



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS

CARRERA INGENIERÍA EN BIOTECNOLOGÍA AMBIENTAL

**“PROPUESTA DE OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE
RECOLECCIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN LA CIUDAD
DE RIOBAMBA”**

Trabajo de Titulación

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para obtener al grado académico de:

INGENIERA EN BIOTECNOLOGÍA AMBIENTAL

AUTORA: MARÍA GABRIELA MORENO SATÁN

DIRECTOR: Ing. ALEX VINICIO GAVILANES MONTOYA, Ph.D.

Riobamba – Ecuador

2022

©2022, María Gabriela Moreno Satán

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Yo, MARÍA GABRIELA MORENO SATÁN, declaro que el presente Trabajo de Titulación es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autor asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Titulación; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 26 de Julio de 2022

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'María Gabriela Moreno Satán', with a horizontal line underneath.

María Gabriela Moreno Satán

060554230-7

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS
CARRERA INGENIERÍA EN BIOTECNOLOGÍA AMBIENTAL

El Tribunal del Trabajo de Titulación certifica que: El Trabajo de Titulación; Tipo: Proyecto de Investigación, “**PROPUESTA DE OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE RECOLECCIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN LA CIUDAD DE RIOBAMBA**”, realizado por la señorita: **MARÍA GABRIELA MORENO SATÁN**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Titulación, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	FIRMA	FECHA
Ing. Juan Carlos González García, PhD. PRESIDENTE DEL TRIBUNAL		2022-07-26
Ing. Alex Vinicio Gavilanes Montoya, PhD. DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN		2022-07-26
Ing. María Soledad Núñez Moreno, Msc. MIEMBRO DE TRIBUNAL		2022-07-26

DEDICATORIA

Quiero dedicar todos estos años de trabajo y estudio a Dios por derramar tantas bendiciones en mi vida.

Dedico todo el esfuerzo de mi carrera a mis padres Walter y Patricia mi mayor apoyo, mi sustento en cada paso que he dado, mi mayor fortaleza en los momentos difíciles, todo lo que soy se lo debo a ellos, en este momento el triunfo no es solo mío, es nuestro, pues mis padres se gradúan conmigo. Su amor, su apoyo y dedicación me han convertido en la mujer que soy ahora, estoy segura de que los valores impartidos en casa serán la base para resolver cualquier dificultad que se me presente en el ámbito personal como profesional.

A mi hermano Juan Francisco, mi mejor amigo, hijo, padre y cómplice, por todo su amor, su apoyo, su protección brindada en todos estos años, espero que llegue a ser mucho más de lo que yo he llegado, por su inteligencia y nobleza de corazón, pero sobre todo porque le amo con toda mi vida.

A mi papito Jaime y mi mamita Inés que me inculcaron valores desde pequeña y aunque ya no estén a mi lado, sé que desde el cielo junto a mi abuelita Carmen están muy orgullosos de mí.

A mi mamita Melita por su amor de abuelita que me ha llenado el corazón por tantos años.

Y por supuesto a toda mi familia y amigos que creyeron en mí y me apoyaron en cada momento.

Gaby

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer primeramente a Dios por sus bendiciones infinitas, porque me ha permitido contar con el amor de mis padres y mi hermano. A mi familia por no dejarme caer en los momentos más duros de mi vida.

Agradezco enormemente a cada uno de mis docentes de toda la carrera, pero sobre todo a mi tutor Alex Gavilanes que ha sido un mentor para mí, sus conocimientos, apoyo y tiempo me han permitido concluir con este trabajo. Lo admiro no solo por su inteligencia, sino también por la calidad de persona que es. A la Ing. Soledad Nuñez por sus recomendaciones y por afinar los últimos detalles de mi tesis.

A Dianita Carolina y Nancyta Alvarado por su compromiso, ayuda y el gran corazón que les caracteriza. A mis amigos Salomé, Christian, Flor, Ramiro y Jenny con los cuales he podido compartir buenos y malos momentos tanto académicos como personales, por todo el trabajo realizado en estos años y sin duda por la gran amistad que hemos podido cosechar, cada momento lo llevo en mi mente y mi corazón.

Por último, quiero agradecer a todas las personas que me ayudaron a escalar un peldaño más, sus consejos, apoyo, palabras de aliento me han permitido concluir con mi trabajo de investigación. Gracias infinitas.

Gaby

TABLA DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE TABLAS	ix
ÍNDICE DE FIGURAS	x
ÍNDICE DE GRÁFICOS	xi
RESUMEN	xii
SUMMARY	xiii
INTRODUCCIÓN	1

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO	4
1.1. Antecedentes	4
1.2. Bases Teóricas	5
1.2.1. <i>Sistema de recolección de residuos sólidos</i>	5
1.2.2. <i>Recolección de residuos sólidos zona urbana</i>	5
1.2.2.1. <i>Recolección</i>	5
1.2.2.2. <i>Transporte</i>	6
1.2.2.3. <i>Disposición final</i>	6
1.2.3. <i>Recolección de residuos sólidos zona rural</i>	7
1.3. Base legal	7
1.3.1. <i>Norma de Calidad Ambiental para el Manejo y Disposición final de desechos sólidos no Peligrosos</i>	7
1.3.2. <i>Constitución del Ecuador</i>	9
1.3.3. <i>Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización.</i>	11

CAPÍTULO II

2. MARCO METODOLÓGICO	13
2.1. Tipo y diseño de investigación	13
2.1.1. <i>Por el tipo de investigación</i>	13
2.1.2. <i>Por el diseño de investigación</i>	13
2.2. Unidad de análisis	13
2.3. Población de estudio	14
2.4. Técnica de recolección de los datos	14
2.5. Recopilación de la información	14

2.5.1.	<i>Información general de la caracterización de vehículos de recolección de carga lateral.....</i>	14
2.5.2.	<i>Información de recolección para vehículos de carga lateral y posterior.....</i>	15
2.5.3.	<i>Información de rutas de recolección de carga posterior.....</i>	15
2.5.3.1.	<i>Información sobre los contenedores.....</i>	15
2.5.4.	<i>Información del pesaje del relleno sanitario de Porlón.....</i>	15
2.5.5.	<i>Información de rutas de recolección carga lateral.....</i>	15
2.5.6.	<i>Preparación de la información.....</i>	16
2.5.7.	<i>Análisis de la información.....</i>	17
2.5.7.1.	<i>Análisis estadístico descriptivo/ multivariado/ inferencial.....</i>	17
2.5.8.	<i>Elaboración de tablas e interpretación.....</i>	17
2.5.8.1.	<i>Descripción de vehículos de recolección.....</i>	17
2.5.8.2.	<i>Horario de trabajo de vehículos de recolección.....</i>	18
2.5.8.3.	<i>Pesaje de residuos sólidos en Porlón.....</i>	18
2.5.8.4.	<i>Proyección de toneladas de desechos en el año 2021.....</i>	18
2.5.8.5.	<i>Pesaje de vehículos carga posterior y carga lateral.....</i>	19
2.5.8.6.	<i>Características de contenedores.....</i>	19
2.5.8.7.	<i>Sectores de Recolección de vehículos de Carga Posterior (zona urbana).....</i>	19
2.5.8.8.	<i>Proyección poblacional hasta el 2021.....</i>	19
2.5.8.9.	<i>Producción anual de residuos.....</i>	20
2.5.8.10.	<i>Capacidad de compactación.....</i>	20
2.5.8.11.	<i>Elaboración de nuevas rutas de recolección.....</i>	20
2.5.8.12.	<i>Horarios de recolección de las rutas optimizadas.....</i>	21
2.5.8.13.	<i>Organización de recolección de acuerdo a rutas y sectores.....</i>	21
2.5.8.14.	<i>Comparación del sistema de recolección antiguo frente a la propuesta de optimización.....</i>	21
2.5.9.	<i>Elaboración del mapa: ubicación de contenedores en la ciudad de Riobamba.....</i>	21
2.5.10.	<i>Elaboración de mapas para rutas zona urbana de la ciudad de Riobamba.....</i>	25

CAPÍTULO III

3.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	30
3.1.	Características de los vehículos de recolección.....	30
3.2.	Horarios de recolección de vehículos de carga lateral.....	32
3.3.	Registro de pesaje de residuos sólidos.....	34
3.4.	Pesaje de desechos al 2020.....	36
3.5.	Pesaje de residuos recogidos por vehículos de carga lateral y carga posterior....	37

3.6.	Caracterización de contenedores.....	37
3.7.	Horarios de trabajo de vehículos de carga posterior.....	38
3.8.	Horarios de recolección de vehículos de carga posterior (zona rural).....	39
3.9.	Horarios y sectores de recolección de vehículos de carga posterior (mercados)..	40
3.10.	Cálculo de proyección poblacional.....	40
3.11.	Proyección de residuos al año.....	42
3.12.	Propuesta para las nuevas rutas de recolección.....	43
3.13.	Tablas con tiempos de recolección de acuerdo a cada ruta de recolección.....	44
3.14.	Descripción del recorrido de las rutas de recolección.....	51
3.15.	Nuevos horarios de recolección.....	81
3.16.	Discusión de resultados.....	84
	CONCLUSIONES.....	86
	RECOMENDACIONES.....	87
	GLOSARIO	
	BIBLIOGRAFÍA	
	ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-2:	Distancia de las rutas de recolección.....	29
Tabla 1-3:	Descripción de vehículos de recolección.....	30
Tabla 2-3:	Horario de trabajo de vehículos de recolección.....	32
Tabla 3-3:	Pesaje de residuos sólidos en Porlón	34
Tabla 4-3:	Pesaje de desechos al 2020.....	36
Tabla 5-3:	Pesaje de vehículos carga posterior (CP) y carga lateral (CL)	37
Tabla 6-3:	Características de contenedores.....	37
Tabla 7-3:	Sectores de recolección de vehículos carga posterior (zona urbana).....	38
Tabla 8-3:	Sectores de recolección de vehículos carga posterior (zona rural).....	39
Tabla 9-3:	Sectores de recolección de vehículos carga posterior (mercados).....	40
Tabla 10-3:	Proyección poblacional hasta el 2022	41
Tabla 11-3:	Producción residual anual.....	42
Tabla 12-3:	Tiempo total ruta 1	44
Tabla 13-3:	Tiempo total ruta 2	45
Tabla 14-3:	Tiempo total ruta 3	46
Tabla 15-3:	Tiempo total ruta 4	47
Tabla 16-3:	Tiempo total ruta 5	48
Tabla 17-3:	Tiempo total ruta 6	49
Tabla 18-3:	Tiempo total ruta 7	50
Tabla 19-3:	Tiempo total ruta 8	51
Tabla 20-3:	Horarios de recolección de rutas optimizadas	78
Tabla 21-3:	Organización de recolección de acuerdo a rutas y sectores.....	79
Tabla 22-3:	Tabla comparativa del sistema de recolección actual frente a la propuesta	80

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura: 1-2:	Preparación de la información	16
Figura: 2-2:	Corte de Riobamba en unidades WGS 84/UTM zona 17S	22
Figura: 3-2:	Delimitación de Riobamba	22
Figura: 4-2:	Excel con las coordenadas las cuales están delimitadas por comas.....	23
Figura: 5-2:	Carga de coordenadas de Excel a Qgis	23
Figura: 6-2:	Coordenadas de contenedores superpuestas en el mapa de la ciudad.....	24
Figura: 7-2:	Mapa de la ciudad con calles y avenidas	24
Figura: 8-2:	Ruta 1.1 en My Maps.....	25
Figura: 9-2:	Trazado de la ruta en KML.....	26
Figura: 10-2:	Ejecución de la sub-ruta en Qgis	26
Figura: 11-2:	Verificación de trazo por sub-ruta	27
Figura: 12-2:	Rectificación de trazado por cortes.....	27
Figura: 13-2:	Coloración de rutas	28
Figura: 14-2:	Determinación de distancias	28
Figura: 15-2:	Mapa final ruta 1.1	29
Figura: 1-3:	Ruta de recolección uno.....	54
Figura: 2-3:	Ruta de recolección dos	58
Figura: 3-3:	Ruta de recolección tres	62
Figura: 4-3:	Ruta de recolección cuatro.....	66
Figura: 5-3:	Ruta de recolección cinco	70
Figura: 6-3:	Recolección de ruta seis.....	74
Figura: 7-3:	Ruta de recolección siete	77
Figura: 8-3:	Ruta de recolección ocho	80

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico1-3:	Estado funcional de los vehículos	31
Gráfico 2-3:	Capacidad de recolección de los vehículos CL Y CP	33
Gráfico 3-3:	Peso de residuos sólidos diario.....	34
Gráfico 4-3:	Peso de residuos sólidos mensual.....	35
Gráfico 5-3:	Peso de residuos sólidos anual	35
Gráfico 6-3:	Proyección poblacional	41

RESUMEN

El objetivo de la investigación fue elaborar una propuesta técnica a partir del análisis situacional de la ciudad de Riobamba para la optimización del sistema de recolección de residuos sólidos urbanos (RSU). Mediante el departamento de higiene y salud se logró obtener los horarios de trabajo, sectores de recolección, capacidad de recolección, características de los tipos de vehículos, pesaje de los residuos y número de contenedores. En segunda instancia se depuro datos recopilados de la primera fase y se tomó las coordenadas de los contenedores de toda la ciudad mediante el programa virtual Google Maps y mediante ArcGis se elaboró el primer mapa. Debido al incremento poblacional se realizó una proyección de variables como: número de habitantes y tasa de crecimiento. Tras haber realizado una valoración general del sistema, se llegó a la conclusión que las siete rutas actuales del sistema de recolección establecido por el municipio, dieron como resultado poco satisfactorias frente a las necesidades actuales de la ciudad, por esa razón se diseñó una ruta adicional, cada viaje de recolección se estimó bajo la capacidad de recolección de los vehículos en funcionamiento, los horarios no se alternaron con el fin de no causar mal estar a los trabajadores; de acuerdo con cada ruta, se elaboró un mapa, trazando cada una de las trayectorias, y adicional a ello se respaldó con un descripción textual. El abastecimiento del sistema por parte de los vehículos y almacenamiento en los contenedores ya no era suficiente, por lo que se propuso un sistema de recolección óptimo en almacenamiento, recolección y transporte, mediante la generación de cálculos y mapas. De la misma manera es recomendable adquirir un vehículo adicional para la ejecución de la nueva ruta y concientizar tanto a la ciudadanía por la falta de clasificación de residuos desde la fuente.

Palabras clave: <SISTEMA DE RECOLECCION>, <OPTIMIZACIÓN DE RECOLECCIÓN>, <PRODUCCION PER CÁPITA>, <RUTAS DE RECOLECCIÓN>, <GESTION AMBIENTAL>, <MANEJO DE RESIDUOS>, <GESTION INTEGRAL DE RESIDUOS>.



SUMMARY

The aim of the research was to implement a technical proposal based on the situational analysis of the Riobamba city for the optimization of the urban solid waste (USW) collection system. With the help of the health and hygiene department, it was possible to obtain the work schedules, collection areas, collection capacity, characteristics of the different vehicles, waste weighing and number of containers. In the second stage, the data collected in the first phase were refined and the location points of the containers throughout the city were taken using the Google Maps virtual program, while the first map was drawn up with ArcGis. Due to the population increase, a projection of variables such as number of inhabitants and growth rate was made. After establishing a general assessment of the system, it was concluded that the seven current routes for the collection system and which were established by the municipality were not satisfactory for the current needs of the city, for this reason it was necessary to design an additional route, each collection trip was estimated under the collection capacity of the operating vehicles, the schedules were not changed in order not to cause discomfort to workers according to each route. On the other hand, a map was designed, tracing each of the routes, additionally, it was supported with a textual description. The supply of the system by the vehicles and storage in the containers was no longer sufficient, so an optimal collection system was proposed for storage, collection and transportation through the generation of calculations and maps. In this way, it is necessary to acquire an additional vehicle for the implementation of the new route and make citizens conscious about the lack of waste classification from the generating the source.

Keywords: <COLLECTION SYSTEM>, <COLLECTION OPTIMIZATION>, <PER CAPITA PRODUCTION>, <COLLECTION ROUTES>, <ENVIRONMENTAL MANAGEMENT>, <WASTE MANAGEMENT>, <INTEGRAL WASTE MANAGEMENT>.



Lic. Paúl Rolando Armas Pesántes, Mg.

C.I. 060328987-7

INTRODUCCIÓN

Planteamiento del problema

Enunciado del problema

En la actualidad uno de los retos más grandes al cual se enfrenta la sociedad a nivel mundial es la cantidad masiva de residuos sólidos que se producen a diario, pero no solo su generación es el problema, el verdadero problema se vislumbra en todas las etapas de un manejo técnico integral como: almacenamiento, recolección, transporte, transferencia, tratamiento y disposición final, dependiendo de la categoría en la que se encuentre cada componente residual. Bhada Hoornweg manifestó que “En el 2020 la cantidad de residuos sólidos urbanos en el mundo fue de 1,3 billones toneladas por año y la proyección que se estima para el 2025 es de 2,2 billones de toneladas”, el incremento es abismal y el mal manejo de estos residuos provocara un impacto severo a nivel ambiental como repercusiones en la salud de cada poblador (Segura et al., 2020, p. 57).

La gestión de residuos sólidos urbanos (RSU) que se oferta en cada país es equivalente al capital monetario de cada uno, si el tratamiento falla se debe a la falta de recursos económicos o a su vez al déficit de un sistema de gestión que no esté bien elaborado. Tanto en Latinoamérica como en el Caribe no se cuenta con un sistema de recolección óptimo como en los países europeos, los cuales no solo cuentan con un sistema eficaz y bien estructurado, sino con el capital económico necesario (Urdaneta y Sáez, 2014, p. 9).

Según el código orgánico de organización territorial autonomía descentralización (COOTAD), la competencia de saneamiento ambiental para el manejo de RSU corresponde a las municipalidades, por lo que cada ciudad cuenta con un fondo monetario necesario.

El sistema de recolección en la ciudad de Riobamba presenta déficit a pesar del capital económico disponible, no se ha realizado ningún tipo de actualización, existe 7 rutas urbanas, de recolección que cubre toda la ciudad, se cuenta con 146.324 habitantes de acuerdo al último censo realizado por el instituto nacional de estadística y censos (INEC) en el 2010 y el sistema establecido no contempla parámetros como: demografía de la zona, accesibilidad, capacidad poblacional, frecuencia de recolección, rutas y horarios acorde a la generación de desechos.

Por otra parte, se contemplan problemas como falta de: clasificación en la fuente, sistema de recolección diferenciado de materiales reciclables o potencialmente reciclables, estudio de tiempos y movimientos, tampoco se ha implementado mecanismos de asociación con el fin de mejorar las condiciones de trabajo en los pre recicladores, los cuales repercuten al momento de gestionar los RSU de la ciudad (TULSMA, 2017).

La acumulación de residuos sólidos por falta de una recolección eficaz y óptima no solo provoca proliferación de enfermedades, sino que afecta el paisaje de la ciudad al encontrarse fuera de los contenedores de basura.

Justificación

El Acuerdo Ministerial 061, publicado en el Registro Oficial el lunes 04 de mayo de 2015, Reforma del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria de Medio Ambiente (TULSMA), art. 47 menciona que “El Estado Ecuatoriano declara como prioridad nacional y de interés público la gestión integral de los residuos sólidos no peligrosos en el país, esto implica una responsabilidad extendida y compartida por toda la sociedad para que contribuya al desarrollo sustentable a través de un conjunto de políticas intersectoriales nacionales en todos los ámbitos de gestión”.

La ciudad de Riobamba cuenta con un sistema de recolección de residuos sólidos sin embargo la municipalidad, las autoridades y el personal del área no han propuesto una actualización por falta de criterio técnico para elaborar un sistema de recolección eficaz, por esa razón es importante aportar con este trabajo investigativo el cual elaboraría un sistema óptimo, práctico y sencillo, el cual satisfaga las necesidades de la población actual.

De primera instancia se debe conocer el sistema de recolección que se maneja, encontrar las deficiencias empezando por las rutas de recolección, cobertura de recolección, frecuencia, número de contenedores, cantidad de equipos de recolección de acuerdo a cada categoría y por supuesto la población per cápita.

El Informe sobre mapeo de actores generadores de información a nivel territorial e identificación de fuentes de información de la competencia de desechos orgánicos del Ecuador elaborado en el mes de enero de 2019, posee información básica y sirve como punto de partida para elaborar el trabajo investigativo en conjunto con la información proporcionada por el municipio de la ciudad de Riobamba.

Mediante el desarrollo de este estudio, se beneficiará a toda la población urbana del cantón Riobamba (350.000 de acuerdo con el último censo realizado), optimizando los recursos destinados a esta actividad, no solo se beneficiará a la población sino también a la municipalidad por el cumplimiento de la normativa vigente y responsabilidad de saneamiento ambiental, mejora de su imagen institucional y relación con la comunidad. Esta información, además, permitirá proyectar las demandas y necesidades de la población para el desarrollo de una planificación estructurada en el manejo de RSU de la ciudad

Objetivos

Objetivo general

- Elaborar una propuesta técnica de optimización del sistema de recolección de residuos sólidos urbanos en la ciudad de Riobamba.

Objetivos específicos

- Analizar la situación actual sobre el Sistema de Recolección acorde al manejo de los residuos sólidos en el área de estudio.
- Elaborar una propuesta para las rutas de recolección.
- Evaluar el sistema de recolección de la ciudad de Riobamba en relación a la propuesta del área de estudio.

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes

El incremento de la población no solo genera mayor consumo, sino también mayor cantidad de residuos, por lo cual ha sido indispensable contar con un sistema de recolección adecuado para cada ciudad, existen estudios realizados sobre el tema, uno de ellos corresponde a (Guerrero et al., 2019), los cuales realizaron: “Una propuesta sobre la optimización de las rutas de recolección de residuos con el fin de minimizar los costos de transporte en Chepén Perú”, de acuerdo a la investigación se maneja información como población actual, topografía de la ciudad, rutas, trayectorias y horarios de recolección, adicional a ello se encuentra información financiera del sistema anterior. Dicha investigación se relaciona con la investigación propuesta pues se maneja variables que son fundamentales para implantar o a su vez actualizar un sistema de gestión ya establecido (Guerrero et al., 2019, p. 23) .

Por otra parte, existen investigaciones como: “Estudio para la implementación de un sistema de contenerización de acuerdo a los sectores periféricos en la ciudad de Riobamba, elaborado por Huilca y Pumagualli (2018)” donde se caracteriza los materiales desde su origen, la población per cápita de acuerdo al incremento poblacional, el tipo de vehículos que se utilizan y las rutas adecuadas para el proceso (Llumiquinga et al., 2019, p. 13).

Todo proceso debe contemplar una economía parcial, como total para que se lleve a cabo la realización adecuada y óptima de dicho procedimiento, los sistemas de recolección están a cargo de entidades públicas, como los gobiernos autónomos descentralizados (GADs) o la municipalidad perteneciente a cada ciudad, estas entidades deben manejar cierto presupuesto para la gestión y manejo de los residuos sólidos. Como objeto de optimizar el tema financiero se pretende mejorar este proceso, como lo menciona Tirado en su tesis publicada en el 2016, la cual habla sobre el impacto económico de la mejora de las rutas de recolección de residuos sólidos de la ciudad de Cajabamba, en el rubro de costos de limpieza pública de la municipalidad de Cajabamba, dicha investigación pretende mejorar el sistema de recolección actual con el fin de optimizar dos variables, tiempo y dinero (Meléndez y Margareth, 2016, p. 7).

La falta de actualización de datos puede conllevar a tener un sistema de recolección deficitario, tal como lo menciona (Santillán, 2019, p. 21), en su investigación, donde hace referencia a la caracterización de residuos sólidos y a su vez plantea una propuesta técnica para transporte y rutas de recolección en la parroquia San Luis del cantón Riobamba. Aquí se destacan aspectos como: producción per cápita, caracterización de los residuos, caracterización socioeconómica de la

población y por último el grado de reciclaje, los cuales sirven como punto de partida para perfeccionar el sistema implantado (Santillán, 2019, p. 6).

