PEDRO MONCAYO

FECHA	Recolector	TIPO DE Desecho	RUTA N°	HORA ENTRADA	HORA SALIDA	PESO INGRESO Kg.	PESO SALIDAD Kg.	MOTIVO DEL INGRESO	NOMBRE CONDUCTOR	FIRMA
01/04/21	R. Blanco	Inorgánico	Tabacundo	19:50	20:05	16.975	9.699		Luis Bosque	[Firma]
02/04/21	R. Blanco	Inorgánico	Halchingu	12:30	12:40	15.400	9700		Patricio Vaca	[Firma]
02/04/21	R. Amarillo	Inorgánico	Bajas Tabacundo	13:10	13:20	16.050	10700		Manuel Guevara	[Firma]
03/04/21	R. Amarillo	Inorgánico	Tabacundo	12:53	12:59	16300	10701		Victor Tuquerez	[Firma]
03/04/21	R. Blanco	Inorgánico	Tabacundo	12:55	13:05	15480	9700		Luis Bosque	[Firma]
05/04/21	R. Blanco	Inorgánico	Halchingu	13:20	14:00	15960	9697		Patricio Vaca	[Firma]
05/04/21	R. Amarillo	Inorgánico	Tocachi Halchingu	13:50	14:00	16250	10692		Manuel Guevara	[Firma]
06/04/21	R. Amarillo	Inorgánico	2a Esperanza	11:30	11:45	14.680	10.704		Manuel Guevara	[Firma]
06/04/21	R. Blanco	Inorgánico	Cajas Tupigachi	12:40	12:55	15.457	9.698		Luis Bosque	[Firma]
06/04/21	R. Amarillo	Inorgánico	2a Esperanza	14:35	14:50	12.862	10.705		Manuel Guevara	[Firma]
06/04/21	R. Amarillo	Inorgánico	Tabacundo	18:30	18:45	16.473	10.702		Victor Tuquerez	[Firma]

GUARDIA DE TURNO:

REGISTRO DE RECOLECTORES QUE INGRESAN AL RELLENO SANITARIO DEL GAD MUNICIPAL DE PEDRO MONCAYO

FECHA	RECOLECTOR N°	TIPO DESECHO	RUTA N°	HORA ENTRADA	HORA SALIDA	PESO CARGADO Kg.	PESO VACIO Kg.	PESO NETO Kg.	NOMBRE CONDUCTOR	FIRMA
06/04/21	R. Blanco	Inorgánico	Tabacundo	19:25	19:40	16.647	9.696		Patricio Vaca	[Firma]
07/04/21	R. Amarillo	Inorgánico	Tabacundo	07:35	07:50	15.360	10.558		Manuel Guevara	[Firma]
07/04/21	R. Blanco	Inorgánico	Plantación Tupigachi	12:55	13:05	15380	9.696		Patricio Vaca	[Firma]
07/04/21	R. Municipal	Inorgánico	Tabacundo	13:20	13:40	6840	4000		Andrés Morillo	[Firma]
09/04/21	R. Blanco	Inorgánico	Tupigachi	13:00	13:20	16050	9697		Patricio Vaca	[Firma]
09/04/21	R. Amarillo	Inorgánico	Tabacundo	14:15	14:25	16670	10692		Manuel Guevara	[Firma]
09/04/21	R. Común	Inorgánico	Tabacundo	14:25	14:50	8690	4020		Andrés Morillo	[Firma]
09/04/21	R. Blanco	Inorgánico	Tabacundo	19:00	19:20	16340	9700			[Firma]
09/04/21	R. Amarillo	Inorgánico	Tabacundo	19:45		16.500	10697		Victor Tuquerez	[Firma]
09/04/21	R. Blanco	Inorgánico	Halchingu	12:32	12:41	15880	9696		Patricio Vaca	[Firma]
09/04/21	R. Municipal	Inorgánico	Tocachi Halchingu	13:02	13:15	5020	4000		Andrés Morillo	[Firma]
09/04/21	R. Amarillo	Inorgánico	Bajas Tabacundo	14:30	14:40	16092	10692		Manuel Guevara	[Firma]



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

**ABSTRACT- EVALUATION
SHEET**

NAME: Díaz Chorlango Karla Ximena

DATE: 23 de febrero de 2022

TOPIC: “Análisis de redes en el diseño de rutas de recolección de desechos sólidos urbanos de la parroquia de Tabacundo”