1.2. Bases Teóricas

1.2.1. Sistema de recolección de residuos sólidos

Existen diversos tipos de sistemas de recolección a nivel mundial, cada uno de ellos cumple con objetivos específicos y/o tareas determinadas, en el caso de los residuos sólidos estos sistemas de recolección cuentan con diferentes tipos de variables que son vitales para realizar una gestión adecuada (Barrientos, 2010, p. 133-135).

El incremento significativo de la población y por ende el crecimiento de residuos sólidos ha conllevado a implantar sistemas de gestión en cada ciudad del Ecuador, cada uno de ellos contempla variables fundamentales para realizar un proceso óptimo desde la recolección hasta la disposición final (Llumiquinga et al., 2019, p. 14).

1.2.2. Recolección de residuos sólidos zona urbana

(Procel, 2014), explica que este tipo de recolección se lleva a cabo únicamente dentro de la ciudad, con parámetros establecidos como: transportes especializados en la toma de basura, rutas y horarios definidos, además cuenta con tachos de contención.

1.2.2.1. Recolección

- ***Contenedores de plástico***

Recipientes de tamaño medio, color verde que permiten almacenar la mayor cantidad de residuos sólidos provenientes de los diferentes puntos de la ciudad, hasta donde un transporte de carga lateral recoja todos estos desperdicios, esta medida se implementó en el 2013 con apenas 600 contenedores como plan piloto (2021) se cuenta con 1030 distribuidos en toda la ciudad. Cada uno de estos contenedores cuenta con coordenadas específicas de localización (GADM RIOBAMBA, 2021).

- ***Sectores y rutas de transporte establecidas en la zona urbana***

El 80 % de la ciudad es cubierto por 7 sectores limitados y por 7 rutas de recolección, estos tipos de recolección se llevan a cabo con vehículos de carga lateral debido a la implementación de los

contenedores ecológicos y por su rápido manejo, mientras que el otro 20% conforma los alrededores de la ciudad y lo cubre vehículos de carga posterior, al igual que en los mercados (GADM RIOBAMBA, 2021).

- *Horarios de recolección*

De acuerdo a la cantidad de desechos se sigue un horario establecido con el fin de evitar el acumulamiento de desperdicios tanto en los domicilios como en los contenedores, los días pueden variar y ser rotativos con el fin de que el personal vaya tomando días de descanso, las horas ideales son a la madrugada para vehículos de carga lateral por la dificultad del tamaño que posee, mientras que los vehículos de carga posterior lo realizan en la mañana o en la tarde dependiendo del sector que deban recorrer (Almeida, 2016, p.11).

1.2.2.2. Transporte

- *Carga lateral*

Este tipo de vehículos consta de un contenedor y dos brazos mecánicos situados al lado derecho del vehículo, estos brazos ayudan a descargar los contenidos que se encuentran en los tachos verdes al contenedor del vehículo sin necesidad de utilizar intervención manual (Parada y Escalante, 2020, p. 10).

- *Carga posterior*

Vehículo que consta de una caja compactadora, todos sus bordes son sellados para evitar la caída de lixiviados. En la parte posterior se observa una apertura donde se colocan todos los residuos sólidos de forma manual, para ello se necesita la ayuda de 2 trabajadores. Su trabajo radica en recoger la basura de las aceras y colocarlas en la parte posterior del vehículo (Laureano, 2019, p. 5).

1.2.2.3. Disposición final

- *Relleno sanitario en Porlón*

La ciudad de Riobamba cuenta únicamente con un relleno sanitario como disposición final para los residuos sólidos, donde los vehículos de recolección llegan cargados y depositan todos los desperdicios en la planta, posterior a eso se realiza un proceso de pesaje y tratamiento de lixiviados (GADM RIOBAMBA, 2021).

- *Pesaje (llegada a Porlón)*

Una vez los vehículos han realizado sus correspondientes rutas de recolección se dirigen a Porlón (ubicación del relleno sanitario), donde pasan por una balanza la cual toma el peso de los residuos sólidos con el vehículo en toneladas, posterior a ello se dirigen a la planta para depositar lo recolectado del día. El peso únicamente de los residuos se realiza restando el peso del vehículo vacío al peso del vehículo cargado, de esta manera se va llenando un registro diario del pesaje (GADM RIOBAMBA, 2021).

- *Planta de tratamiento de lixiviados*

(Mosquera, 2018, p. 5) menciona que adicional a ello este relleno sanitario cuenta con 3 subprocesos para el tratamiento de lixiviados, los cuales se dividen en:

- Transformación bacteriana: se utiliza microorganismos para comer toda la carga contaminante.
- Piscinas: dentro de las piscinas se siembra totora, con el objeto de descomponer por completo el líquido residual.
- Proceso de cloración: con la ayuda de esta última etapa, se asegura que cloro elimine cualquier tipo de patógeno que pueda existir.

1.2.3. Recolección de residuos sólidos zona rural

Debido al distanciamiento de cada una de las parroquias pertenecientes a la ciudad de Riobamba, el sistema de recolección es variado y menos frecuente que en la zona urbana, se utiliza vehículos de carga posterior para realizar este tipo de viajes y recoger la basura de cada destino, al igual que en la zona urbana la recolección cuenta con un horario establecido, y los residuos sólidos son llevados a Porlón (relleno sanitario de toda la ciudad) (Jaramillo y Vinuesa , 2013, p. 12-15).

1.3. Base legal

1.3.1. Norma de Calidad Ambiental para el Manejo y Disposición final de desechos sólidos no Peligrosos

La presente norma técnica es dictada bajo el amparo de la Ley de Gestión Ambiental y del Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental y se somete a las disposiciones de éstos, es de aplicación obligatoria y rige en todo el territorio nacional.

4.7 Normas generales para la recolección y transporte de desechos sólidos no peligrosos

4.7.1 Los usuarios deben sacar a la vía sus recipientes o fundas con los desechos sólidos, sólo en el momento en que pase el vehículo recolector, salvo el caso de que se posea cestas metálicas donde colocar las fundas. Las cestas deben estar ubicadas a una altura suficiente, de tal manera que se impida el acceso a ellas de los niños y de animales domésticos.

4.7.2 La recolección y transporte de desechos sólidos no peligrosos debe ser efectuada por los operarios designados por la entidad de aseo, de acuerdo con las rutas y las frecuencias establecidas para tal fin.

4.7.3 Las entidades encargadas del servicio de aseo, deben establecer la frecuencia óptima para la recolección y transporte, por sectores, de tal forma que los desechos sólidos no se alteren o propicien condiciones adversas a la salud tanto en domicilios como en los sitios de recolección. Además, el horario y las rutas de recolección y transporte de los desechos sólidos contenidos en los recipientes de almacenamiento deben ser establecidos por las entidades encargadas del servicio, basándose en los estudios técnicos correspondientes.

4.7.4 Debe entenderse como operaciones ejecutadas en las fases del sistema de recolección y transporte de desechos especiales las siguientes:

a) La carga de los desechos sólidos sobre el vehículo destinado para este fin, efectuada al interior del establecimiento o en la vía pública. Esta operación se entenderá tanto si se la hace mediante el vaciado del contenedor o si se procede a su carga directa.

b) El transporte propiamente de los desechos sólidos hasta su destino final.

c) Si es el caso, las operaciones de trasvase de los desechos sólidos en la estación de transferencia.

4.7.5 El personal encargado de la recolección y transporte de desechos sólidos debe cumplir con sus jornadas de trabajo, utilizando la vestimenta y equipos adecuados para proteger su salud. Todo el personal que labore en el servicio de recolección y transporte debe tener uniforme completo para el ejercicio de su trabajo.

El uniforme debe estar conformado por un overol o un pantalón y su respectiva camisa de color fosforescente o llamativo o con franjas de seguridad que permitan su identificación y visibilidad en horas de baja luminosidad. Para el personal que conforma la cuadrilla además del uniforme debe tener un equipo de protección personal, que ofrezca seguridad, de tal manera que no se produzcan heridas, el mismo que garantizará atenuación de golpes en la cabeza, canillas y puntas de pies, protección contra olores, ruido y lluvia si es necesario. Deberá contemplarse el tipo, número de unidades y períodos de reemplazo.

4.7.6 En el evento de que los desechos sólidos sean esparcidos durante el proceso de recolección, los encargados del servicio de recolección deben proceder inmediatamente a recogerlos.

4.7.7 Cuando por ausencia o deficiencia de los cerramientos de lotes de terreno, se acumulen desechos sólidos en los mismos, la recolección y transporte hasta el sitio de disposición final estará a cargo del propietario del lote.

En caso de que la entidad encargada del servicio de aseo proceda a la recolección, este servicio debe considerarse como especial y se lo hará con cargo al dueño del terreno.

4.7.8 Los vehículos destinados para la recolección y transporte de desechos sólidos deben reunir las condiciones propias para esta actividad y las establecidas en esta Norma y su modelo debe cumplir con las especificaciones que garanticen la correcta prestación del servicio de aseo público.

4.7.9 Los vehículos y equipos destinados a la recolección y transporte de desechos sólidos, que no reúnan las condiciones necesarias para la eficiente prestación del servicio, deben ser reemplazados o adaptados suficientemente dentro del plazo que establezca el municipio a la entidad prestadora del servicio de acuerdo con el respectivo municipio y según el cronograma que debe elaborar éste.

4.7.10 Los municipios, los contratistas o los concesionarios del servicio de recolección y transporte de desechos sólidos deben disponer de un local, garaje-taller-bodega, suficientemente amplio y equipado de modo que pueda ofrecer la mayor seguridad y el mejor mantenimiento de la flota de vehículos.

4.7.11 La operación y mantenimiento de los vehículos destinados a la recolección y transporte de desechos sólidos debe estar a cargo de las municipalidades o personas responsables del servicio de aseo, obligación de la que no quedarán eximidas en ninguna circunstancia.

4.7.12 Los equipos, accesorios y otros implementos de que estén dotados los vehículos destinados a la recolección y transporte de desechos sólidos, deben estar en correctas condiciones para la prestación oportuna del servicio.

4.7.13 El lavado de los vehículos y equipos debe efectuarse al término de la jornada diaria de trabajo, para mantenerlos en condiciones que no atenten contra la salud de las personas y el medio ambiente.

4.7.14 El transporte de los desechos sólidos no peligrosos, deberá cumplir con las normativas de tránsito pertinentes.

4.7.15 Para detalles específicos relacionados con el servicio de recolección y transporte de desechos sólidos, se deberán utilizar las Normas de Diseño para la Elaboración de Proyectos de Sistemas de Aseo Urbano que emitirá el Ministerio del Ambiente.

1.3.2. Constitución del Ecuador

TÍTULO II

DERECHOS

Capítulo segundo

Derechos del buen vivir

Sección segunda Ambiente sano

Art. 14.- Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, sumak kawsay. Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados.

Sección sexta

Hábitat y vivienda

Art. 31.- Las personas tienen derecho al disfrute pleno de la ciudad y de sus espacios públicos, bajo los principios de sustentabilidad, justicia social, respeto a las diferentes culturas urbanas y equilibrio entre lo urbano y lo rural. El ejercicio del derecho a la ciudad se basa en la gestión democrática de ésta, en la función social y ambiental de la propiedad y de la ciudad, y en el ejercicio pleno de la ciudadanía.

Capítulo séptimo

Derechos de la naturaleza

Art. 72.- La naturaleza tiene derecho a la restauración. Esta restauración será independiente de la obligación que tienen el Estado y las personas naturales o jurídicas de indemnizar a los individuos y colectivos que dependan de los sistemas naturales afectados. En los casos de impacto ambiental grave o permanente, incluidos los ocasionados por la explotación de los recursos naturales no renovables, el Estado establecerá los mecanismos más eficaces para alcanzar la restauración, y adoptará las medidas adecuadas para eliminar o mitigar las consecuencias ambientales nocivas.

TÍTULO VII

RÉGIMEN DEL BUEN VIVIR

Sección segunda

Salud

Art. 361.- El Estado ejercerá la rectoría del sistema a través de la autoridad sanitaria nacional, será responsable de formular la política nacional de salud, y normará, regulará y controlará todas las actividades relacionadas con la salud, así como el funcionamiento de las entidades del sector.

Capítulo segundo

Biodiversidad y recursos naturales

Sección primera Naturaleza y ambiente

Art. 396.- El Estado adoptará las políticas y medidas oportunas que eviten los impactos ambientales negativos, cuando exista certidumbre de daño. En caso de duda sobre el impacto ambiental de alguna acción u omisión, aunque no exista evidencia científica del daño, el Estado adoptará medidas protectoras eficaces y oportunas.

La responsabilidad por daños ambientales es objetiva. Todo daño al ambiente, además de las sanciones correspondientes, implicará también la obligación de restaurar integralmente los ecosistemas e indemnizar a las personas y comunidades afectadas.

Cada uno de los actores de los procesos de producción, distribución, comercialización y uso de bienes o servicios asumirá la responsabilidad directa de prevenir cualquier impacto ambiental, de mitigar y reparar los daños que ha causado, y de mantener un sistema de control ambiental permanente.

Las acciones legales para perseguir y sancionar por daños ambientales serán imprescriptibles.

Sección séptima

Biosfera, ecología urbana y energías alternativas

Art. 415.- El Estado central y los gobiernos autónomos descentralizados adoptarán políticas integrales y participativas de ordenamiento territorial urbano y de uso del suelo, que permitan regular el crecimiento urbano, el manejo de la fauna urbana e incentiven el establecimiento de zonas verdes. Los gobiernos autónomos descentralizados desarrollarán programas de uso racional del agua, y de reducción, reciclaje y tratamiento adecuado de desechos sólidos y líquidos. Se incentivará y facilitará el transporte terrestre no motorizado, en especial mediante el establecimiento de ciclo vías.

1.3.3. Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización

Este código establece la organización político-administrativa del Estado ecuatoriano en el territorio: el régimen de los diferentes niveles de gobiernos autónomos descentralizados y los regímenes especiales, con el fin de garantizar su autonomía política, administrativa y financiera. Además, desarrolla un modelo de descentralización obligatoria y progresiva a través del sistema nacional de competencias, la institucionalidad responsable de su administración, las fuentes de financiamiento y la definición de políticas y mecanismos para compensar los desequilibrios en el desarrollo territorial.

Art. 55.- Competencias exclusivas del gobierno autónomo descentralizado municipal. - Los gobiernos autónomos descentralizados municipales tendrán las siguientes competencias exclusivas sin perjuicio de otras que determine la ley;

a) Prestar los servicios públicos de agua potable, alcantarillado, depuración de aguas residuales, manejo de desechos sólidos, actividades de saneamiento ambiental y aquellos que establezca la ley;

Art. 137.- Ejercicio de las competencias de prestación de servicios públicos. - Las competencias de prestación de servicios públicos de agua potable, en todas sus fases, las ejecutarán los gobiernos autónomos descentralizados municipales con sus respectivas normativas y dando cumplimiento a las regulaciones y políticas nacionales establecidas por las autoridades

correspondientes. Los servicios que se presten en las parroquias rurales se deberán coordinar con los gobiernos autónomos descentralizados de estas jurisdicciones territoriales y las organizaciones comunitarias del agua existentes en el cantón.

Las competencias de prestación de servicios públicos de alcantarillado. Depuración de aguas residuales, manejo de desechos sólidos, y actividades de saneamiento ambiental, en todas sus fases, las ejecutarán los gobiernos autónomos descentralizados municipales con sus respectivas normativas. Cuando estos servicios se presten en las parroquias rurales se deberá coordinar con los gobiernos autónomos descentralizados parroquiales rurales.

Art. 418.- Bienes afectados al servicio público. - Son aquellos que se han adscrito administrativamente a un servicio público de competencia del gobierno autónomo descentralizado o que se han adquirido o construido para tal efecto. Estos bienes, en cuanto tengan precio o sean susceptibles de avalúo, figurarán en el activo del balance del gobierno autónomo descentralizado o de la respectiva empresa responsable del servicio. Constituyen bienes afectados al servicio público:

b) Los activos destinados a servicios públicos como el de recolección, procesamiento y disposición final de desechos sólidos.

CAPÍTULO II

2. MARCO METODOLÓGICO

2.1. Tipo y diseño de investigación

2.1.1. *Por el tipo de investigación*

La investigación presente es no experimental debido a que el sistema de recolección ya está elaborado, el enfoque principal fue brindar una optimización, por lo que no se creó muestras de estudio, sino se trabajó con las ya establecidas. El estudio es de tipo transversal pues se desarrolló en un solo periodo de tiempo para la toma de datos (Bravo Noroña, 2021, p. 5-7).

La adquisición de los datos fue paulatinos y duro alrededor de 6 meses, una vez tomados los datos tanto cuantitativo como cualitativos se analizó su incidencia y se interrelacionó la información con la situación actual en la que se encuentra la ciudad (Troya, 2016).

2.1.2. *Por el diseño de investigación*

El proyecto investigativo es de carácter deductivo, ya que partió de lo general para llegar hasta lo específico, considerando esto se partió desde la situación actual en la que se encuentra la ciudadanía y se calculó la cantidad de residuos que se genera día a día, hasta obtener un sistema de recolección que satisfaga las necesidades de los ciudadanos (Castrillón y Puerta, 2004, p. 15-21).

Para la realización de la investigación se trabajó con variables cuantitativas (número de: vehículos, rutas y contenedores, distancia recorrida, horarios de trabajo, volumen de carga, pesaje de residuos, producción per cápita, proyección poblacional) y cualitativas (estado funcional de vehículos y contenedores) las cuales dieron un enfoque real de la investigación, por lo que este trabajo investigativo es mixto (Hernandez, 2014, pp 20).

2.2. Unidad de análisis

El presente trabajo de titulación se desarrolló en la ciudad de Riobamba, la cual comprende 5 parroquias urbanas: Veloz, Velasco, Maldonado, Lizarzaburu y Yaruquíes y 11 parroquias rurales: Licán, Calpi, San Juan, Cubijíes, Quimiag, Cacha, San Luis, Punín, Licto, Flores y Pungalá, la investigación se enfocará únicamente en la zona urbana.

2.3. Población de estudio

La población de Riobamba de acuerdo con el último censo es de 146.324 habitantes (INEC, 2010), sin embargo, este valor ha variado a través de los años, por lo que se ha realizado una proyección poblacional con el objeto de trabajar con datos aproximados a los actuales, de esta manera la muestra es de 185.899 de acuerdo al 2021 considerando que beneficiara a toda la ciudadanía.

2.4. Técnica de recolección de los datos

- Información general

La recolección de información se llevó a cabo con las visitas realizadas periódicamente al departamento de higiene y ambiente pertenecientes al municipio de la ciudad de Riobamba, la información solicitada se realizó mediante entrevistas. De la misma manera se extrajo información necesaria de la base de datos del (INEC) en cuanto al crecimiento poblacional y los censos realizados en los últimos años. Adicionalmente, se sustentó con otras investigaciones realizadas que sirvieron como soporte para sustentarla.

- Datos cuantitativos

Las coordenadas en los ejes X e Y se obtuvieron mediante el software Google Maps, los recorridos se realizaron por la ciudad con el fin de conocer el posicionamiento exacto de cada contenedor con ayuda del GPS. Fue fundamental conocer las características de los recipientes, así como la capacidad y las dimensiones que maneja, las cuales se lograron adquirir mediante el departamento de higiene y ambiente de la municipalidad de Riobamba.

2.5. Recopilación de la información

2.5.1. Información general de la caracterización de vehículos de recolección de carga lateral

A través de la primera visita se obtuvo información necesaria para la primera fase del proyecto. En la entrevista se obtuvieron datos como: i) número de vehículos, ii) marcas del parque vehicular y, iii) el estado funcional de acuerdo a la escala de uso y a la capacidad de compactación de los mismos.

2.5.2. Información de recolección para vehículos de carga lateral y posterior

En la segunda visita se entrevistó a la persona encargada del departamento Ambiental. Se obtuvo información específica sobre el pesaje de residuos sólidos diario, mensual y anual en el relleno sanitario de Porlón. Además, el recorrido y rutas que cubre la recolección con vehículos de carga lateral y carga posterior en toda la ciudad de Riobamba.

2.5.3. Información de rutas de recolección de carga posterior

Por otra parte, se realizaron entrevistas a los conductores de los vehículos de carga posterior. Esto, con el propósito de describir las rutas y frecuencias de recolección.

2.5.3.1. Información sobre los contenedores

Mediante esta visita se logró obtener las características específicas de los contenedores, destacando el material, el peso y las dimensiones.

2.5.4. Información del pesaje del relleno sanitario de Porlón

En la tercera visita al departamento de higiene, el personal hizo la entrega de un mapa general donde se localizaban todos los contenedores verdes (de recolección sin clasificación específica) y su distribución a lo largo de la ciudad. Basado en esta información guía, se georreferenciaron los contenedores. Este proceso, se realizó mediante Google Maps y fue corroborada mediante el recorrido in situ en el área urbana de Riobamba.

2.5.5. Información de rutas de recolección carga lateral

La entrevista a los conductores de los vehículos de carga lateral se desarrolló con el propósito de obtener información para el estudio de tiempos y movimientos.

- ***Información complementaria.***

La información adicional se obtuvo de la revisión bibliográfica de documentos publicados como tesis relacionadas al tema, artículos, publicaciones científicas, así como de la plataforma INEC. La información analizada fue sobre el crecimiento poblacional, condiciones socioeconómicas de la población, tasa de crecimiento poblacional, censos realizados, investigaciones sobre manejo integral de residuos sólidos.

2.5.6. Preparación de la información

Una vez adquirida la información base y los datos generales, se procedió a sintetizar la información en tablas utilizando el software (Microsoft Excel, 2021). De cada subtema se elaboraron tablas resumen de acuerdo a los datos obtenidos a través de las entrevistas. Finalmente, para una mejor visualización e interpretación de resultados, se elaboraron graficas de barra y pastel.

La preparación de información se describe en la Figura 2-1.

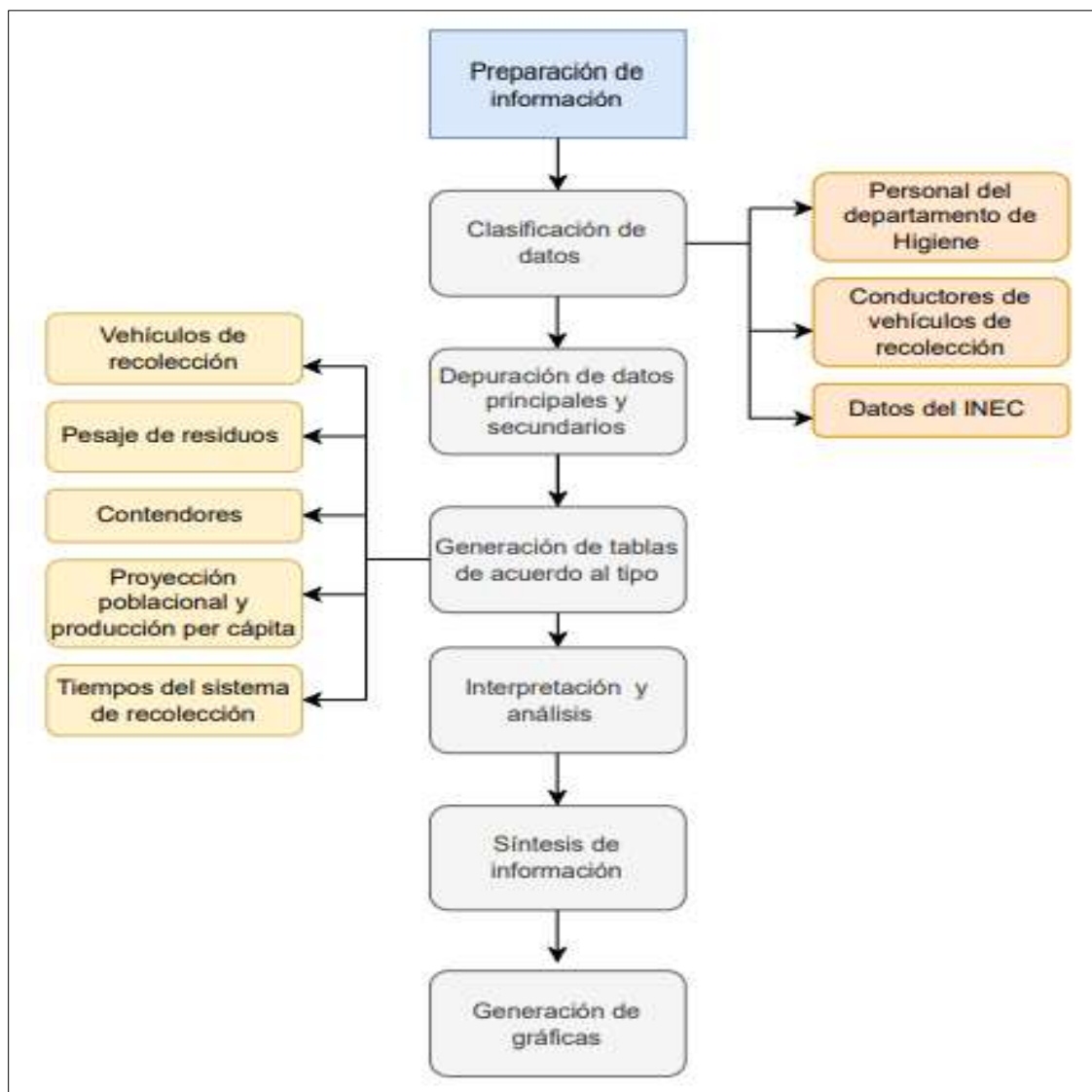


Figura: 1-2: Preparación de la información

Realizado por: Moreno Satán, Gabriela, 2022.

2.5.7. Análisis de la información

2.5.7.1. Análisis estadístico descriptivo/ multivariado/ inferencial

El tipo de análisis es descriptivo pues pretende especificar propiedades y características importantes de una situación a analizar. En este caso se logró reseñar las variables que componen el sistema de recolección, describiendo cada etapa del proceso, al igual que el funcionamiento de los equipos, instrumentos o maquinaria empleada y la factibilidad de rutas y horarios.

Adicionalmente, se consideró la tendencia del crecimiento poblacional por la falta de información actualizada y de la cantidad de residuos sólidos generados por habitante (Zemanate y Fredy, 2021, p. 13).

2.5.8. Elaboración de tablas e interpretación

Una vez depurados los datos y clasificada la información de acuerdo al orden de visitas al Municipio de Riobamba, se llevó a cabo el respectivo análisis e interpretación. Todas las tablas fueron elaboradas en Excel.

2.5.8.1. Descripción de vehículos de recolección

Para la elaboración de la (Tabla1-3) que describe la información sobre los vehículos de recolección, se clasificó la información de acuerdo con los siguientes atributos: i) número de vehículo, ii) marca, iii) año de fabricación y, iv) estado funcional.

Para conocer el estado funcional de los vehículos de acuerdo a la categoría regular o buena, se realizó un conteo y se calculó la frecuencia relativa del número de vehículos según su condición funcional.

Para corroborar esta información, se verificó la normal ambiental ecuatoriana correspondiente. En esta normativa consta el tiempo de uso de los vehículos recolectores, así como la periodicidad para realizar el respectivo mantenimiento (Norma Ambiental Ecuatoriana- Desechos art. 4.7.9). Finalmente, se corroboró que el período de depreciación de este tipo de vehículos es de 10 años. Adicionalmente se calcularon las frecuencias relativas de los vehículos según la marca y las características técnicas. Esta información se representó en un gráfico de barras para visualizar la relación entre el tipo de vehículo y su estado funcional operativo.

2.5.8.2. Horario de trabajo de vehículos de recolección

La información se distribuyó en cuatro secciones: i) rutas, ii) horarios, iii) distancia recorrida y, iv) volumen. Con el propósito de tener una denominación más corta y mejor visualización, se añadieron siglas para sintetizar los nombres en la gráfica de barras.

Por otra parte, se realizó una sumatoria de la distancia recorrida y del volumen total de los dos tipos de vehículos, para conocer la capacidad que maneja cada uno (Tabla 2-3). Adicionalmente, se calcularon las jornadas de trabajo según los horarios de la madrugada, mañana y tarde.

Se elaboró una gráfica que relacionó la capacidad de recolección y el tipo de vehículo. De esta manera, se visualizó cuál tenía mayor cobertura de recolección y transporte de los residuos sólidos urbanos. En una gráfica adicional se incluyeron el volumen y el tipo de vehículo, proporcionando información sobre la mayor capacidad de recolección que tiene un vehículo de carga lateral.

2.5.8.3. Pesaje de residuos sólidos en Porlón

La información se clasificó en 4 variables: i) año, ii) pesaje diario, iii) pesaje mensual y, iv) pesaje anual. Los datos proporcionados por el municipio de Riobamba desde el 2010 al 2020

Para la representación gráfica, se combinaron los períodos anuales con el registro de pesaje expresado en toneladas diarias, mensuales y anuales. Esto permitió analizar el avance histórico y su continuo incremento en la generación de residuos. Por lo tanto, esta información ratifica que el aumento poblacional está directamente relacionado con la generación de residuos, a mayor población, mayor cantidad de RSU (Toledo, 2021, p. 12).

Para calcular la variación anual de residuos sólidos generados, se realizó la diferencia del año actual menos el año anterior, dando como resultado el incremento del valor de los RSU recolectados.

2.5.8.4. Proyección de toneladas de desechos en el año 2021

Para la elaboración de las 3 tablas (3-3, 4-3, 5-3) se separó la información de acuerdo con el peso en toneladas (t/año, t/mes y t/día). Se insertaron filas para los atributos: año y pesaje, tomando los valores proporcionados por el departamento de higiene desde 2010 hasta el 2020, pero para conocer el valor del 2021 se utilizó la fórmula de proyección lineal del Microsoft Excel ® y se proyectó considerando los datos del 2010 al 2020.

2.5.8.5. Pesaje de vehículos carga posterior y carga lateral

Para conocer el peso de los vehículos, se realizó una clasificación de acuerdo con el tipo de vehículo, (de carga lateral y carga posterior). Adicionalmente, se incluyó el peso en toneladas de acuerdo con el día, mes y año. Para la representación de resultados, se utilizaron graficas de tipo pastel para representar las frecuencias relativas.

2.5.8.6. Características de contenedores

La descripción técnica de los contenedores fue proporcionada por el personal técnico del municipio de Riobamba (Departamento de higiene y Ambiente, 2021). Para el análisis de la información, se contempló la Norma Ambiental Ecuatoriana – Desechos Art. 4.4.17 y Art 4.4.7 que describe el dimensionamiento de los contenedores y su ubicación en lugares públicos (TULSMA, 2018).

2.5.8.7. Sectores de Recolección de vehículos de Carga Posterior (zona urbana)

Después de haber realizado las respectivas entrevistas a los conductores de carga posterior se logró obtener la información plasmada en las tablas 7-3, 8-3, 9-3. La información se clasificó en zona urbana, rural y ruta de mercados. Posteriormente, se categorizaron de acuerdo con el número de ruta, horario y sector recorrido.

2.5.8.8. Proyección poblacional hasta el 2021

Se realizó una estimación de toneladas proyectadas al 2021, considerando la producción per cápita y la tasa de crecimiento (INEC, 2014).

La producción per cápita de ese año fue 0,65 kilogramos sobre habitante (Arellano y Gavilanes , 2014, p. 4). Por lo que se ha proyectado hasta el 2021 considerando un incremento estimado de 0,2 cada 10 años, es decir 0,02 por cada año calculo considerado para la realización del informe ejecutivo de la consultoría del estudio de caracterización de residuos sólidos urbanos domésticos y asimilables a domésticos para el distrito metropolitano de Quito (Castrillón y Puerta, 2004, p. 12).

El cálculo se realizó con la fórmula de proyección poblacional método aritmético, considerando variables como: población inicial, tasa de crecimiento anual el año proyectado y año inicial (INEC, 2014). El cálculo se efectuó en Microsoft Excel ®, obteniendo el valor de la proyección poblacional del 2021. Adicionalmente, se utilizó la gráfica de dispersión de puntos para observar la tendencia de la línea en referencia al crecimiento poblacional.

2.5.8.9. Producción anual de residuos

Para obtener la producción de residuos al 2021, se consideró el número de habitantes proyectado de la (Tabla 11-3), la producción per cápita (kg/hab/día) parte de 0,65 incrementando 0,02 cada año (INEC, 2014). El producto de estos dos parámetros se calculó en kilogramos anuales.

Posteriormente, se expresó este valor en toneladas para poder comparar con los datos proporcionados por el municipio de Riobamba por el departamento de higiene y ambiente.

2.5.8.10. Capacidad de compactación

Para la determinación de la densidad de compactación de los vehículos se consideraron factores como el volumen del contenedor $2,4 \text{ m}^3$, volumen del vehículo 22 m^3 y densidad compactada de los mismos $500 \text{ a } 600 \text{ kg/m}^3$ (datos obtenidos por el departamento de higiene y salud) y densidad suelta de los residuos $233,25 \text{ kg/m}^3$ (Arellano y Gavilanes , 2014, pp. 5).

Se realizaron los cálculos tomando en cuenta dos tipos de escenarios, el primero con el contenedor al 80 % donde se múltiplo el volumen del contenedor al 80 % es decir con un valor de 1.92 m^3 por la densidad de compactación, que en este caso se consideró el valor de 600 kg/m^3 dato entregado por el municipio, dividido por la densidad suelta de los residuos $233,25 \text{ kg/m}^3$, dando como resultado un valor de 29 contenedores. El segundo al 100 % de capacidad, donde se múltiplo el volumen del contenedor al 100 % es decir con un valor de $2,4 \text{ m}^3$ por la densidad de compactación, que en este caso se consideró el valor de 600 kg/m^3 , dividido por la densidad suelta de los residuos $233,25 \text{ kg/m}^3$, dando como resultado de 24 contenedores., los cuales recogerán en un solo viaje.

2.5.8.11. Elaboración de nuevas rutas de recolección

Debido a que el sistema de recolección no es uniforme por la frecuencia con la que se realiza, se contemplaron 3 tiempos diferentes, el tiempo de recorrido, el tiempo de recolección para cada contenedor y el tiempo que se demora en descargar los residuos en el relleno. Para el cálculo del primer tiempo se consideró la velocidad de 50 a 60 km/h (dato obtenido por los conductores) y la distancia que se obtuvo mediante el programa "Qgis", utilizando la formula básica de velocidad es igual distancia sobre tiempo, de allí se despejo el tiempo y se obtuvo el resultado, el valor del tiempo varía de acuerdo a cada ruta de recolección. Para el cálculo del tiempo de recolección se transformaron los dos minutos que se tarda en levantar los brazos mecánicos y depositar la basura en el vehículo a horas y se multiplico por el número de contenedores, dando como resultado 0,72 para 24 contenedores y 0,36 para 12 contenedores. Y para el tiempo de relleno de la misma manera se transformó a horas, dando un valor de 0,16 horas.

2.5.8.12. Horarios de recolección de las rutas optimizadas

Los horarios de recolección se designaron de acuerdo al orden las rutas de recolección, la primera fila se destinó para el número de rutas, mientras que la segunda se designó a los horarios que deberían ser cumplidos durante las horas de trabajo, se llevaron rutas interdiarias considerando que los vehículos que salen a la madrugada.

2.5.8.13. Organización de recolección de acuerdo a rutas y sectores

La elaboración se realizó mediante una tabla de doble entrada. Por una parte, se colocaron las rutas numeradas de la uno a la ocho y por el otro lado las semanas de trabajo. De la misma manera partiendo de la ruta uno a la ocho, con el fin de compensar los horarios realizados en la madrugada, se intercalo con los horarios de trabajo que se realizan a la mañana o la tarde.

2.5.8.14. Comparación del sistema de recolección antiguo frente a la propuesta de optimización

Con el fin de distinguir los parámetros del sistema de recolección actual frente a la propuesta de optimización se elaboró una tabla comparativa donde se detalla: número de vehículos a utilizar para la recolección, número de mapas, elaboración de rutas técnicas con su respectiva descripción textual, número de trabajadores (conductores y operarios), distancia total recorrida en cada ruta, tiempo total de recolección, horarios y número de contenedores recogidos por día.

2.5.9. Elaboración del mapa: ubicación de contenedores en la ciudad de Riobamba

1.-Se cargó el archivo en formato “shp” de los cantones del Ecuador (Instituto Geográfico Militar, 2021), se asignó el sistema de referencia correspondiente en este caso WGS84-UTM-17S (Qgis, 2022).

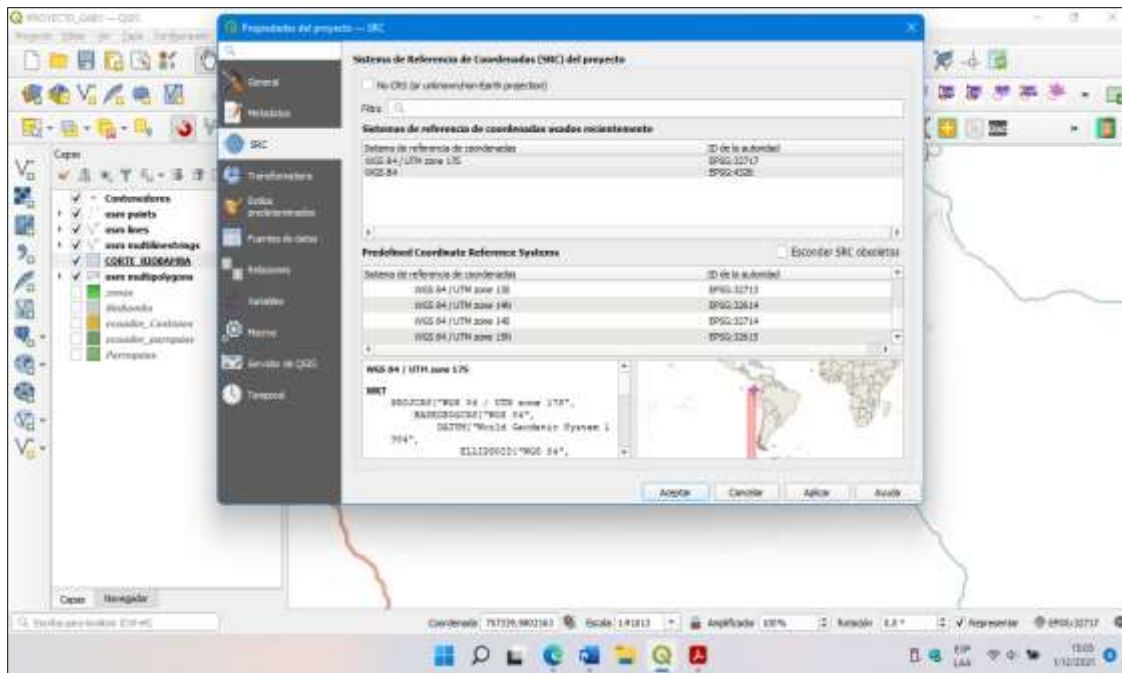


Figura: 2-2: Corte de Riobamba en unidades WGS 84/UTM zona 17S

Realizado por: Moreno Satán, Gabriela, 2022.

2.-Se delimito el área correspondiente mediante la herramienta clip-vector y se obtuvo la zona de estudio (cantón Riobamba).

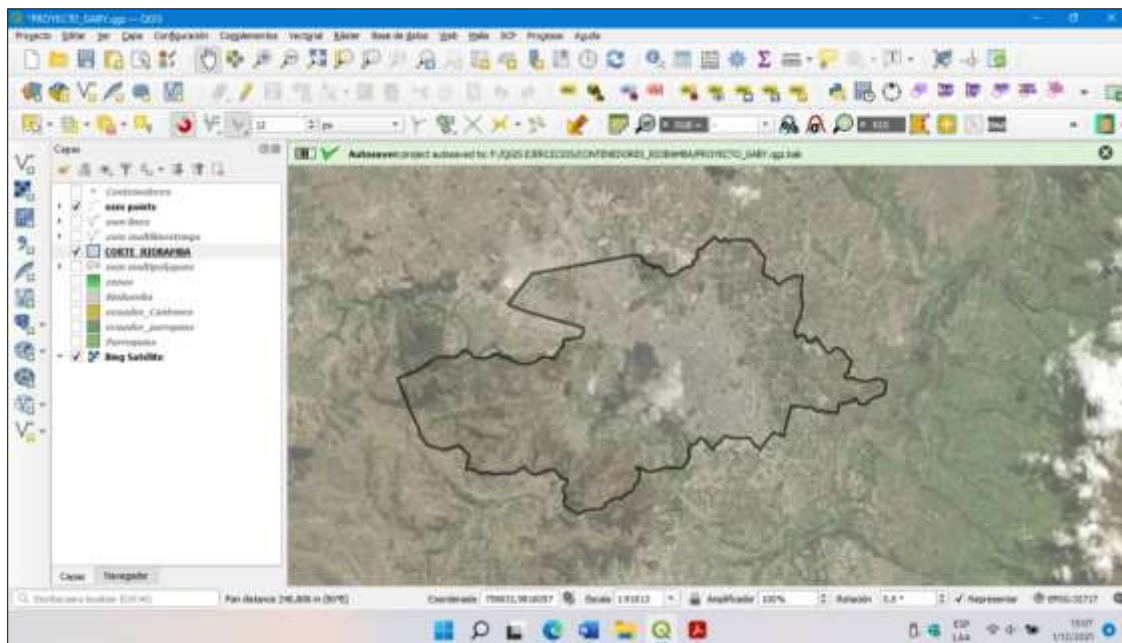


Figura: 3-2: Delimitación de Riobamba

Realizado por: Moreno Satán, Gabriela, 2022.

3.- Se realizó el levantamiento mediante la guía de un mapa general de los puntos geográficos de cada contenedor para lo cual requerimos pasar las coordenadas que están en formato Microsoft Excel ® a un archivo CSV (delimitado por comas).

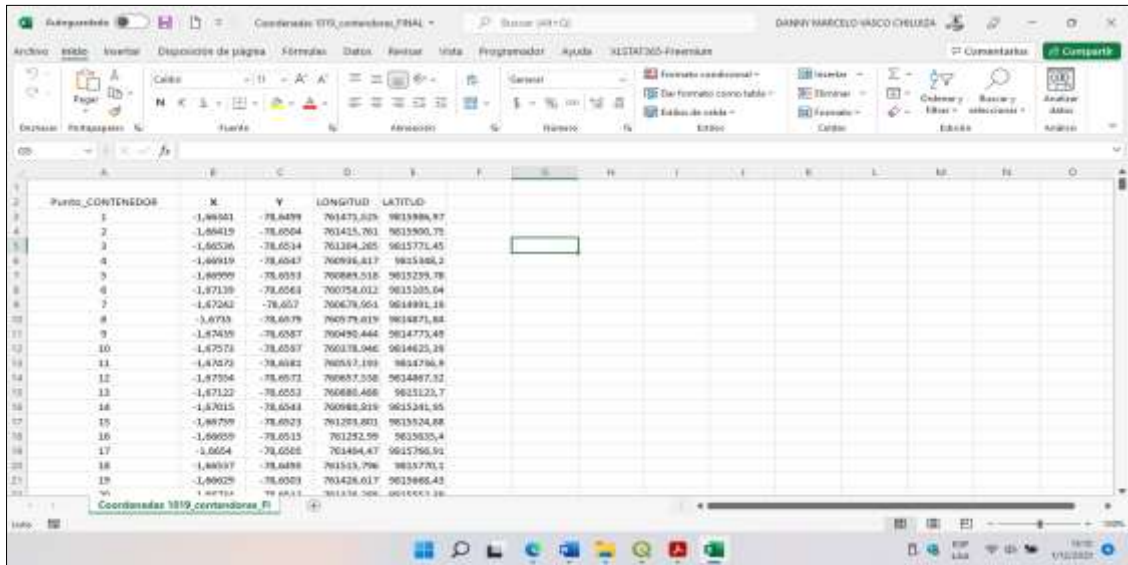


Figura: 4-2: Excel con las coordenadas las cuales están delimitadas por comas

Realizado por: Moreno Satán, Gabriela, 2022.

4.- Se cargó el archivo en formato CVS, en el software Qgis y se verifico que se encuentren en el sistema de coordenadas mencionadas anteriormente.

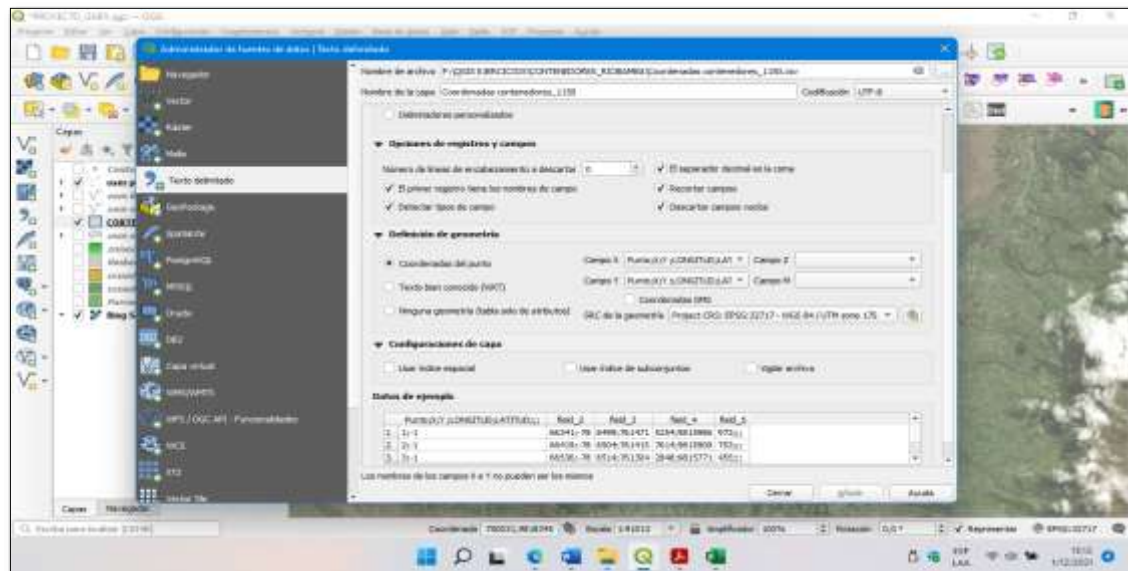


Figura: 5-2: Carga de coordenadas de Excel a Qgis

Realizado por: Moreno Satán, Gabriela, 2022.

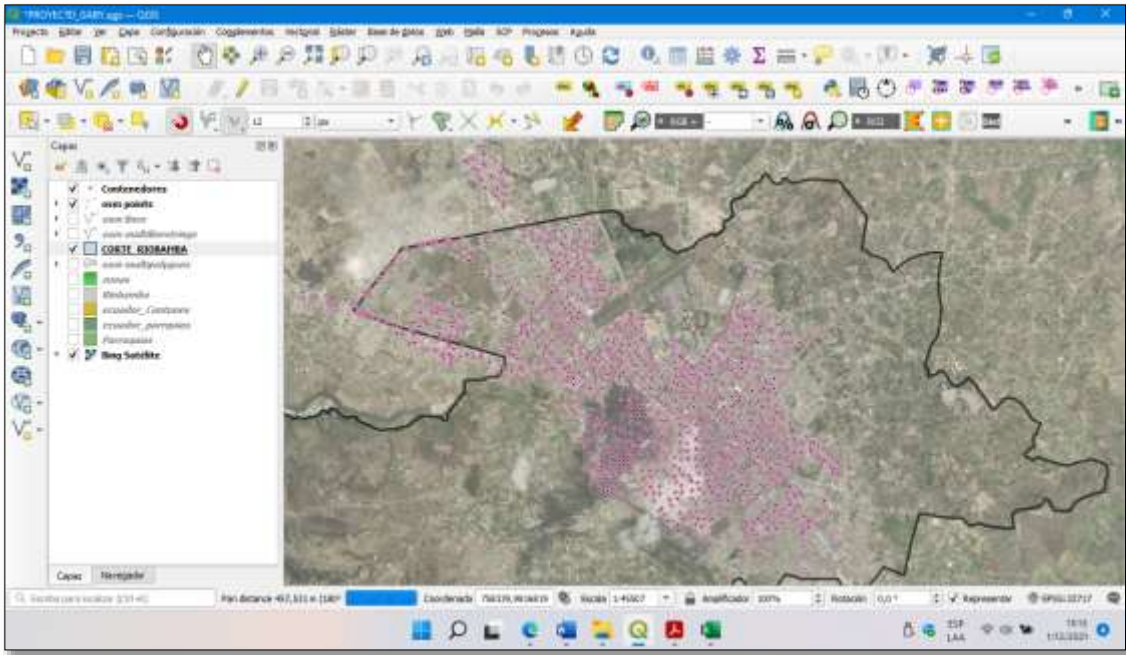


Figura: 6-2: Coordenadas de contenedores superpuestas en el mapa de la ciudad

Realizado por: Moreno Satán, Gabriela, 2022.