MARKS AWARDED **QUANTITATIVE AND QUALITATIVE**

VOCABULARY AND WORD USE	Use new learnt vocabulary and precise words related to the topic <input checked="" type="checkbox"/>	Use a little new vocabulary and some appropriate words related to the topic <input type="checkbox"/>	Use basic and simplistic words related to the topic <input type="checkbox"/>	Limited vocabulary and inadequate words related to the topic <input type="checkbox"/>
	EXCELLENT: 2	GOOD: 1,5	AVERAGE: 1	LIMITED: 0,5
WRITING COHESION	Clear and logical progression of ideas and supporting paragraphs. <input checked="" type="checkbox"/>	Adequate progression of ideas and supporting paragraphs. <input type="checkbox"/>	Some progression of ideas and supporting paragraphs. <input type="checkbox"/>	Inadequate ideas and supporting paragraphs. <input type="checkbox"/>
	EXCELLENT: 2	GOOD: 1,5	AVERAGE: 1	LIMITED: 0,5
ARGUMENT	The message has been communicated very well and identify the type of text <input checked="" type="checkbox"/>	The message has been communicated appropriately and identify the type of text <input type="checkbox"/>	Some of the message has been communicated and the type of text is little confusing <input type="checkbox"/>	The message hasn't been communicated and the type of text is inadequate <input type="checkbox"/>
	EXCELLENT: 2	GOOD: 1,5	AVERAGE: 1	LIMITED: 0,5
CREATIVITY	Outstanding flow of ideas and events <input type="checkbox"/>	Good flow of ideas and events <input checked="" type="checkbox"/>	Average flow of ideas and events <input type="checkbox"/>	Poor flow of ideas and events <input type="checkbox"/>
	EXCELLENT: 2	GOOD: 1,5	AVERAGE: 1	LIMITED: 0,5
SCIENTIFIC SUSTAINABILITY	Reasonable, specific and supportable opinion or thesis statement <input type="checkbox"/>	Minor errors when supporting the thesis statement <input checked="" type="checkbox"/>	Some errors when supporting the thesis statement <input type="checkbox"/>	Lots of errors when supporting the thesis statement <input type="checkbox"/>
	EXCELLENT: 2	GOOD: 1,5	AVERAGE: 1	LIMITED: 0,5
TOTAL/AVERAGE	<p>9 - 10: EXCELLENT 7 - 8,9: GOOD 5 - 6,9: AVERAGE 0 - 4,9: LIMITED</p> <p align="center">TOTAL 9</p>			

Anexo 10: Informe sobre el Abstract de Artículo Científico o Investigación.



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

Informe sobre el Abstract de Artículo Científico o Investigación.

Autor: Díaz Chorlango Karla Ximena

Fecha de recepción del abstract: 23 de febrero de 2022

Fecha de entrega del informe: 23 de febrero de 2022

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 los rubrics de evaluación de la traducción en Inglés, ésta alcanza un valor de 9 por lo cual se valida dicho trabajo.

Atentamente



Firmado electrónicamente por:
**EDISON BOANERGES PENAFIEL
ARCOS**

Ing. Edison Peñafiel Arcos MSc
Coordinador del CIDEN

Anexo 11: Acta de sustentación de predefensa



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

ACTA

DE LA SUSTENTACIÓN DE PREDEFENSA DEL INFORME DE INVESTIGACIÓN DE:

NOMBRE: DIAZ CHORLANGO KARLA XIMENA **CÉDULA DE IDENTIDAD:** 1724846637
NIVEL/PARALELO: EGRESADA **PERIODO ACADÉMICO:** 2021B

TEMA DE INVESTIGACIÓN: "Análisis de redes en el diseño de rutas de recolección de desechos sólidos urbanos de la parroquia de Tabacundo "

Tribunal designado por la dirección de esta Carrera, conformado por:

PRESIDENTE: MSC. MONTENEGRO ARELLANO GUILLERMO FAUSTO
LECTOR: MSC. REALPE CABRERA IVÁN ALIRIO
ASESOR: MSC. POZO BURGOS EDUARDO JAVIER

De acuerdo al artículo 21: Una vez entregados los requisitos para la realización de la pre-defensa el Director de Carrera integrará el Tribunal de Pre-defensa del informe de investigación, fijando lugar, fecha y hora para la realización de este acto:

EDIFICIO DE AULAS: VIRTUAL **AULA:** VIRTUAL
FECHA: viernes, 4 de febrero de 2022
HORA: 15h00

Obteniendo las siguientes notas:

1) Sustentación de la predefensa:	6,37
2) Trabajo escrito	3,00
Nota final de PRE DEFENSA	9,37

Por lo tanto: **APRUEBA CON OBSERVACIONES** ; debiendo acatar el siguiente artículo:

Art. 24.- De los estudiantes que aprueban el Plan de Investigación con observaciones. - El estudiante tendrá el plazo de 10 días laborables para proceder a corregir su informe de investigación de conformidad a las observaciones y recomendaciones realizadas por los miembros Tribunal de

Para constancia del presente, firman en la ciudad de Tulcán el

viernes, 4 de febrero de 2022



El estado electrónicamente por:
GUILLERMO FAUSTO
MONTENEGRO ARELLANO

MSC. MONTENEGRO ARELLANO GUILLERMO FAUSTO

PRESIDENTE

EDUARDO
JAVIER POZO
BURGOS -
0400979704

Digitally signed by EDUARDO JAVIER
POZO BURGOS - 0400979704
DN: cn=EDUARDO JAVIER POZO
BURGOS - 0400979704, o=EDUARDO
JAVIER - MSC-ITEL-CIE, ou=Certificado de
Clase 2 de Persona Física EC (PFRMA),
email=javierpozo@upc.edu.ec,
Reason: I am approving this document
Location:
Date: 2022.02.04 16:17:08.00

MSC. POZO BURGOS EDUARDO JAVIER
TUTOR



0401136791
IVAN ALIRIO
REALPE
CABRERA

MSC. REALPE CABRERA IVÁN ALIRIO
LECTOR

Adj.: Observaciones y recomendaciones