5-. Para la obtención del “shapefile” de vialidad se utilizó un mapa base (Open Street Map, 2021), mediante la herramienta Clipper se extrajo las calles e infraestructura principal con la finalidad de ubicar de forma más precisa los contenedores. Adicionalmente se consideró que el mapa base OSM al momento de extraer los datos debía coincidir con la zona de estudio. En la Figura 7-2 se muestra la generación del nuevo mapa con la ubicación de los contenedores y diferenciado por calles de la ciudad.

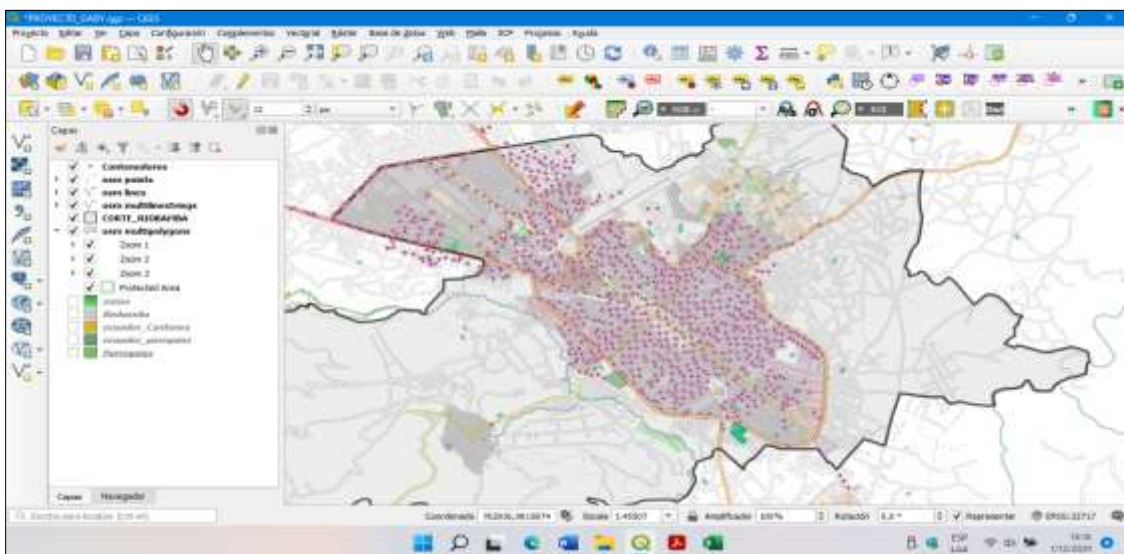


Figura: 7-2: Mapa de la ciudad con calles y avenidas

Realizado por: Moreno Satán, Gabriela, 2022.

6.- Por último, se verifico que las capas se encuentren en el orden de visualización definitivo. Posteriormente se asignó la simbología correspondiente y se exportó el mapa de imagen *.png.

2.5.10. Elaboración de mapas para rutas zona urbana de la ciudad de Riobamba

1. Se utilizó la herramienta Google My Maps en la cual se pudo dibujar la ruta tomando en cuenta la dirección y sentido de las vías. En la Figura 8-2 se puede visualizar el trazado de la sub-ruta.

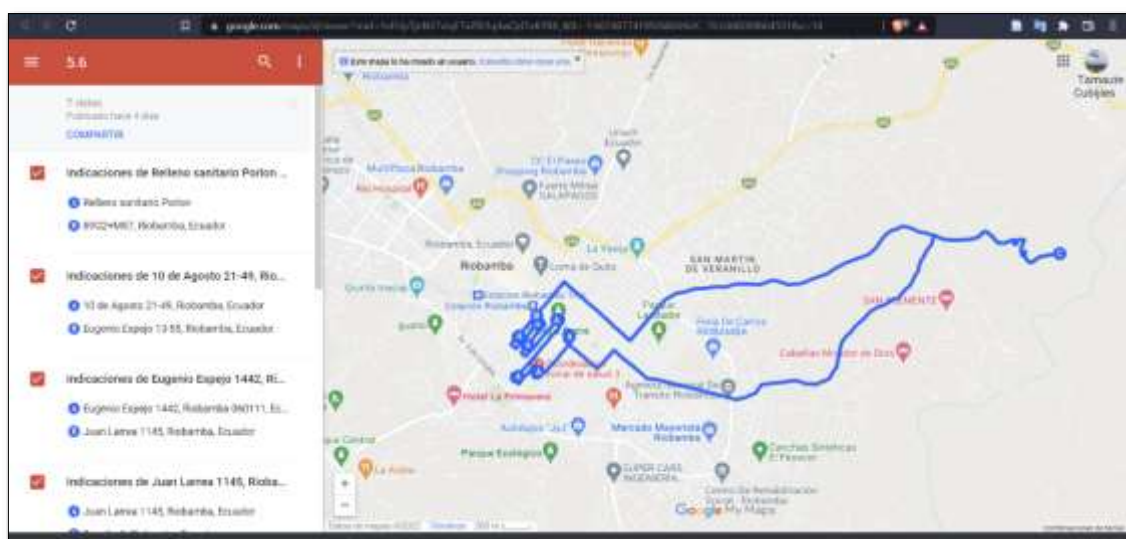


Figura: 8-2: Ruta 1.1 en My Maps

Realizado por: Moreno Satán, Gabriela, 2022.

2. El trazado de ruta se guardó como un archivo KML que posteriormente se utilizó para abrirlo en el GIS. En la Figura 9-2 se muestra las capas que serán trasladadas al Qgis.

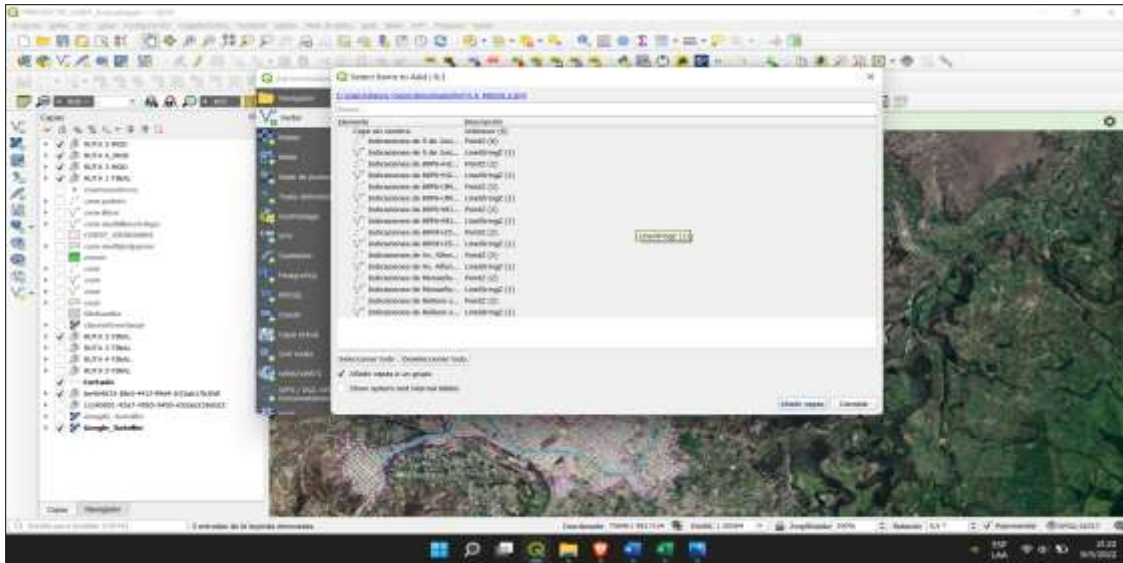


Figura: 9-2: Trazado de la ruta en KML

Realizado por: Moreno Satán, Gabriela, 2022.

3. Una vez obtenida cada ruta en el software Qgis se cargó para su respectivo procedimiento tomando en cuenta que el sistema de coordenadas debe mantenerse igual durante todo el trabajo, para evitar que las vías o el resto de información se ubicara por fuera del área de estudio.

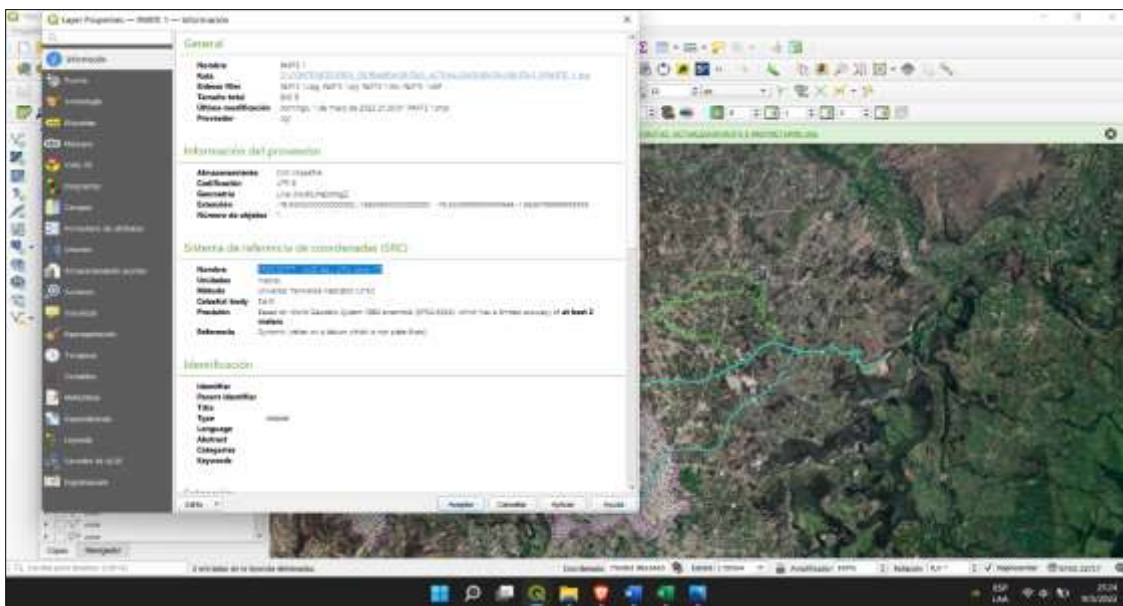


Figura: 10-2: Ejecución de la sub-ruta en Qgis

Realizado por: Moreno Satán, Gabriela, 2022.

4. Se asignó un mapa base de Google y OMS Street View (OpenStreetMap, 2022) con la finalidad de corroborar que las líneas de rutas coincidan con el mapa base. En la Figura 11-2 se muestra la verificación del trazado de la ruta en el programa.

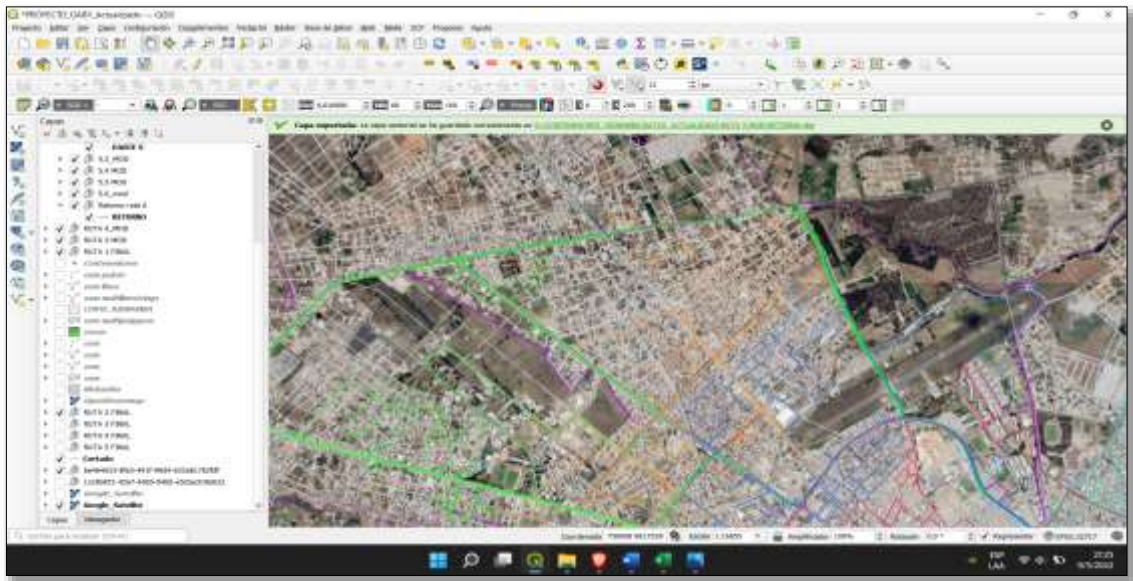


Figura: 11-2: Verificación de trazo por sub-ruta

Realizado por: Moreno Satán, Gabriela, 2022.

5. Una vez verificado él se guardó el archivo KML en formato vectorial, obteniendo así las líneas (rutas) a lo largo del mapa.

6. Posteriormente en el menú de edición de polígonos del Qgis se empataron las rutas que presentaron algún corte, de igual manera se corrigieron las vías que en cierta manera se solapaban. En la Figura 12-2 se muestra la intersección de las rutas abiertas.

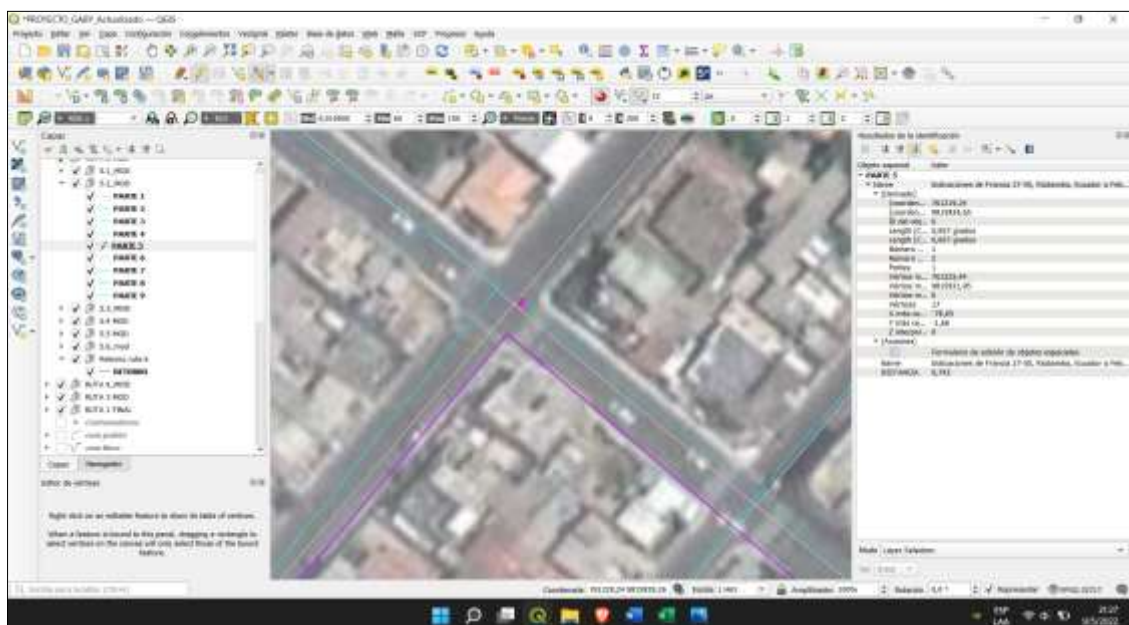


Figura: 12-2: Rectificación de trazado por cortes

Realizado por: Moreno Satán, Gabriela, 2022.

7. A su vez se le asignó un estilo a cada una de las rutas y se procedió al cálculo correspondiente de su distancia. En la Figura 13-2 se muestra los diferentes estilos para cada ruta.

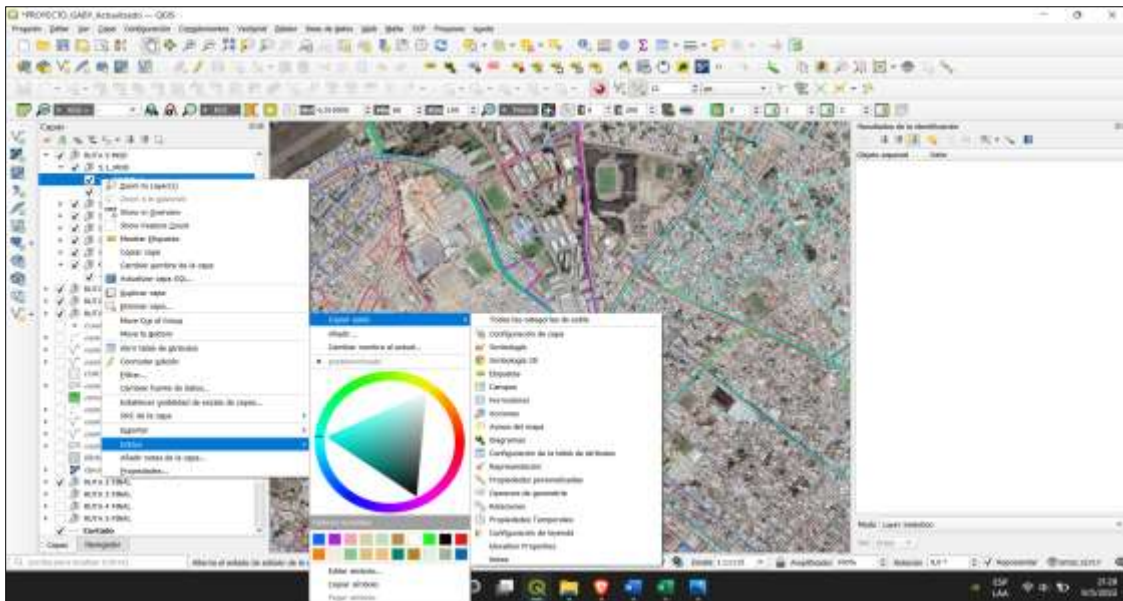


Figura: 13-2: Coloración de rutas

Realizado por: Moreno Satán, Gabriela, 2022.

8. Para el cálculo de la longitud de la ruta en el menú edición de la tabla de atributos se activó la calculadora de campos.

9. Se creó un nuevo campo con el nombre de “DISTANCIA” a su vez se eligió la formula “length” y se obtuvo el dato de la longitud en m², para su conversión a km² se dividió por 10000. En la Figura 14-2 se muestra el cálculo de las distancias.

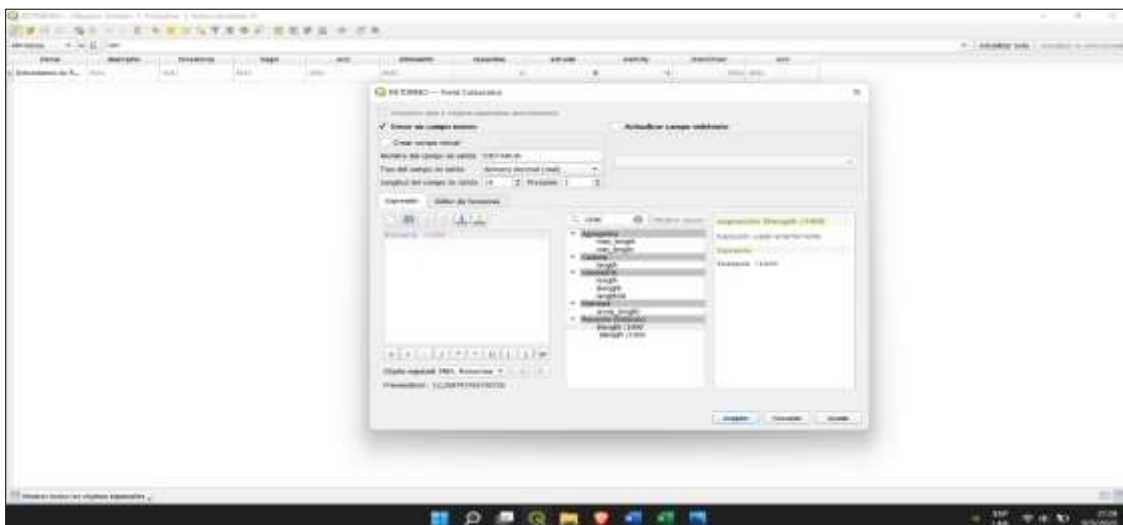


Figura: 14-2: Determinación de distancias

Realizado por: Satán Moreno, Gabriela, 2022.

10. Se obtuvo las distancias de cada segmento de cada ruta correspondiente, se pasó los datos en una hoja de Excel y se procedió a la suma de cada ruta. En la Tabla 1-2 se muestra la tabla con las distancias recorridas.

Tabla 1-2: Distancia de las rutas de recolección

Ruta 6.1	Ruta 6.2	Ruta 6.3	Ruta 6.4	Ruta 6.5	Ruta 6.6	Retorno
14,98	19,83	17,69	19,99	18,70	15.3	12,27
TOTAL	118,755					

Realizado por: Moreno Satán, Gabriela, 2022.

11. Finalmente se realizó una verificación de las fórmulas y distancias calculadas y se generó los mapas correspondientes, en el compositor de mapas. En la Figura 15-2 se muestra la ruta completamente terminada.

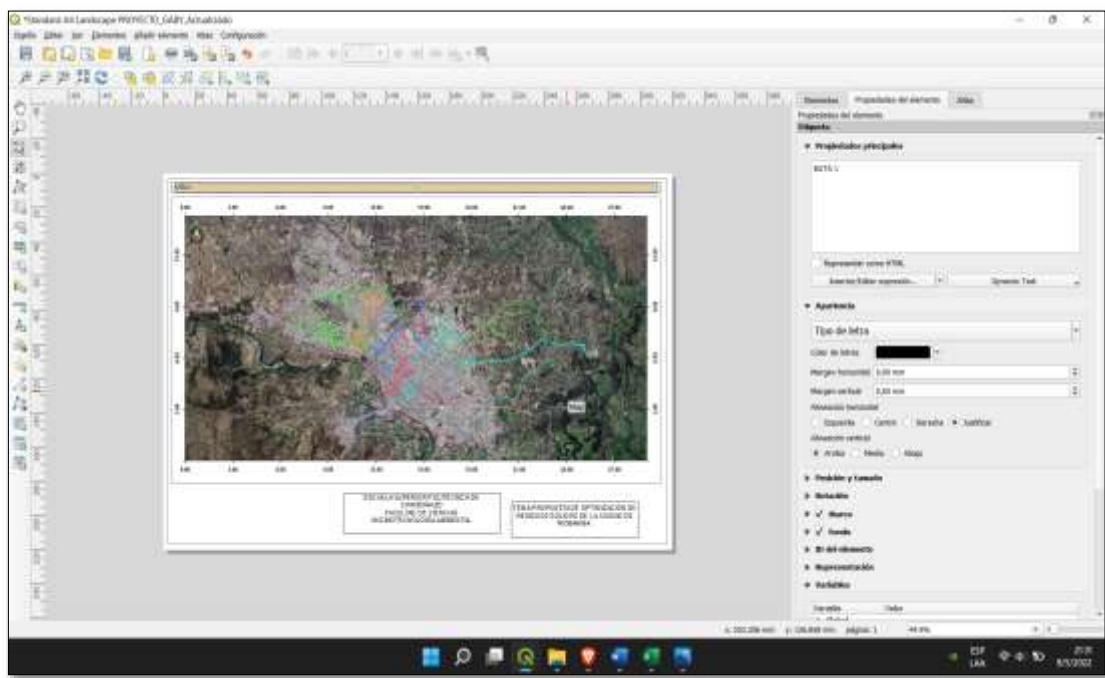


Figura: 15-2: Mapa final ruta

Realizado por: Moreno Satán, Gabriela, 2022.

12. Se consideró que la escala cartografiada esté ajustada al tamaño deseado para representarse y evitar la pérdida de visualización de los datos estudiados.

CAPÍTULO III

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Características de los vehículos de recolección

Analizar la situación actual sobre el sistema de recolección acorde al manejo de los residuos sólidos en el área de estudio.

Mediante la Tabla 1-3 se puede visualizar el número, marca, año y estado funcional de los vehículos recolección de carga lateral.

Tabla 1-3: Descripción de vehículos de recolección

Vehículo	Marca	Año	Estado
1	IVECO	2015	Bueno
2	IVECO	2015	Bueno
3	IVECO	2015	Bueno
4	IVECO	2015	Bueno
5	DAF	2013	Regular
6	DAF	2013	Regular
7	KENWORTH	2010	Bueno
8	KENWORTH	2009	Regular
9	KENWORTH	2009	Regular
10	IVECO	2016	Bueno
11	IVECO	2016	Bueno
12	IVECO	2016	Bueno
13	IVECO	2016	Bueno

Fuente: (Municipio de Riobamba - departamento de higiene y ambiente)

Realizado por: Moreno Satán, Gabriela, 2022.

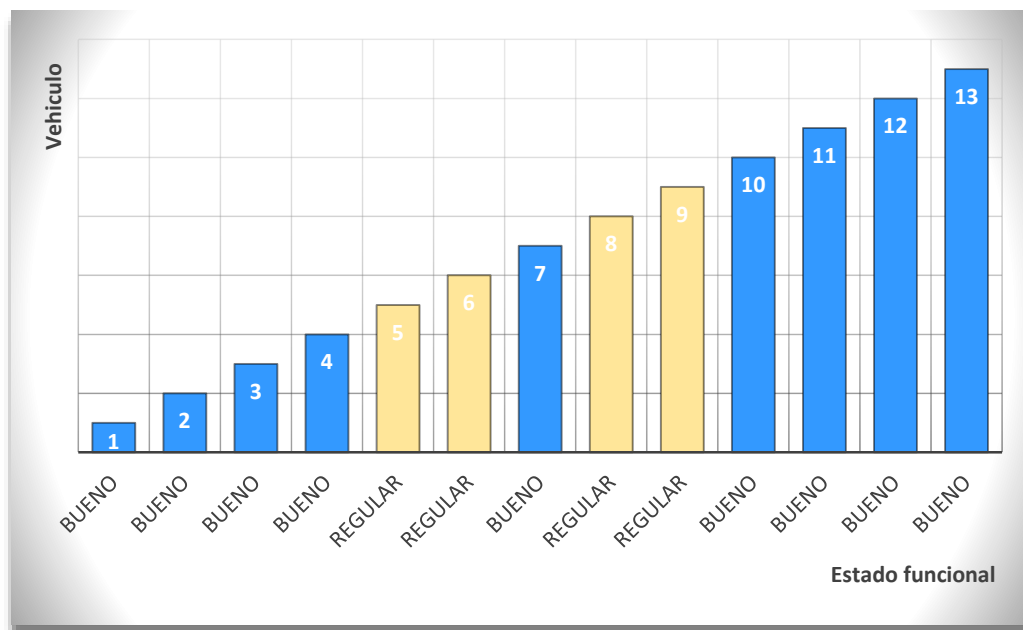


Gráfico1-3: Estado funcional de los vehículos

Realizado por: Moreno Satán, Gabriela, 2022.

Como se aprecia en la Tabla 1-3 y Figura 1-3, del total de vehículos el 30,76% se encuentra en estado regular, mientras que el 69,24% está en estado bueno, de las tres marcas IVECO representa el 61,53% y ninguno de ellos se encuentra en estado regular mientras que KENWORTH y DAF poseen vehículos en estado regular.

Al pasar los años los vehículos dejan de ser funcionales en su totalidad, como se aprecia con la marca KENWORTH, de los tres vehículos dos están en estado regular y ambos pertenecen al año 2009, demostrando que sin contemplar por completo el uso que se le dé, los vehículos más antiguos ya no deben operar, como lo rige la Norma Ambiental Ecuatoriana- Desechos en el art. 4.7.9 “ Los vehículos y equipos destinados a la recolección y transporte de desechos sólidos, que no reúnan las condiciones necesarias para la eficiente prestación del servicio, deben ser reemplazados o adaptados suficientemente dentro del plazo que establezca el municipio a la entidad prestadora del servicio de acuerdo con el respectivo municipio y según el cronograma que debe elaborar éste”.

La Ley de Régimen Tributario Interno del Ecuador manifiesta que los vehículos recolectores de este tipo y maquinarias tienen un tiempo de depreciación de diez años, por lo que los vehículos adquiridos antes del 2011 deberían ser sustituidos.

3.2. Horarios de recolección de vehículos de carga lateral

A continuación, se presenta el horario de trabajo de los vehículos de recolección (Tabla 2-3) seguido de las Figuras 2-3 y 3-3.

Tabla 2-3: Horario de trabajo de vehículos de recolección

Rutas	Horarios	Distancia recorrida (km)	Abreviaturas
Ruta # 1 Carga Lateral	03H00 A 10H00	65	R # 1 CL
Ruta # 2 Carga Lateral	03H00 A 10H00	62	R # 2 CL
Ruta # 3 Carga Lateral	07H00 A 14H00	64	R # 3 CL
Ruta # 4 Carga Lateral	17H00 A 23H00	63	R # 4 CL
Ruta # 5 Carga Lateral	17H00 A 23H00	67	R # 5 CL
Ruta # 6 Carga Lateral	03H00 A 10H00	60	R # 6 CL
Ruta # 7 Carga Lateral	03H00 A 10H00	60	R # 7 CL
Ruta # 1 Carga Posterior	07H00 A 13H00	50	R # 1 CP
Ruta # 2 Carga Posterior	07H00 A 13H00	50	R # 2 CP
Ruta # 3 Carga Posterior	07H00 A 13H00	48	R # 3 CP
Ruta # 4 Carga Posterior	07H00 A 13H00	48	R # 4 CL
Ruta Parroquial	07H00 A 13H00	65	R. Parroquial
Ruta Mercados Mañana	07H00 A 13H00	50	R. M. Mañana
Ruta Mercados Tarde	15H00 A 21H00	50	R. M. Tarde
TOTAL		802	

Fuente: (Municipio de Riobamba - departamento de higiene y ambiente).

Realizado por: Moreno Satán, Gabriela, 2022.

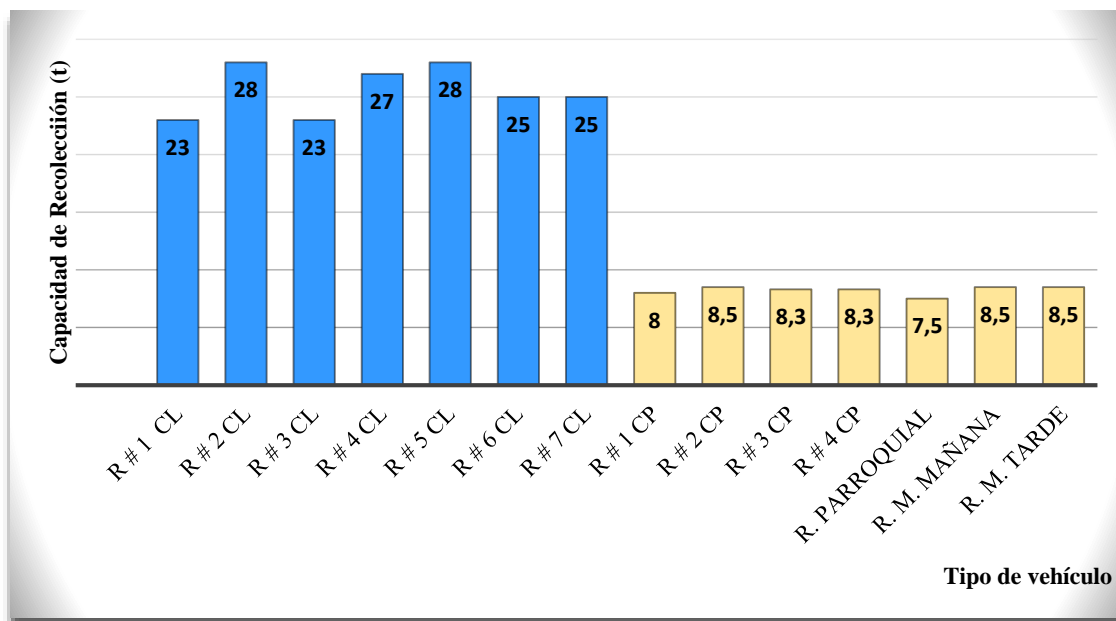


Gráfico 2-3: Capacidad de recolección de los vehículos CL Y CP

Realizado por: Moreno Satán, Gabriela, 2022.

Los horarios de la Tabla 2-3 varían en función de la cantidad de residuos que se encuentre en los contenedores, estos horarios no son fijos ni establecidos por lo que no se cumple con el tiempo estipulado, solamente es un referencial (Conductor del vehículo de recolección, 2021).

Hasta el primer trimestre del 2021, los vehículos de carga lateral (CL) se encargaban de la recolección de los mercados, pero esta modalidad cambió por el alto contenido de materia orgánica diaria y la limitada capacidad de los contenedores.

Del total de rutas que recorren los vehículos de CL el 57,14% lo realizan en la madrugada, el 28,57% en la tarde y el 14,28% en la mañana, los horarios de recolección están distribuidos de esta manera por la falta de movilidad de los vehículos al transitar por las calles en horas de la mañana, caso contrario ocasionaría más tráfico en horas pico.

Los vehículos de carga posterior (CP) están encargados de las rutas a las afueras de la ciudad, mercados en la mañana y en la tarde debido a su tamaño reducido y fácil movilidad la recolección es mejor.

Las rutas parroquiales la cual corresponde a los pueblos cercanos de la ciudad lo realizan los vehículos de CP. El vehículo utilizado tiene la misma capacidad de ruta de mercados, ya que la recolección solo se realiza una vez por semana y la distancia recorrida se asemeja a la de la ruta #1. Se destinó este tipo de vehículos por la falta de acceso en algunas zonas y calles muy angostas, donde no podía colocarse contenedores.

Actualmente, se encuentran tres vehículos en funcionamiento, los restantes están en proceso de reparación y en mantenimiento en los talleres mecánicos. Además, el número de conductores es superior al de los vehículos que están operativos.

3.3. Registro de pesaje de residuos sólidos

En la Tabla 3-3 se muestra el registro de peso de los residuos sólidos tomados en el Relleno Sanitario ubicado en Porlón.

Tabla 3-3: Pesaje de residuos sólidos en Porlón

Valor	Años	Peso diario (t/día)	Peso mensual (t/mes)	Peso anual (t/año)
1	2010	112.219	3.366.583	40.399,00
2	2011	112.219	3.366.583	40.399,00
3	2012	122.421	3.672.636	44.071,63
4	2013	133.550	4.006.511	48.078,14
5	2014	145.691	4.370.740	52.448,88
6	2015	158.936	4.768.082	57.216,96
7	2016	173.384	5.201.542	62.418,51
8	2017	189.146	5.674.409	68.092,92
9	2018	179.352	5.280.584	64.567,01
10	2019	189.146	5.674.409	68.092,92
11	2020	198.130	5.944.050	71.328,60

Fuente: (Municipio de Riobamba - departamento de higiene y ambiente).

Realizado por: Moreno Satán, Gabriela, 2022.

A continuación, se presenta la Fig. 3-3 el peso de los residuos en día con respecto a los años.

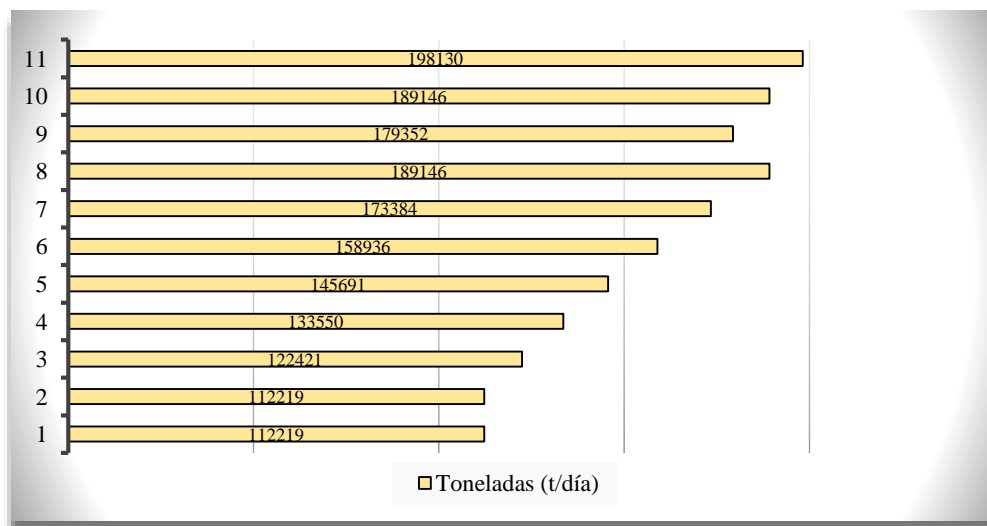


Gráfico 3-3: Peso de residuos sólidos diario

Realizado por: Moreno Satán, Gabriela, 2022.

A continuación, se presenta la Fig 4-3 el peso de los residuos en meses con respecto a los años.

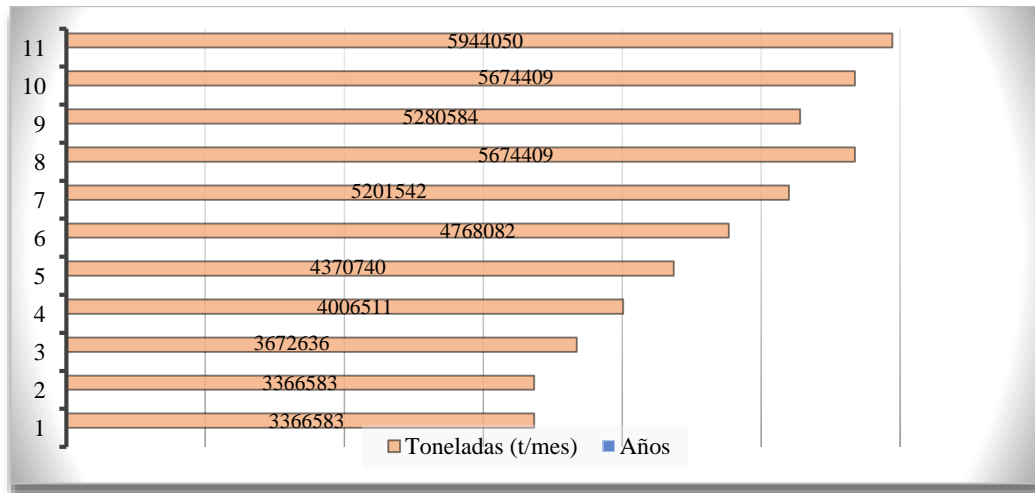


Gráfico 4-3: Peso de residuos sólidos mensual

Realizado por: Moreno Satán, Gabriela, 2022

A continuación, se presenta la Fig 5-3 el peso de los residuos por año con respecto a los años ya establecidos.

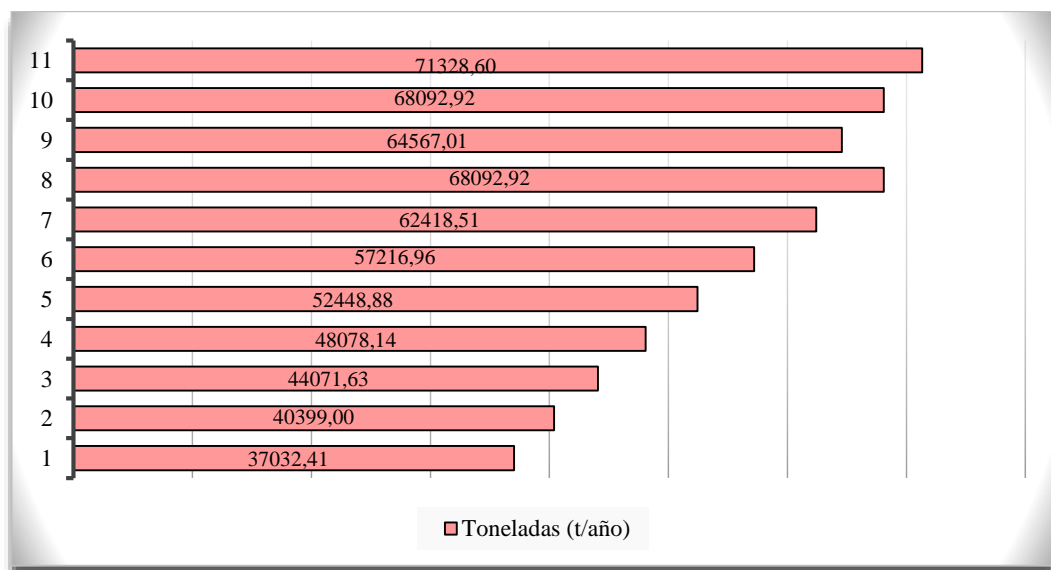


Gráfico 5-3: Peso de residuos sólidos anual

Realizado por: Moreno Satán, Gabriela, 2022

En el año 2010 y 2011 se reporta valores similares, por fallos en la balanza, los valores del 2010 se tomaron como relación para el 2011 descrito por el departamento de higiene y ambiente. De acuerdo con el registro de pesaje se observa una tendencia creciente del 2011 al 2016, marcándose valores crecientes entre 3000 y 4000 toneladas en aumento por cada año. Del 2011 al 2012 se observa un incremento de 3672,63 toneladas, mientras que del 2012 al 2015 se observa valores 4500, cabe señalar que en el 2014 se presentó una falla en la balanza de pesaje de residuos,

lo que indica que los valores presentados desde este año no pueden ser 100 % confiables, del 2015 al 2016 el incremento significativo, representándose una cantidad de 14.448 toneladas más. El crecimiento decae para el 2018 debido a la transición del botadero al primer relleno sanitario de la ciudad, en este periodo el pesaje y el registro de desechos decae debido al tras papeleo que se realizó en el cambio de procedimiento.

Para el 2019 el crecimiento continuo, representado valores muy parecidos al del 2017.

Para el 2020 el incremento de residuos se marca con 8 984 toneladas más que el anterior año, todo esto debido a la pandemia y el confinamiento en las viviendas.

Como se ha descrito el crecimiento población incide directamente en la producción per cápita, todo esto ocasionado por el incremento de actividades comerciales como “servicios de restauración y bares, hostelería en general, empresas del sector, pero oficinas y otros mercados también pueden generarlos” (Gestán-Conteco, 2020, p.14). Por otra parte, la expansión del parque industrial propicia la generación de más desechos como “Escombros, gravas, arena, vidrios, papel, restos de comida, aceites industriales usados, disolventes, pinturas, envases, baterías, productos corrosivos, materiales químicos” (Vásquez, 2010, p.6).

A continuación, se presenta la tabla 3-4 sobre los pesos de los desechos producidos del 2010 al 2020.

3.4. Pesaje de desechos al 2020

Tabla 4-3: Pesaje de desechos al 2020

Años	Pesaje (t/año)
2010	37. 032,41
2011	40. 399,00
2012	44. 071,63
2013	48. 078,14
2014	52. 448,88
2015	57. 216,96
2016	62. 418,51
2017	68. 092,92
2018	64. 567,01
2019	68. 092,92
2020	71. 328,60

Realizado por: Moreno Satán, Gabriela, 2022

ANALISIS

Se ha generado una tabla con el registro del pesaje desde el 2010 al 2020. Como se logra apreciar los valores marcan un aumento significativo, la cifra del 2020 es verdaderamente preocupante ya que el relleno sanitario no podrá contener un volumen de esta magnitud.

3.5. Pesaje de residuos recogidos por vehículos de carga lateral y carga posterior

En la tabla de a continuación (Tabla 5-3) se representa la capacidad de recolección de los dos tipos de vehículos que realizan la recolección de RSU.

Tabla 5-3: Pesaje de vehículos carga posterior (CP) y carga lateral (CL)

Tipo De Vehículo	Toneladas/día	Toneladas/mes	Toneladas/año
Carga Posterior	51,82	1554,60	18.655,40
Carga Lateral	146,31	4 389,30	52.671,60

Fuente: (Municipio de Riobamba - departamento de higiene y ambiente).

Realizado por: Moreno Satán, Gabriela, 2022

Los vehículos de carga lateral superan la capacidad de recolección que los vehículos de carga posterior, sin embargo, su tamaño muy grande les impide circular por las vías y aún más en horas de tráfico, considerando esto se ha destinado a los vehículos de carga posterior a aquellos lugares donde el espacio sea reducido. La diferencia del pesaje entre los dos vehículos no solo tiene que ver con el dimensionamiento del vehículo, sino también con la ruta que recorren y el sector recorrido.

3.6. Caracterización de contenedores

Tabla 6-3: Características de contenedores

Descripción Técnica	Características
Producto	Contenedor de plástico de carga lateral
Capacidad nominal	2400 L
Peso en vacío	Máximo 140 kg
Marca	Contenur
Altura total	Máximo 1630 mm
Altura total al borde de descarga	Mínimo 1210 mm

	Máximo 1300 mm
Largo Total	Máximo 1890 mm
Ancho Total	Máximo 1380 mm

Fuente: (Municipio de Riobamba - departamento de higiene y ambiente).

Realizado por: Moreno Satán, Gabriela, 2022

Como se aprecia en la Tabla 6-3 los contenedores de basura poseen dimensiones establecidas, al igual que el peso no varía ya que todos los contenedores verdes son de las mismas dimensiones. Los únicos vehículos que están destinados a recoger los residuos de los contenedores son los vehículos de carga lateral, por su infraestructura y su capacidad de recolección como se estipula en la Norma Ambiental Ecuatoriana – Desechos Art. 4.4.17 “El tamaño, la capacidad y el sistema de carga y descarga de contenedores de almacenamiento público o privado, deben ser determinados por las entidades de aseo, con el objeto de que sean compatibles con su equipo de recolección y transporte”.

Por otra parte, el Art 4.4.7 menciona que “La entidad de aseo deberá establecer las áreas especiales del espacio público, para carga, descarga y demás operaciones necesarias para la manipulación de los contenedores de desechos sólidos”. Considerando las dimensiones de los contenedores fueron ubicados en lugares estratégicos donde se pueda ejecutar todo el proceso de recolección (carga y descarga).

3.7. Horarios de trabajo de vehículos de carga posterior

A continuación, se presenta (Tabla 7-3 - 10-3) los horarios y sectores urbanos, rurales y mercados recorridos con los vehículos de carga posterior. Tabla 7-3: Sectores de Recolección de vehículos Carga Posterior (zona urbana).

Tabla 7-3: Sectores de recolección de vehículos carga posterior (zona urbana)

Rutas	Horario	Sectores
Ruta 1		- INESEL
	Lunes a sábado	- Lican
		- Barrio la Lolita
	6:00 am – 12:00 pm	- 24 de mayo
		- Tiguinsa
		- Santa Ana de Tapi
		- Cisneros de Tapi - San Miguel de Tapi
Ruta 2	Lunes a sábado	- Avenida Madrid (ladrillera)
		- San Antonio del Aeropuerto

	6:00 am – 12:00 pm	- San Antonio de las Abras
		- Abraspungo
		- Pisin
		- Vía San Gerardo
Ruta 3	Lunes a sábado	- Colegio Chiriboga
		- Vía Inmaculada
	6:00 am – 12:00 pm	- Sector de la Cárcel
		- Ciudadela de los profesores
		- Modesto Arrieta
		- Vía San Luis
		- Libertad
		- Saraguro Sur
Ruta 4	Lunes a sábado	- Los Shiris
		- Pedregal
	6:00 am – 12:00 pm	- Shuyog
		- Yaruquíes
		- Sector Carpinteros
		- Batán
		- San Vicente

Fuente: (Conductores de vehículos de carga de recolección, 2021).

Realizado por: Moreno Satán, Gabriela, 2022

3.8. Horarios de recolección de vehículos de carga posterior (zona rural)

Tabla 8-3: Sectores de recolección de vehículos carga posterior (zona rural)

Rutas	Horarios	Parroquias
Ruta 1	Lunes 6:00 am – 1: 00 pm	- Ricpamba - Avenida Ecuador (Salida a Lican) - San José de Macají - Armenia - Calpi - San Juan
Ruta 2	Martes 6:00 am – 1: 00 pm	- San Luis - Punin - Los Tunshis - Vía Riobamba Licto - Licto - Pungalá Pamba

Fuente: (Conductores de vehículos de carga de recolección, 2021).

3.9. Horarios y sectores de recolección de vehículos de carga posterior (mercados)

Tabla 9-3: Sectores de recolección de vehículos carga posterior (mercados)

Rutas	Horarios	Mercados
Ruta 5 (mañana)	Lunes – Miércoles – Viernes 6:30 am – 12:00 pm	- San José de Tapi - Parque Ecológico - La Merced - San Francisco - San Alfonso - Dávalos - Colegio Cisneros - CECAP - Pronaca - Proalim
Ruta 6 (tarde)	Lunes – Miércoles – Viernes 2:00 pm – 8:30 pm	- San José de Tapi - Parque Ecológico - La Merced - San Francisco - San Alfonso - Dávalos - Colegio Cisneros - CECAP - Pronaca - Proalim

Fuente: (Conductores de vehículos de carga de recolección, 2021).

Realizado por: Moreno Satán, Gabriela, 2022

3.10. Cálculo de proyección poblacional

En la Tabla 10-3 se muestra la proyección poblacional, que se calculó con la siguiente ecuación:

$$P_t = P_0 (1 + T_{CA})^{(T_f - T_i)}$$

Donde:

P_t = Población

P₀ = Población inicial (146324 hab)

T_{CA} = Tasa de crecimiento Anual (2,2%)

T_f = Año proyectado

T_i = Año inicial (2010)

Tabla 10-3: Proyección poblacional hasta el 2022

Año	Población
2010	146.324
2011	149.544
2012	152.834
2013	156.196
2014	159.632
2015	163.144
2016	166.733
2017	170.401
2018	174.150
2019	177.981
2020	181.897
2021	185.899
2022	189.989

Fuente: (Municipio de Riobamba - departamento de higiene y ambiente).

Realizado por: Moreno Satán, Gabriela, 2022

A continuación, se muestra (Fig 6-3) la proyección poblacional hasta el año 2022.

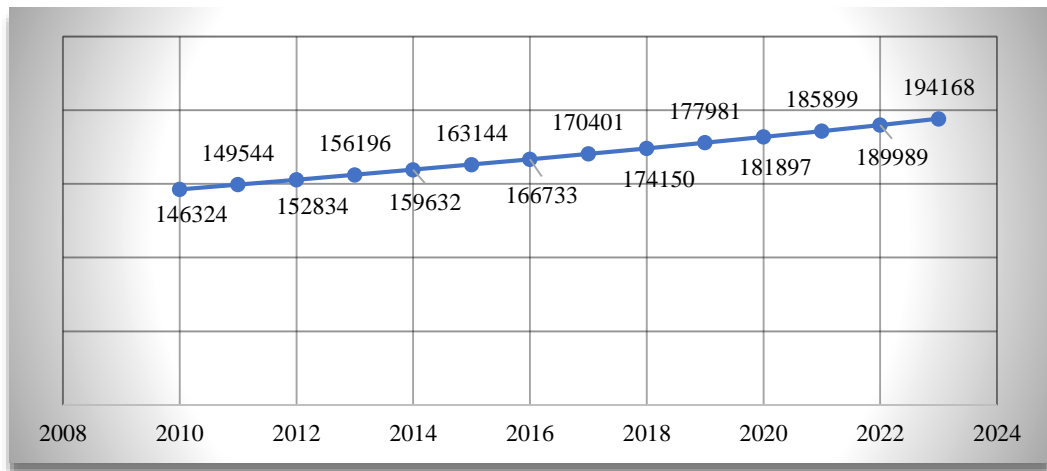


Gráfico 6-3: Proyección poblacional

Realizado por: Moreno Satán, Gabriela, 2022

El número que se ha tomado como punto de partida para la proyección es de 146.324 habitantes y pertenece al 2010, debido a que en este año se realizó el respectivo censo poblacional, este dato fue sacado del Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC). Para obtener el estimado poblacional de cada año se ha considerado la tasa de crecimiento anual, siendo este valor de 2,2% al año. Como se observa en la gráfica, el crecimiento es lineal y ascendente, se denota valores en aumento de 3000 habitantes por cada año, pero para el 2021 el valor asciende a 4000 habitantes.

3.11. Proyección de residuos al año

Tabla 11-3: Producción residual anual

Año	Habitantes	PPC residencial (kg/ hab*día)	Producción de residuos (kg/año)	Producción de residuos (t/año)	Pesaje de residuos (t/año) *
2010	-	-	-	-	37.032,41
2011	-	-	-	-	40.399,00
2012	-	-	-	-	44.071,63
2013	-	-	-	-	48.078,14
2014	159.632	0,65	37.872.692,00	37.872,69	52.448,88
2015	163.144	0,67	39.896.865,20	39.896,87	57.216,96
2016	166.733	0,69	41.991.706,05	41.991,71	62.418,51
2017	170.401	0,71	44.159.419,15	44.159,42	68.092,92
2018	174.150	0,73	46.402.267,50	46.402,27	64.567,01
2019	177.981	0,75	48.722.298,75	48.722,30	68.092,92
2020	181.897	0,77	51.122.151,85	51.122,15	71.328,60
2021	185.899	0,79	53.603.976,65	53.603,98	

*Datos proporcionados por el municipio de Riobamba. Los valores parten del 2014 por la población y la PPC se encontró desde este año.

Fuente: (Municipio de Riobamba - departamento de higiene y ambiente).

Realizado por: Moreno Satán, Gabriela, 2022

La Tabla 11-3 muestra la proyección poblacional y la producción de residuos (t/año) del 2014 al 2021, debido a que la PPC fue tomada del INEC y el valor referido para el 2014 fue de 0,65, a partir de este dato se realizó una proyección, considerando que el incremento es de 0,2 cada diez años, se dividió este valor para el número de años indicado, y así se conoció que el aumento para cada año sería 0,02. No se realizó ningún tipo de regresión ya que sería contraproducente.

La tabla además indica el pesaje de residuos del 2010 al 2020 (Departamento de higiene y ambiente, 2021).

Se observa que la producción de residuos es inferior al pesaje, ya que solo se ha considerado los residuos provenientes de las viviendas, se ha dejado de lado los residuos generados en los: mercados, locales, centros comerciales, establecimientos educativos, centros de recreación, etc. Los valores tampoco son similares debido a la falta de mantenimiento en los equipos de pesaje, o al cambio de instrumentos, en este caso la balanza, que ha presentado fallos desde el 2011.

La celda en gris se ha dejado vacía, debido a que no se tiene un registro del pesaje del 2021, pues aún no concluye el año para tener valores finales.

3.12. Propuesta para las nuevas rutas de recolección

- **Cálculo capacidad de los vehículos de recolección.**

Datos:

V: Volumen del contenedor

v: Volumen del vehículo

ρ_s : Densidad suelta

ρ_c : Densidad compactada

1. Primer escenario 80% lleno

$$\mathbf{V: 1.92 \text{ m}^3/\text{contenedor}}$$

$$\mathbf{v: 22 \text{ m}^3}$$

$$\mathbf{\rho_s: 233 \text{ kg/m}^3}$$

$$\mathbf{\rho_c: 600 \text{ kg/m}^3}$$

$$\frac{1.92 \text{ m}^3/\text{contenedor}}{233 \text{ kg/m}^3} \times 600 \text{ kg/m}^3$$

$$= 4.94 \text{ m}^3$$

$$\frac{4.94 \text{ m}^3}{1.92 \text{ m}^3} = 2.57 \text{ contenedores}$$

$$\frac{22 \text{ m}^3}{1.92 \text{ m}^3} \times 2.57 \text{ contenedores} = 29.44 \text{ contenedores}$$

$$= 30 \text{ contenedores}$$

2. Primer escenario 100% lleno

$$\mathbf{V: 2.4 \text{ m}^3/\text{contenedor}}$$

$$\mathbf{v: 22 \text{ m}^3}$$

$$\mathbf{\rho_s: 233 \text{ kg/m}^3}$$

$$\mathbf{\rho_c: 600 \text{ kg/m}^3}$$

$$\frac{2.4 \text{ m}^3/\text{contenedor}}{233 \text{ kg/m}^3} \times 600 \text{ kg/m}^3$$

$$= 6.18 \text{ m}^3$$

$$\frac{6.18 \text{ m}^3}{2.4 \text{ m}^3} = 2.57 \text{ contenedores}$$

$$\frac{22 \text{ m}^3}{2.4 \text{ m}^3} \times 2.57 \text{ contenedores} = 23.56 \text{ contenedores}$$

$$= 24 \text{ contenedores}$$

A continuación, se presentan las tablas desde la ruta 1 a la ruta 8 denotándose la distancia recorrida en kilómetros y el tiempo que tardan, cabe destacar que se manejó 3 tipos de tiempos, dentro de estos se tiene: recorrido, recogida y tiempo en el relleno.

Todos los vehículos son operados por un conductor y un ayudante, dando como resultado un total de 16 trabajadores destinados para las 8 rutas.

3.13. Tablas con tiempos de recolección de acuerdo con cada ruta de recolección

Tabla 12-3: Tiempo total ruta 1

Ruta 1.1	Distancia (km)	Tiempo (h)	Tiempo por subruta (h)
Recorrido	22,2	0,40	1,28
Recolección	-	0,72	
Relleno	-	0,16	
Ruta 1.2			
Recorrido	31,11	0,570	1,45
Recolección	-	0,72	
Relleno	-	0,16	
Ruta 1.3			
Recorrido	44,95	0,82	1,7
Recolección	-	0,72	
Relleno	-	0,16	
Ruta 1.4			
Recorrido	27,94	0,51	1,38
Recolección	-	0,72	
Relleno	-	0,16	
Ruta 1.5			
Recorrido	33,52	0,61	1,48
Recolección	-	0,72	
Relleno	-	0,16	
Retorno al taller	12,3	0,22	0,22
Total	172,01		7,52

* La velocidad de recolección utilizada fue de 55km/h.

Realizado por: Moreno Satán, Gabriela, 2022

Total, de contenedores a recoger: 120

Distancia total: 172,01 km

El tiempo recorrido por la ruta 1 es de: 7 horas 31 minutos 48 segundos.

De acuerdo con la capacidad de recolección de cada vehículo se acordó recoger 24 contenedores por viaje. Considerando que el vehículo tarda 1 minuto y medio, se ha tomado a consideración trabajar con 2 minutos por algún tipo de obstáculo que pueda existir, dando, así como resultado 0,03 horas en levantar el contenedor, depositar los residuos y volver a ubicarlo en el mismo sitio, se multiplico el número de contenedores por el tiempo de recogida, dando así el valor del tiempo de recogida.

El tiempo que tarda el vehículo en el relleno, es constante puesto que se realiza el mismo proceso una y otra vez, sin importar el volumen de residuos que se maneje. El vehículo pasa por la balanza donde los datos son registrados, para conocer el peso de los residuos se resta el peso del vehículo más los residuos menos el peso del vehículo al vacío.

Para determinar el tiempo de recorrido se utilizó la formula básica: velocidad es igual a distancia sobre tiempo, donde se despejo el tiempo, el valor de la distancia de cada subruta se obtuvo del programa Qgis, mientras que la velocidad fue proporcionada por los conductores de los vehículos acorde a la zona donde se esté manejando.

Por último, se sumó el valor de estos tres tiempos al tiempo de retorno al taller, donde el recorrido es el mismo pues se sigue la misma ruta y se trabaja con la misma velocidad.

El mismo procedimiento se llevó a cabo para las demás subrutas y de esta manera se obtuvo el valor del tiempo total al realizar los 5 viajes, cumpliendo con el horario de trabajo establecido (8 horas laborables).

Tabla 13-3: Tiempo total ruta 2

Ruta 2.1	Distancia (km)	Tiempo (h)	Tiempo por subruta (h)
Recorrido	19,99	0,36	1,24
Recolección	-	0,72	
Relleno	-	0,16	
Ruta 2.2			
Recorrido	30,24	0,55	1,43
Recolección	-	0,72	
Relleno	-	0,16	
Ruta 2.3			
Recorrido	29,1	0,53	1,40
Recolección	-	0,72	
Relleno	-	0,16	
Ruta 2.4			
Recolección	29,36	0,53	1,41
Recogida	-	0,72	
Relleno	-	0,16	
Ruta 2.5			
Recorrido	32,37	0,59	1,47

Recolección	-	0,72	
Relleno	-	0,16	
Ruta 2.6			
Recorrido	8,98	0,16	0,68
Recolección	-	0,36	
Relleno	-	0,16	
Retorno al taller	12,3	0,22	0,22
Total	162,35		7,87

* La velocidad de recolección utilizada fue de 55km/h.

Realizado por: Moreno Satán, Gabriela, 2022

Total, de contenedores a recoger: 132

Distancia total: 161,35 km

El tiempo recorrido por la ruta 2 es de: 7 horas 52 minutos 12 segundos,

Cabe señalar que en el viaje 2,6 solo se recogió 12 contenedores ya que era factible realizar este adicional por la cantidad de tiempo sobrante para cumplir con las 8 horas laborables.

Tabla 14-3: Tiempo total ruta 3

Ruta 3.1	Distancia (km)	Tiempo (h)	Tiempo por subruta (h)
Recorrido	10,01	0,20	0,72
Recolección	-	0,36	
Relleno	-	0,16	
Ruta 3.2			
Recorrido	26,40	0,53	1,41
Recolección	-	0,72	
Relleno	-	0,16	
Ruta 3.3			
Recorrido	27,66	0,55	1,43
Recolección	-	0,72	
Relleno	-	0,16	
Ruta 3.4			
Recorrido	24,89	0,50	1,38
Recolección	-	0,72	
Relleno	-	0,16	
Ruta 3.5			
Recorrido	25,89	0,52	1,4
Recolección	-	0,72	
Relleno	-	0,16	
Ruta 3.6			
Recorrido	26,81	0,54	1,42

Recolección	-	0,72	
Relleno	-	0,16	
Retorno al taller	12,3	0,22	0,22
Total	153,96		7,98

* La velocidad de recolección utilizada fue de 50km/h.

Realizado por: Moreno Satán, Gabriela, 2022

Total, de contenedores a recoger: 132

Distancia total: 153,96 km

El tiempo recorrido por la ruta 3 es de: 7 horas 58 minutos 48 segundos,

En el viaje 3.1 se recogió 12 contenedores para abastecer el horario laborable de trabajo, el resto de las rutas se mantuvieron con los 24 contenedores, hay que señalar que la velocidad varia de 55 km/h a 50 km/h por el sector en el cual se desarrolla, pues es próximo a la zona centro de la ciudad. La velocidad del retorno al taller se mantuvo en 55 pues la ruta es directa.

Tabla 15-3: Tiempo total ruta 4

Ruta 4.1	Distancia (km)	Tiempo (h)	Tiempo por subruta (h)
Recorrido	13,12	0,29	1,17
Recolección	-	0,72	
Relleno	-	0,16	
Ruta 4.2			
Recorrido	24,85	0,55	1,43
Recolección	-	0,72	
Relleno	-	0,16	
Ruta 4.3			
Recorrido	22,82	0,51	1,38
Recolección	-	0,72	
Relleno	-	0,16	
Ruta 4.4			
Recorrido	21,88	0,49	1,37
Recolección	-	0,72	
Relleno	-	0,16	
Ruta 4.5			
Recorrido	22,97	0,51	1,39
Recolección	-	0,72	
Relleno	-	0,16	
Ruta 4.6			
Recorrido	19,48	0,43	0,95
Recolección	-	0,36	
Relleno	-	0,16	

Retorno al taller	12,3	0,22	0,22
Total	137,41		7,92

* La velocidad de recolección utilizada fue de 45km/h.

Realizado por: Moreno Satán, Gabriela, 2022

Total, de contenedores a recoger: 132

Distancia total: 137,41 km

El tiempo recorrido por la ruta 4 es de: 7 h 55 min 12 seg

Todos los viajes recogieron 24 contenedores a excepción del viaje 4.6 el cual recogió 12 para cumplir con el horario de trabajo establecido. De acuerdo a la localidad se trabajó con una velocidad de 45km/h.

Tabla 16-3: Tiempo total ruta 5

Ruta 5.1	Distancia (km)	Tiempo (h)	Tiempo por sub ruta (h)
Recorrido	11,18	0,22	1,10
Recolección	-	0,72	
Relleno	-	0,16	
Ruta 5.2			
Recorrido	23,26	0,47	1,34
Recolección	-	0,72	
Relleno	-	0,16	
Ruta 5.3			
Recorrido	22,36	0,45	1,32
Recolección	-	0,72	
Relleno	-	0,16	
Ruta 5.4			
Recorrido	15,11	0,30	1,18
Recolección	-	0,72	
Relleno	-	0,16	
Ruta 5.5			
Recorrido	30,02	0,60	1,48
Recolección	-	0,72	
Relleno	-	0,16	
Ruta 5.6			
Recorrido	22,16	0,44	1,32
Recolección	-	0,72	
Relleno	-	0,16	

Retorno al taller	12,3	0,22	0,22
Total	136,40		7,98

* La velocidad de recolección utilizada fue de 50km/h.

Realizado por: Moreno Satán, Gabriela, 2022

Total, de contenedores a recoger: 144

Distancia total: 136,40 km

El tiempo recorrido por la ruta 5 es de: 7 h 59 min 24 seg

Todos los viajes de las sub-rutas recogen 24 contenedores, la velocidad se maneja con un valor de 50km/h, esta ruta supero en minutos a las anteriores, pero no sobrepaso el valor de 8 horas laborables como lo estipula el código de trabajo.

Tabla 17-3: Tiempo total ruta 6

Ruta 6.1	Distancia (km)	Tiempo (h)	Tiempo por subruta (h)
Recorrido	14,98	0,30	1,18
Recolección	-	0,72	
Relleno	-	0,16	
Ruta 6.2			
Recorrido	19,83	0,40	1,28
Recolección	-	0,72	
Relleno	-	0,16	
Ruta 6.3			
Recorrido	17,69	0,35	1,23
Recolección	-	0,72	
Relleno	-	0,16	
Ruta 6.4			
Recorrido	19,99	0,40	1,28
Recolección	-	0,72	
Relleno	-	0,16	
Ruta 6.5			
Recorrido	18,7	0,37	1,25
Recolección	-	0,72	
Relleno	-	0,16	
Ruta 6.6			
Recorrido	15,3	0,31	1,18
Recolección	-	0,72	
Relleno	-	0,16	
Retorno al taller	12,3	0,22	0,22

Total	118,79		7,63
-------	--------	--	------

* La velocidad de recolección utilizada fue de 50km/h.

Realizado por: Moreno Satán, Gabriela, 2022

Total, de contenedores a recoger: 144

Distancia total: 118,79 km

El tiempo recorrido por la ruta 6 es de: 7 h 37 min 48 seg

Todos los viajes de las sub-rutas recogen 24 contenedores, la velocidad se maneja con un valor de 50km/h.

Tabla 18-3: Tiempo total ruta 7

Ruta 7.1	Distancia (km)	Tiempo (h)	Tiempo por subruta (h)
Recorrido	13,1	0,26	1,14
Recolección	-	0,72	
Relleno	-	0,16	
Ruta 7.2			
Recorrido	24,54	0,49	1,37
Recolección	-	0,72	
Relleno	-	0,16	
Ruta 7.3			
Recorrido	19,7	0,39	1,27
Recolección	-	0,72	
Relleno	-	0,16	
Ruta 7.4			
Recorrido	17,7	0,35	1,23
Recolección	-	0,72	
Relleno	-	0,16	
Ruta 7.5			
Recorrido	21,1	0,42	1,30
Recolección	-	0,72	
Relleno	-	0,16	
Retorno al taller	12,3	0,25	0,24
Total	108,44		6,57

* La velocidad de recolección utilizada fue de 50km/h.

Realizado por: Moreno Satán, Gabriela, 2022

Total, de contenedores a recoger: 120

Distancia total: 108,44 km

El tiempo recorrido por la ruta 7 es de: 6 h 33 min 12 seg

Todos los viajes de las sub-rutas recogen 24 contenedores, la velocidad se maneja con un valor de 50km/h. El número de viajes se limitó a 5 con el fin de compensar la poca cantidad de contenedores que serían recogidos en la ruta siguiente (ruta 8).

Tabla 19-3: Tiempo total ruta 8

Ruta 8.1	Distancia (km)	Tiempo (h)	Tiempo por subruta (h)
Recorrido	18,4	0,33	1,22
Recolección		0,72	
Relleno		0,16	
Ruta 8.2			
Recorrido	17,98	0,33	1,21
Recolección		0,72	
Relleno		0,16	
Retorno al taller	12,3	0,22	0,22
Total	48,68		2,65

* La velocidad de recolección utilizada fue de 55km/h.

Realizado por: Moreno Satán, Gabriela, 2022

Total, de contenedores a recoger: 48

Distancia total: 48,68 km

El tiempo recorrido por la ruta 8 es de: 2 h 39 min

La ruta 8 es una ruta optativa, la cual servirá como refuerzo para cubrir toda la recolección de la ciudad, de acuerdo con las condiciones en las cuales se encuentra la localidad (incremento poblacional).

A continuación, se presenta la descripción de la movilidad de cada sub-ruta de recolección.

3.14. Descripción del recorrido de las rutas de recolección

RUTA 1

- *Ruta 1.1*

La ruta 1 parte desde los talleres municipales del GAD de Riobamba ubicados en la Av. La prensa, posteriormente el recolector avanza hacia el redondel para incorporarse a la Av. Pedro Vicente Maldonado, la ruta continúa hasta la intersección con la calle José de Araujo donde el recolector gira hacia la derecha y recorre hasta la calle Diego Narváez en dirección Norte, en dicho punto el recolector pasa por varias calles aledañas como lo es la calle Juan de Sosaya hasta llegar a la calle Antonio Morgan donde gira hacia la izquierda hasta llegar a la calle Esteban Marañón, seguidamente gira con dirección Sur hasta incorporarse a la calle Sánchez

de Orellana, hasta la altura de la calle José de A. Lequerica, seguido atraviesa la calle José de Peralta en dirección a la Av. Pedro Vicente Maldonado en dirección hacia el relleno Sanitario, el recolector a su vez toma las rutas correspondientes a la Av. La prensa, Av. Héroes de Tapi hasta el redondel de la Vasija incorporándose a la vía a Guano donde se encuentra localizado el relleno sanitario de Porlón

- *Ruta 1.2*

El recolector sale del relleno sanitario con dirección al centro de la ciudad de Riobamba, en su trayecto al ingreso de la ciudad lo realiza por la Av. Edelberto Bonilla Oleas hasta llegar a la intersección del redondel con dirección sur tomando la Av., Antonio José de Sucre, el recorrido avanza hasta el siguiente redondel donde gira a mano izquierda hasta incorporarse finalmente a la AV. Héroes de Tapi en este punto el recolector transita por el sector posterior al fuerte militar Galápagos hasta el redondel de la Av. Bicentenario donde tomará la ruta de la carretera troncal amazónica hasta la altura de la Av. Pedro Vicente Maldonado donde realizará el trayecto a la inversa por el carril correspondiente.

- *Ruta 1.3*

La ruta empieza desde el relleno sanitario donde el camión recolector ingresa a la ciudad por la Av. Alfonso Chávez hasta llegar al redondel de la Vasija, en este punto el camión cambia de rumbo en sentido este por la Av. Edelberto Bonilla Oleas hasta conectarse con la Av. Héroes de Tapi, el camión recolector avanza por los sectores del aeropuerto, la brigada Galápagos hasta el redondel de la Av. Bicentenario donde se incorpora a la vía Panamericana. A la altura de la calle Maya el recolector ingresa y rodea por la calle Oña y vuelve a incorporarse a la vía Panamericana hasta la altura de la Av. Canónigo ramos donde ingresa y recorre las calles Pedro león Donoso, Gaspar de Zangurima hasta conectarse nuevamente a la vía Panamericana y de regreso hasta la Av. Edelberto Bonilla Oleas, y finalmente recorrer de vuelta hacia el relleno sanitario.

- *Ruta 1.4*

El camión recolector parte del relleno sanitario de Porlón ingresa a la ciudad atravesando la Av. Héroes de Tapi hasta incorporarse a la Av. La prensa en el redondel correspondiente el recolector gira hacia la dirección este tomando la Av. canónigo Ramos hasta llegar a la Av. Pedro Vicente recorriendo la parte posterior de la ESPOCH, posteriormente el camión recolector toma la ruta por la calle José Antonio Rocha, ingresa por la calle Gaspar de

Escalona hasta llegar a la Jacinto de Evia, finalmente toma rumbo sur hasta incorporarse a la calle Juan Navarro, recorriendo los barrios correspondientes hasta terminar en la entrada de la Av. Pedro Vicente Maldonado donde tomará ruta hasta el relleno sanitario.

- *Ruta 1.5*

La ruta inicia desde el relleno sanitario ingresando al casco urbano del Cantón llegando hasta la Av. Pedro Vicente y Mariano Andrade, de ahí el vehículo gira a la derecha en ingresa por la calle Franco y recorre la ciudadela de los maestros hasta la calle José de Lequerica , hasta desembocar en la Av. Pedro Vicente Maldonado, de donde recorre hasta el paso elevado “ entrada de la ESPOCH, e ingresa a la institución donde el recolector transita por las calles de la institución hasta salir por la entrada secundaria de la ESPOCH con dirección a la Av. Canónigo Ramos para su posterior ruta hasta el relleno sanitario de Porlón.

- *Retorno:*

Una vez descargado los residuos sólidos en el relleno sanitario se procede al regreso hacia los talleres del GAD Riobamba ingresando por la Av. Edelberto Bonilla Oleas, hasta la calle Bogotá donde el recolector deberá tomar la Av. 9 de octubre hasta llegar a los talleres municipales.

A continuación, se presenta la ruta 1 elaborada en ArcGis

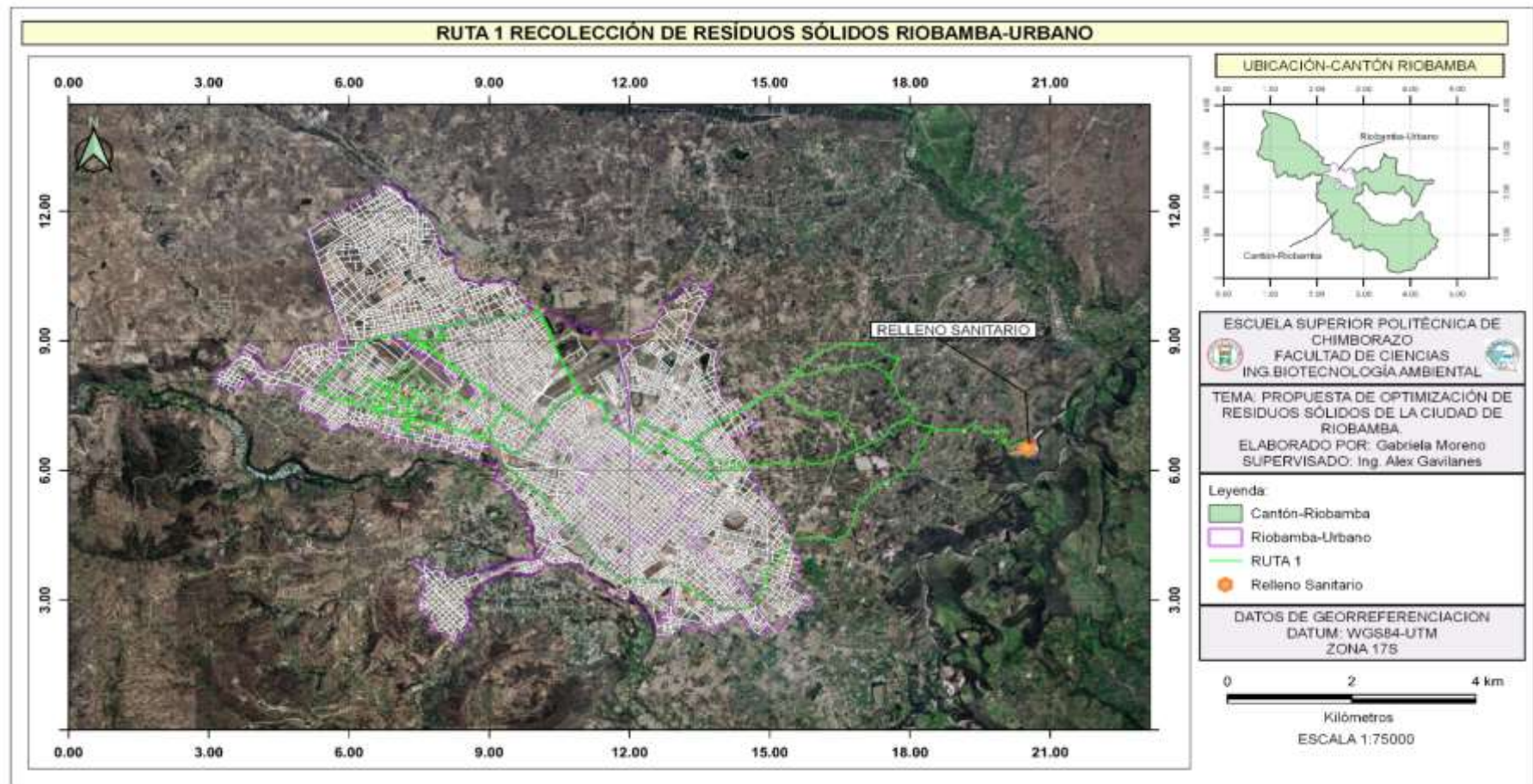


Figura: 1-3: Ruta de recolección uno

Realizado por: Moreno Satán, Gabriela, 2022

RUTA 2

- *Ruta 2.1*

La ruta parte desde los talleres Municipales del GAD Riobamba siguiendo con dirección Norte por la Av. La prensa el camión recolector atraviesa el sector posterior del terminal terrestre y gira hacia la derecha en la intersección con la Av. Lizarzaburu con dirección este hasta llegar a la calle Agustín Cueva que colinda con la Universidad Autónoma de los Andes. A su vez ingresa por la calle Víctor Emilio Estrada hasta llegar a la altura de la calle César Dávila Andrade, el camión recolector recorre todas las calles aledañas del sector y desemboca por la calle Gustavo Vallejo para ingresar en sentido Sur al Sector del Parque del Barrio por la Calle Pedro M. Orozco y Luciano Andrade Marín, avanza hasta llegar a la intersección de la vía Alfredo Parejo Diez Canseco, posteriormente el recorrido sigue por la Carretera Panamericana y la Av. Lizarzaburu en este punto el camión recolector gira para tomar el carril correspondiente de retorno hacia el relleno sanitario de Porlón avanzando por la Av. Héroes de Tapi hasta incorporarse a la vía que lleva a Cubijíes.

- *Ruta 2.2*

El camión recolector sale del Relleno Sanitario de Porlón y se dirige hacia la parte sur de la Ciudad ingresando por la Av. Edelberto Bonilla oleas avanzando por el redondel de la vasija hasta llegar a la Av. Antonio José de Sucre, seguidamente su trayecto sigue hasta el redondel correspondiente y gira a mano derecha para incorporarse a la Av. Héroes de Tapi, luego el camión recolector avanza por los sectores de la Unidad Educativa combatientes de Tapi, el Fuerte Militar Galápagos, hasta llegar al redondel de la Av. La Prensa en donde hace el primer giro hacia el este en dirección de la Av. canónigo Ramos y finalmente en el segundo redondel que interseca con la calle Saint Amand Montrond el camión recolector baja en dirección sur hasta llegar a la calle Abdón Calderón. En este punto el camión recorre las calles e intersecciones del sector destacándose el paso por las calles Rafael Ferrer, Feliciano Checa. Seguidamente el vehículo sigue la ruta comprendida por la Av. 11 de noviembre hasta la altura de la gasolinera de la ESPOCH, donde gira a mano derecha por la Av. Pedro Vicente Maldonado e ingresa a su vez a la Universidad hasta su salida por la parte posterior de la Institución donde tomará dirección por la Av. Milton Reyes dirigiéndose nuevamente al Relleno Sanitario de Porlón.

- *Ruta 2.3*

La ruta parte desde el relleno Sanitario con dirección a la urbe de la ciudad en este caso el camión recolector ingresa por la Av. Araujo Chiriboga y avanza hasta la Av. Edelberto Bonilla Oleas siguiendo hasta llegar a la altura de la Av. Antonio José de Sucre avanzando hasta el segundo redondel para incorporarse a la Av. Canónigo Ramos, posteriormente gira a mano izquierda y se integra a la Av. 11 de noviembre y recorriendo las calles aledañas al parque Sesquicentenario hasta salir por la calle Joaquín Pinto. El camión recolector a su vez avanza en sentido norte e ingresa por la calle Eduardo Kingman y sale por Camilo Egas para su posterior incorporación a la Av. Canónigo Ramos en dirección de vuelta al Relleno Sanitario de Porlón.

- *Ruta 2.4*

El camión recolector parte desde el Relleno Sanitario con dirección a la parte céntrica de la ciudad ingresando por la Av. Araujo Chiriboga hasta llegar a la altura de la Av. Edelberto Bonilla Oleas, en dicha intersección el camión recolector seguirá con rumbo este pasando el redondel de la vasija e incorporándose a Av. Héroes de Tapi, el camión sigue recto y atraviesa la prolongación de la Av. Gonzalo Dávalos por el sector del aeropuerto hasta llegar a la Av. 11 de noviembre. La siguiente ruta que toma el carro recolector va desde la Av. 11 de noviembre y recorriendo el trazado vial del sector del parque del barrio atraviesa las calles Alejandro Carrión, Jorge Carrera y bajando por la Agustín Cueva hasta conectarse nuevamente con la Av.11 de noviembre en sentido contrario puesto que el carro recolectar emprenderá ruta de vuelta al relleno Sanitario por la vía a Cubijés.

- *Ruta 2.5*

La ruta inicia desde el relleno sanitario hasta el ingreso a la ciudad por la Av. Edelberto Bonilla Oleas y la Av. Héroes de tapi, atraviesa la ciudad y recorre la Av. La prensa por el sector del terminal terrestre de Riobamba hasta alcanza la calle Luis de Saa y Av. Pedro Vicente Maldonado. Posteriormente el camión recolector recorre las calles Antonio Elizalde, Abdón Calderón, Saint Amand Montrond, Av. Milton Reyes, Teófilo siguiendo el pasaje de la Av. Sergio Quirola en dirección a la Av. Canónigo Ramos para que una vez incorporado en el carril correspondiente tome la ruta de vuelta hacia el relleno sanitario de Porlón.

- *Ruta 2.6*

Una vez descargado los residuos del camión recolector en el relleno sanitario este vuelve a ingresar a la zona urbana de la urbe, el camión recorre la Av. La prensa y gira hacia la derecha para seguir su ruta por la Av. Lizarzaburu hasta la intersección con la calle Saint Amand Montrond, avanza por la calle Alfredo Gallegos, Teófilo Sáenz, y Manuel Arauz Gijón hasta llegar nuevamente a la Av. Canónigo Ramos para su posterior viaje hasta el relleno Sanitario de Porlón.

- *Retorno*

Una vez descargado los residuos sólidos en el relleno sanitario se procede al regreso hacia los talleres del GAD Riobamba ingresando por la Av. Edelberto Bonilla Oleas, hasta la calle Guatemala donde el recolector deberá tomar la AV. 9 de octubre hasta llegar a los talleres municipales.

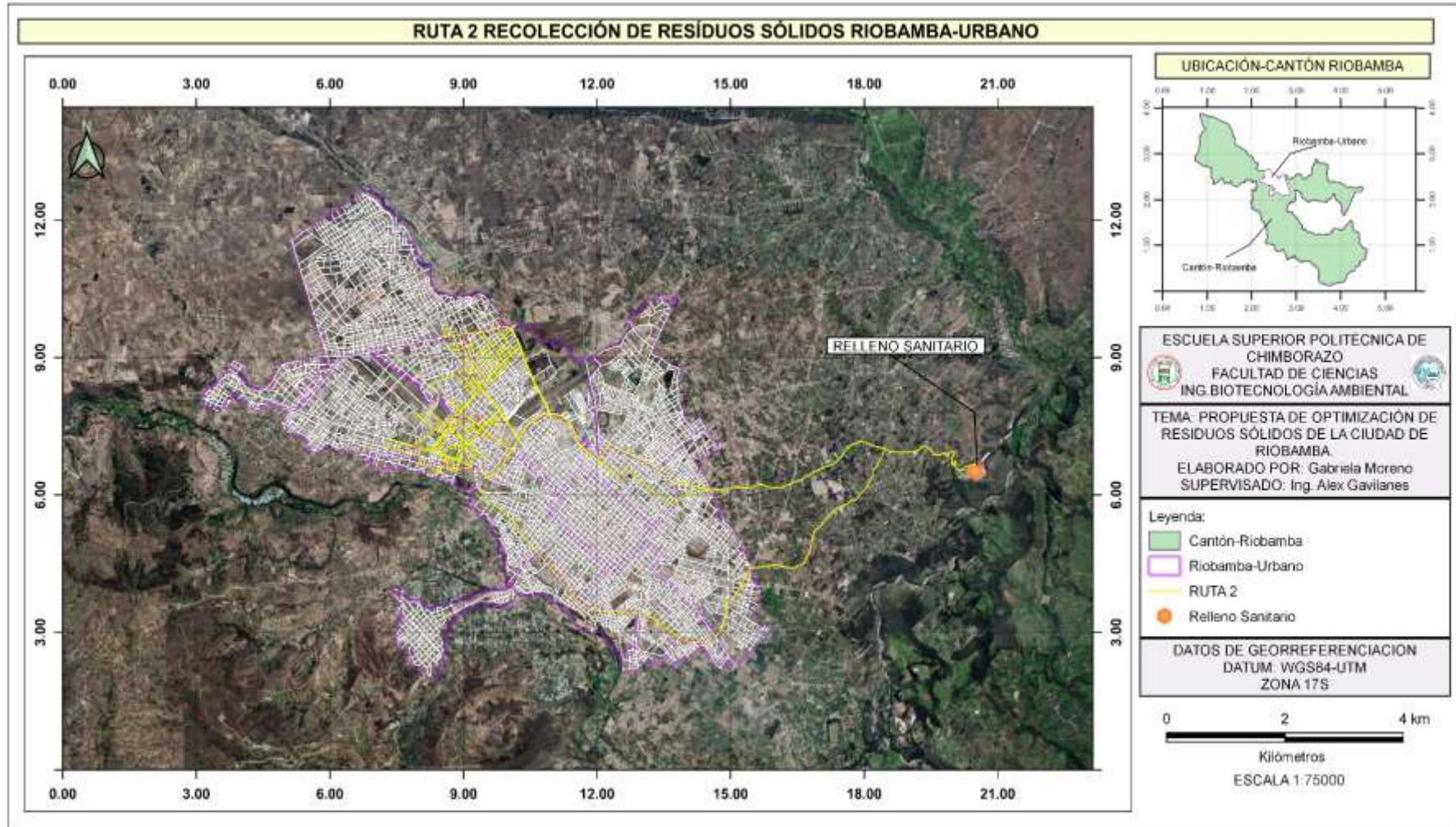


Figura: 2-3: Ruta de recolección dos

Realizado por: Moreno Satán, Gabriela, 2022

RUTA 3

- *Ruta 3.1*

La ruta empieza desde los Talleres municipales del GAD de Riobamba siguiendo la ruta hasta la Av. Milton Reyes en dirección este hasta la intersección con la calle Saint Amand Montrond donde el camión recolector gira a mano derecha y toma ruta hasta llegar a la calle Manuel Arauz Gijón sector del Hospital Rio, seguidamente el recolector gira hacia la izquierda y se incorpora a la calle Segundo Rosero y nuevamente gira en dirección norte por la calle Teófilo Sáenz hasta llegar a la calle Oswaldo Guayasamín, a su vez el recolector baja por la calle Alfredo Gallegos y se incorpora a la Av. canónigo Ramos en dirección de vuelta al relleno sanitario atravesando la Av. Héroes de tapi e ingresando por la calle García Moreno para su posterior incorporación a la vía Cubijés por donde se localiza el relleno mencionado.

- *Ruta 3.2*

Una vez depositado los desechos urbanos el camión recolector ingresa nuevamente a la ciudad por la Av. Héroes de Tapi con la diferencia que a la altura del redondel cercano a la brigada militar Galápagos el recolector atraviesa por la prolongación de la Av. Gonzalo Dávalos hasta llegar a colindar con la Av. 11 de noviembre y Jacinto Jijón. El recolector baja por la Av. Dolores de Veintimilla sector correspondiente a la Unidad Educativa "Pensionado Americano International School" hasta conectarse con la Av. Lizarzaburu, ingresando a los barrios aledaños atravesando las calles Gonzalo Zaldumbide, Oscar Efrén Reyes, José María Egas , Joaquín Gallegos y Saint Amand Montrond hasta llegar a la calle Demetrio Aguilera Malta la cual bordea el centro comercial Multiplaza y se desemboca en la Av. Lizarzaburu donde cuerdas más adelante tomará rumbo norte hacia la Av. La prensa la cual se conecta con la Héroes de Tapi y finalmente a su salida de regreso al relleno sanitario de Porlón.

- *Ruta 3.3*

El camión vuelve a salir del relleno sanitario hacia la parte céntrica de la ciudad destacando que el recolector pasa por la Av. La prensa sector del terminal terrestre hasta alcanzar la Av. Pedro Vicente Maldonado por donde ingresa por la derecha en la calle Juan de Dios Morales y recorre las cuerdas aledañas del sector siendo estas las Luis de Saa, Manuel Quirola, Oscar León Hidalgo hasta incorporarse a la Av. Milton reyes y sigue en dirección este ingresando por la calle Princesa Tola hasta la calle Rey Cacha donde gira hacia la derecha y desciende por la calle Calicuchima hasta la calle 9 de julio donde hace un giro a la izquierda y se

incorpora por la calle Duchicela hasta llegar a la Av. 9 de Octubre. El camión recolector una vez lleva a la Av. 9 de octubre recorre toda su extensión pasando por sectores tales como la estación eléctrica de Riobamba, Canchas de Tenis club Riobamba siguiendo por la Av. 9 de octubre donde gira hacia la izquierda entra por la calle Bogotá y sale por la calle Guatemala hacia la vía cubijes rumbo al relleno sanitario de la municipalidad.

- *Ruta 3.4*

La ruta vuelve a partir desde el relleno sanitario atravesando el casco urbano de la ciudad hasta llegar a la calle Agustín Torres , el recolector bordea la Dirección Distrital de Educación y baja por la calle Alfonso Villagómez hasta la Virgilio Corral, seguido avanza unos metros y se conecta a la Av. Milton reyes recorre 2 cuadras reingresa por la misma avenida pero en dirección contraria hasta la intersección con la calle César León Hidalgo por donde sube hasta llegar a la Av. canónigo Ramos e ingresa hasta el terminal terrestre y sale hasta la Av. La prensa avanza dos cuadras y vira hacia la derecha por la calle princesa Toa y finalmente sube con rumbo a la Av. Daniel León Borja recorre las calles aledañas y se incorpora a la Av. La prensa en su regreso al relleno sanitario.

- *Ruta 3.5*

De igual manera el camión recolector una vez descargado los residuos sólidos vuelve al centro de la ciudad por la Av. Héroes de Tapi en ingresa por la calle Adyacente al Canal de Riego, luego gira hacia la derecha y entra por la prolongación de la Av. Gonzalo Dávalos hasta llegar a la Av. La prensa donde recorre cerca de cuatro cuadras e ingresa por la calle argentinos en dirección Este y recorre las calles Junín y las Palmeras, da vuelta por la Baltazar Paredes y recorre las calles correspondientes, reingresa por la calle palmeras y desemboca nuevamente en la Av. La prensa con dirección al relleno sanitario de Porlón.

- *Ruta 3.6*

La ruta 3.6 de igual forma parte desde el relleno sanitario hasta la zona urbana de la ciudad llegando el camión recolector por la Av.9 de Octubre hasta llegar a la calle Pedro José Arteta, en este punto sube una cuadra y gira a mano derecha por la calle Boyacá hasta el pasaje Esmeraldas el cual colinda con el Hospital Solca de Riobamba, sigue la calle Esmeraldas y baja por la calle Heriberto Medino y se incorpora hasta la calle Bolívar sube por la Uruguay en dirección a la calle chile, la ruta sigue hacia la izquierda hasta la intersección con la calle Eugenio Espejo donde se ubica el colegio San Vicente de Paul, sube hasta el mercado de la

Merced, prosigue por la Olmedo has la Av. Eloy Alfaro por donde toma dirección norte hasta la Av. Celso Rodríguez por donde se encuentra el parque Industrial y recorre hasta llegar a la calle Recife la cual desemboca en la calle Guatemala la cual se conecta con la vía a Cubijíes de regreso al relleno Sanitario de Porlón.

- *Retorno*

Una vez descargado los residuos sólidos en el relleno sanitario se procede al regreso hacia los talleres del GAD Riobamba ingresando por la Av. Edelberto Bonilla Oleas, hasta la calle Guatemala donde el recolector deberá tomar la AV. 9 de octubre hasta llegar a los talleres municipales

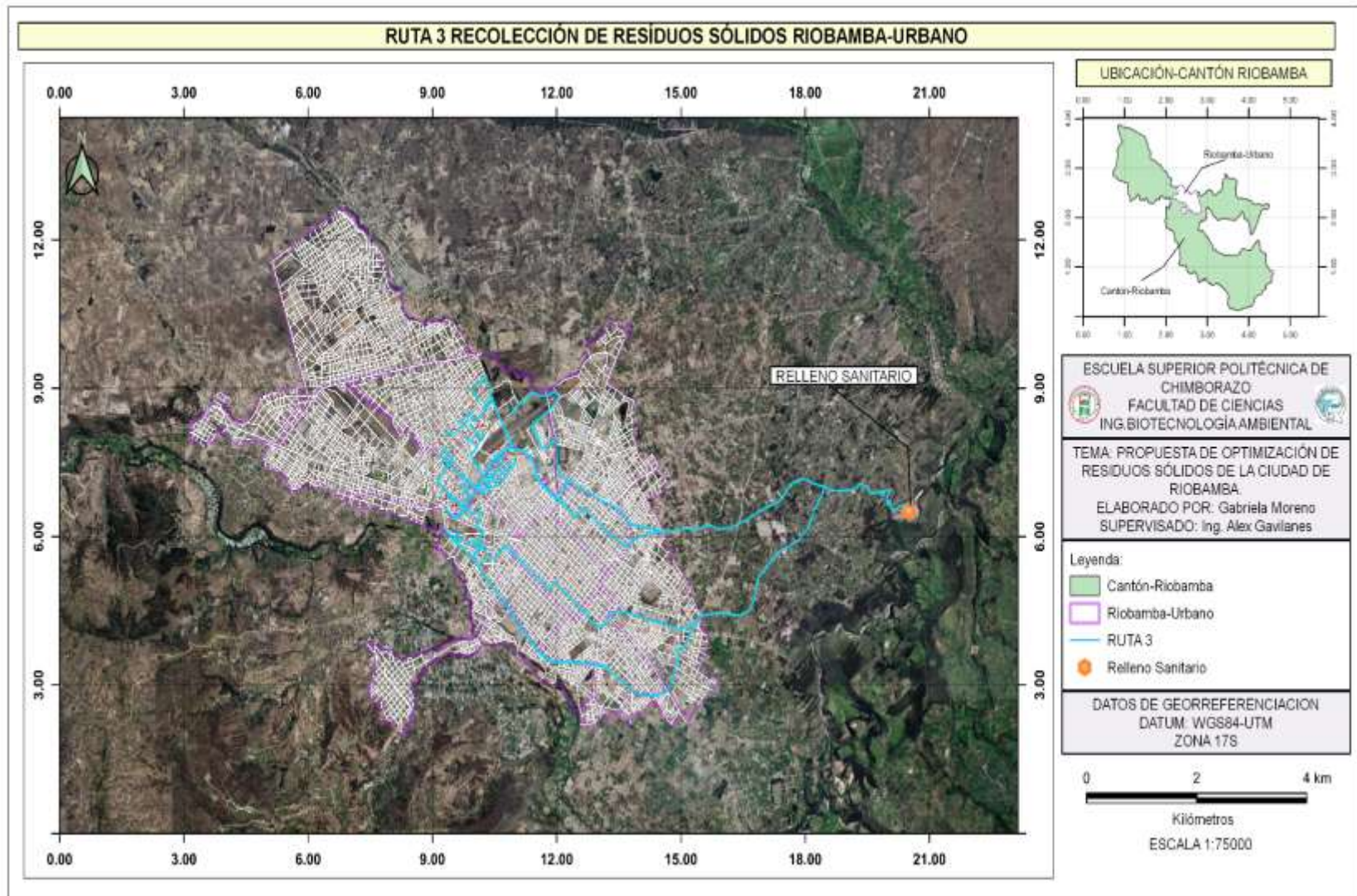


Figura: 3-3: Ruta de recolección tres

Realizado por: Moreno Satán, Gabriela, 2022

RUTA 4

- *Ruta 4.1*

La ruta correspondiente parte desde los talleres municipales del GAD Riobamba, sigue en dirección de la Av. La prensa hasta la intersección con la calle las Palmeras, en este punto gira a la derecha y sigue por la Av. Gonzalo Dávalos y bajando por la calle Arrayanes. Posteriormente el camión recolector gira en sentido este y se incorpora por la calle los Eucaliptos y recorre las calles aledañas del sector, tales como los Laureles, los Olivos y los Álamos, hasta incorporarse nuevamente con la Av. Gonzalo Dávalos gira en la intersección por la Av. Carlos Zambrano hasta llegar a la Junín, desciende por la calle los cipreses hasta la calle José Orozco y sigue su trayecto hasta pasar el plantel educativo José María Román, tomando la ruta de la calle Autachi hasta llegar a la Av. Daniel León Borja, seguidamente ingresa por la calle Reina Paccha, recorre las calles Condorazo, Princesa Toa, asciende por la calle Duchicela hasta llegar a la Av. Manuel Elisio Flor, gira hacia la derecha y recorre hasta llegar a la Av. Daniel León Borja y prosigue su camino hasta la Av. Miguel Ángel León la cual pasa por el parque 21 de Abril hasta la Ayacucho donde tomará rumbo con dirección este hacia la salida de la ciudad sube por la calle Loja y se incorpora a la calle Córdova para finalmente tomar la carretera con destino a Cubijíes lugar de establecimiento del Relleno Sanitario de Porlón.

- *Ruta 4.2*

La ruta inicia desde el relleno Sanitario de Porlón hasta su ingreso a la ciudad por la calle Joaquín Chiriboga, baja hasta entrar por la calle Venezuela, hasta la Diego de Ibarra, donde el camión recolector desciende hasta llegar a la calle Primera Constituyente, realiza el trayecto respectivo hasta anexarse con la Av. Unidad Nacional, a su vez bordea por la Av. Carlos Zambrano sube por el parque Guayaquil recorre en dirección norte, hasta incorporarse nuevamente por la Ayacucho pero esta vez avanza una cuadra y baja por la teniente Latus y la calle Uruguay. Seguidamente toma la ruta de la calle Brasil hasta la altura del Parque Inclusivo, toma dirección por la Av. Héroes de Tapi, ingresa al fuerte militar Galápagos y su salida hacia el relleno sanitario lo hace por la Av. Edelberto bonilla oleas seguido de la Av. Araujo Chiriboga hasta desembocar por la calle Carabobo la cual se conecta a la vía de la parroquia Cubijíes.

- *Ruta 4.3*

Una vez descargado los residuos sólidos en el relleno sanitario, esta toma ruta nuevamente con dirección a la urbe de la ciudad, ingresa por la calle Guatemala y sigue por la Av. Edelberto Bonilla Oleas, hasta llegar a la Av. Nueve de Octubre, desciende por la calle San Juan hasta la Sibambe. Realiza el trayecto por las calles Calpi, Tixán, y San Andrés hasta incorporarse nuevamente a la Av. Nueve de octubre para retornar al relleno sanitario de Porlón.

- *Ruta 4.4*

El trayecto se repite, el camión recolector ingresa a la ciudad esta vez por la calle Recife y sigue su trayecto por la Av. Celso Rodríguez, sigue por la José Orozco y toma dirección sur por la Joaquín Chiriboga hasta llegar a la calle Colombia, a su vez sigue por esta hasta la intersección con la calle Brasil, posteriormente pasa por la calle Esmeraldas y Bolivia hasta llegar a la Av. Nueve de Octubre, avanza dos cuadras e ingresa por la calle Vargas Torres, sigue por la Isabel Godín, la calle 11 de octubre hasta la Barón de Carondelet, sube por la Eugenio espejo hasta la esquina del Mercado la Merced donde sigue su ruta por la calle Olmedo hasta incorporarse a la Av. Celso Rodríguez con dirección a la vía Cubijíes donde se encuentra localizado el Relleno Sanitario de Porlón.

- *Ruta 4.5*

La ruta parte desde el relleno sanitario con dirección hacia el centro de la ciudad ingresando por la calle Recife, pasando por la Av. Celso Rodríguez, luego se incorpora a la calle José Orozco hasta llegar a la calle Carabobo, donde el camión recolector gira en dirección sur y desciende por la calle Carabobo hasta la Gaspar de Villaroel, posteriormente realiza el respectivo recorrido del sector transitando por las calles Chile, Juan Montalvo, Av. Unidad Nacional, Bolivia, sube por la calle Uruguay, gira hacia la izquierda por la Juan Falconí baja por la Brasil y se incorpora finalmente a la calle Olmedo para dirigirse de vuelta al relleno sanitario, durante este trayecto el camión recolector sigue su camino hasta salir por la Av. Celso Rodríguez para su posterior toma en ruta de la carretera vía a Cubijíes.

- *Ruta 4.6*

La ruta vuelve a partir desde el relleno sanitario atravesando el casco urbano de la ciudad hasta ingresando por la Av. Araujo Chiriboga y siguiendo la ruta por la Av. Edelberto Bonilla Oleas, luego baja por la Av. Antonio José de Sucre hasta conectarse con la calle Carabobo, transita por el Consejo Provincial y sube por la calle Juan Montalvo y gira en sentido Este por la calle Venezuela , y recorre el las calles aledañas tales como la Ayacucho, Uruguay, pasa por el parque 21 de Abril, sube por la Diego de Ibarra y gira hacia la derecha se incorpora nuevamente a la calle Ayacucho y transita en dirección de las afueras de la ciudad , saliendo por la calle Córdova a la vía Cubijíes y su posterior punto de finalización en el relleno sanitario.

- *Retorno*

Una vez descargado los residuos sólidos en el relleno sanitario se procede al regreso hacia los talleres del GAD Riobamba ingresando por la Av. Edelberto Bonilla Oleas, hasta la calle Guatemala donde el recolector deberá tomar la AV. 9 de octubre hasta llegar a los talleres municipales.

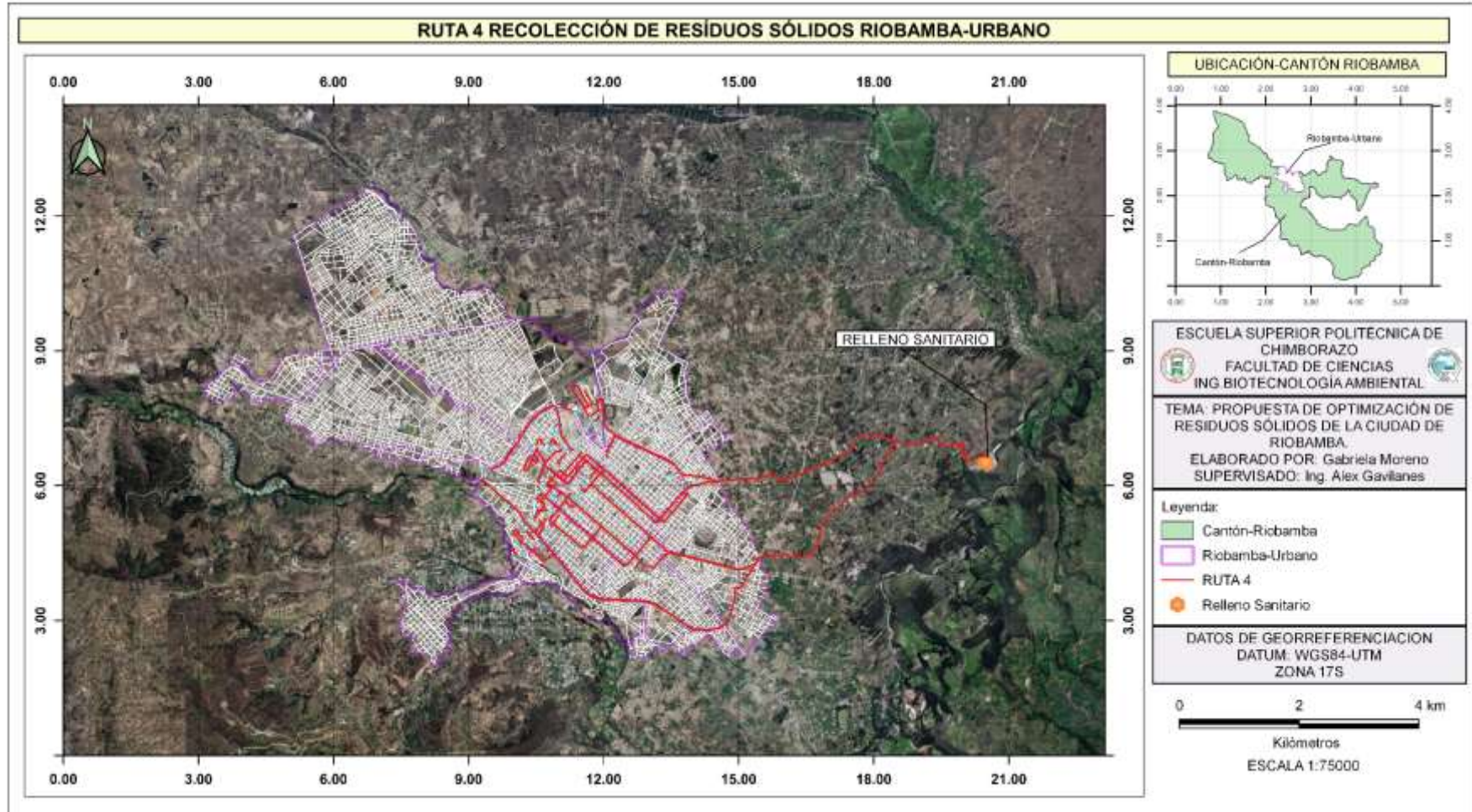


Figura: 4-3: Ruta de recolección cuatro

Realizado por: Moreno Satán, Gabriela, 2022

RUTA 5

- *Ruta 5.1*

El camión recolector sale de los talleres municipales del GAD de Riobamba, transita por la calle 8 de Julio y sube en dirección norte por la Av. Carlos Zambrano, sector del estadio olímpico Atahualpa, sigue por la calle argentinos y baja por la calle Diego de Ibarra hasta la Av. Daniel Borja León, recorre una cuadra y sube por la calle Vargas Torres, gira hacia la derecha por la Av. José Veloz, sube por la Juan Montalvo y sigue su ruta por la Ayacucho hasta la intersección de la calle Loja, el camión recolector sube en sentido norte hasta salir a la calle Córdova hasta su posterior conexión a la vía Cubijés en dirección al relleno sanitario de Porlón.

- *Ruta 5.2*

La ruta parte desde el relleno sanitario hacia el casco urbano de la ciudad ingresando por la calle Córdova baja por la Joaquín Chiriboga hasta llegar al a intersección con la calle Venezuela por donde el camión recolector seguirá su trayecto hasta la calle Junín. Posteriormente el recorrido interno lo hace por las calles argentinos, Diego de Ibarra, Junín y sube por la calle Jiménez hasta la Av. Héroes de Tapi recorre una cuadra y baja por la calle Mayor Ruiz, sigue por la Ayacucho , la Juan Montalvo, Francia y Febres Cordero, llega hasta el redondel de la Av. héroes de Tapi y sigue en dirección norte hasta la José M Velasco Ibarra, atraviesa la Juan Montalvo y gira a la derecha por la calle México nuevamente sube por la García Moreno hace un giro hacia la derecha y continua su trayecto por la Av. Juan Cordobés hasta conectarse con la calle Loja y calle Córdova respectivamente, en este punto el camión recolector se encuentra a la salida de la zona urbana de la ciudad con dirección al relleno sanitario de Porlón para el correspondiente depósitos de los RSU.

- *Ruta 5.3*

El camión recolector parte del relleno sanitario hasta la zona urbana de la ciudad circulando por la Av.Edelberto Bonilla oleas, sube por la calle José maría Velazco Ibarra avanza 2 cuadras y gira a la izquierda por la calle Xavier Espinoza hasta la Av. Antonio José de sucre , posteriormente realiza la ruta correspondiente a este sector recorriendo las calles Lasso ,Jaime Roldós Aguilera, Vicente Ramón Roca, Victo Emilio Estrada, y sale por la Jaime Roldós Aguilera sector de la UNACH, bordea la institución y baja por la Av. Antonio José de sucre y siguiendo dicha Avenida el camión recolector transitará la Vicente Ramón Roca y

se incorporará a la Av. Araujo Chiriboga con dirección a las afueras de la ciudad donde se encuentra ubicado el relleno sanitario de Porlón.

- *Ruta 5.4*

El camión recolector parte del relleno sanitario hasta la zona urbana de la ciudad circulando por la Av. Edelberto Bonilla oleas, ingresa por la calle Antonio Borrero, baja por la Alausí hasta incorporarse por la av. Vicente León roca sigue por la Av. 21 de Abril y baja por la Leonidas Pi hasta la calle Xavier Espinoza, nuevamente sube por la calle Jaime Roldós Aguilera, sigue por la Lizardo de García atraviesa la calle Rivera hasta llegar a la calle Córdoba donde tomará dirección hacia el relleno sanitario que es vía a Cubijés.

- *Ruta 5.5*

La ruta inicia desde el relleno sanitario hasta el ingreso de la parte urbana de la ciudad por la calle Guatemala luego gira hacia la derecha por la Bogotá hasta incorporarse a la avenida Edelberto Bonilla oleas recorre dicha avenida pasa por la 9 de octubre y gira a la derecha en la intersección con la calle Vicente Roca fuerte posteriormente baja una cuadra ingresa por la Pichincha recorre la calle García Moreno España Y Juan Larrea hasta llegar a la calle Cristóbal Colón. Posteriormente avanza por la Cristóbal Colón hasta incorporarse nuevamente a la avenida de 9 de octubre el camión recolector baja por la avenida mencionada en dirección contraria hacia la salida de la ciudad nuevamente ingresa por la avenida de Alberto Bonilla Oleas baja por la Bogotá se incorpora a la calle Guatemala y nuevamente toma rumbo por la vía hacia el relleno sanitario de Porlón.

- *Ruta 5.6*

El camión recolector parte desde el relleno sanitario de Porlón hacia la parte urbana de la ciudad ingresa por la calle Córdoba y pasa por la avenida Celso Rodríguez hasta llegar a la calle 10 de agosto seguidamente gira en sentido derecho y baja por las 5 de junio sector del mercado de la Merced hasta la intersección con la calle Boyacá, luego avanza por la calle Juan Lara en dirección Norte hasta llegar a la calle España, avanza por la escuela 11 de noviembre hasta conectarse con la calle García Moreno y Vicente Roca fuerte. Posteriormente la ruta que toma lo hace desde la calle Vicente Roca fuerte atraviesa el mercado Santa Rosa hasta la intersección con la calle Ayacucho, el recolector toma la Ayacucho y sigue la ruta hasta empalmar con la calle Loja donde toma dirección Norte para tomar la calle Córdoba en dirección contraria de vuelta al relleno sanitario de Porlón.

- *Retorno*

Una vez descargado los residuos sólidos en el relleno sanitario se procede al regreso hacia los talleres del GAD Riobamba ingresando por la Av. Edelberto Bonilla Oleas, hasta la calle Guatemala donde el recolector deberá tomar la AV. 9 de octubre hasta llegar a los talleres municipales.

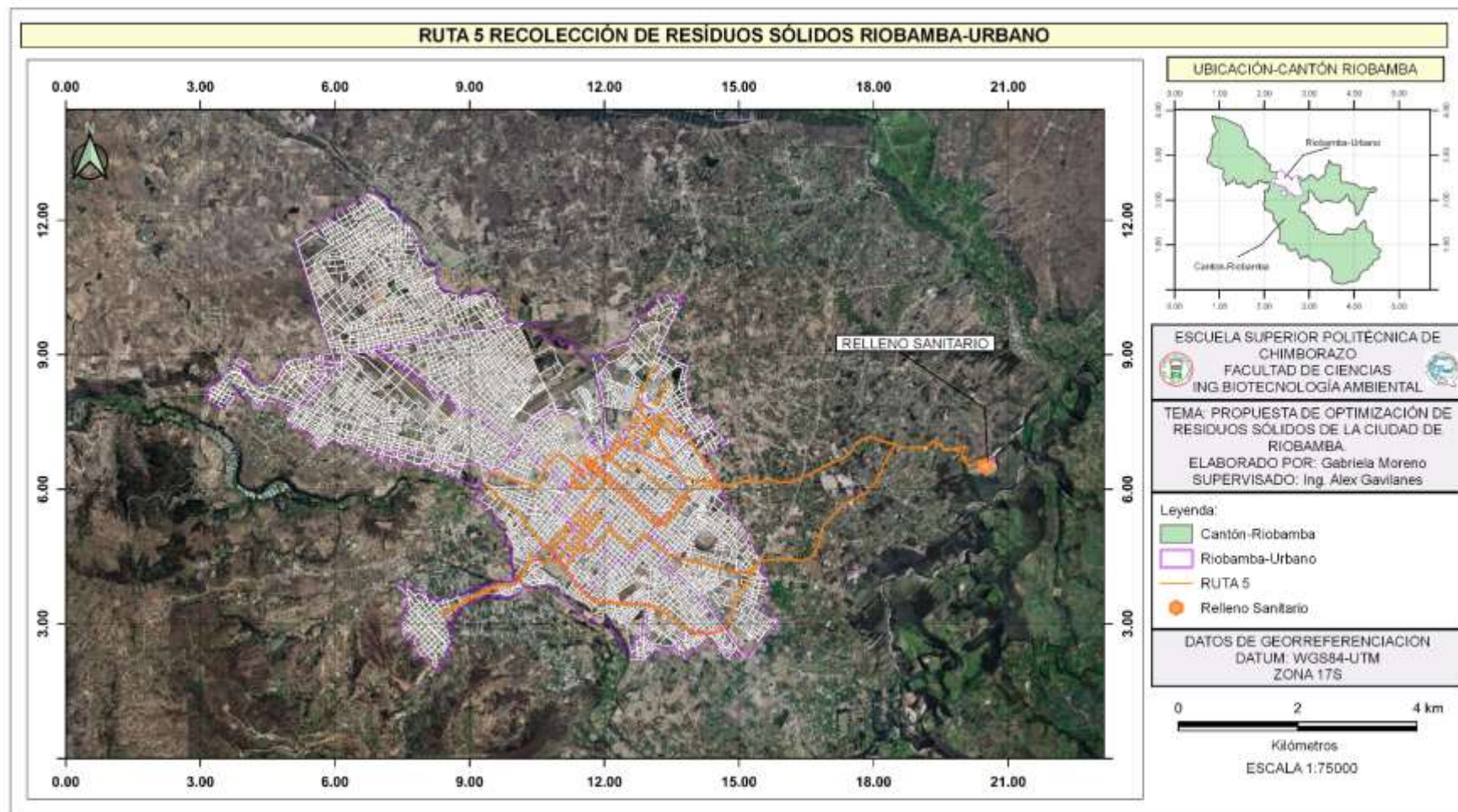


Figura: 5-3: Ruta de recolección cinco

Realizado por: Moreno Satán, Gabriela, 2022

RUTA 6

- *Ruta 6.1*

El camión recolector toma la vía de ingreso a la ciudad siguiendo la calle Córdoba y bajando por la Guatemala gira a la derecha por la calle Recife la cual se une con la avenida Celso Rodríguez sigue su camino hasta incorporarse con la avenida José veloz y gira a la izquierda por la calle Diego de Almagro recorre 2 cuadras y vuelve a girar hacia la derecha en dirección norte por la calle 10 de agosto hasta la intersección con la calle Cristóbal Colón, seguidamente realiza las ruta por las cuadras respectivas, recorriendo las calles Vicente Rocafuerte, Febres Cordero, España, Pichincha y García Moreno luego baja por la calle España y toma la Av. José Velóz la cual pasa por la parte posterior de la Plaza Roja o Plaza Concepción y se dirige hasta la Eugenio espejo por donde avanza en dirección Norte hasta la calle New York, avanza una cuadra hacia la izquierda y baja nuevamente por la calle Cristóbal colón hasta la 10 de agosto, tomado la ruta en dirección al relleno sanitario atravesando todo el casco urbano de la ciudad.

- *Ruta 6.2*

La ruta parte del relleno sanitario e ingresa a la ciudad por la Av. Araujo Chiriboga hasta llegar a la calle México, luego baja por la calle Rocafuerte hasta la Av. Edelberto Bonilla oleas recorre aproximadamente 3 cuadras e ingresa por la calle España, recorre a su vez la calle pichincha hasta la García Moreno. Seguidamente el camión recolector avanza por la calle García Moreno hasta la calle Fernando Daquilema. Finalmente, al llegar nuevamente a la calle España realiza el siguiente recorrido previa la salida de la ciudad, viaja por la calle Chimborazo, Larrea y Monseñor A. Machado y baja por la 5 de junio ingresa por la calle New York y Febres Cordero, sube 5 cuadras por la calle Tarqui y gira hacia la izquierda hasta incorporarse a la calle Loja la cual se empalma con la calle Carabobo y su posterior vía hasta el ingreso al relleno sanitario y disposición de los RSU.

- *Ruta 6.3*

El camión recolector previa descarga de los RSU, nuevamente parte hacia la urbe de la ciudad ingresando por la calle Córdoba hacia la Av. Alfonso Chávez, continua su recorrido por la calle Mariana de Jesús, la Opinión Patria Libre y el mensajero hasta salir a la Av. Alfonso Chávez, avanza por el redondel de la vasija, ingresa por la calle iris y su trayecto desemboca en la calle Tarqui y 5 de junio respectivamente. Luego el camión recolector vuelve hasta el

redondel de la Vasija, pero esta vez entra por la calle Marcelo Suarez hasta llegar a la calle Rivera, recorre la calle Rivera misma que desemboca en la calle Córdova para la posterior toma de la ruta vía a Cubijés de regreso al relleno municipal.

- *Ruta 6.4*

La ruta inicia desde el relleno sanitario con dirección al centro de la ciudad pasando, recorriendo la vía Cubijés hasta ingresar por la Carabobo, luego gira hacia la derecha e ingresa a la Av. Celso Rodríguez y avanza hasta la calle Loja, posteriormente el recolector pasa por las calles Venezuela, Alvarado, Mariana de Jesús, Ayacucho, luego toma la calle 5 de junio y avanza 3 cuadras por la Junín y baja por la calle Cristóbal Colón, luego el camión recolector sube por la Eugenio espejo hasta la calle Argentinos, sube por la calle Tarqui hasta altura de la Av. Luis Cordobés, transita hasta la calle Loja y se anexa a la calle Córdova con rumbo al relleno Sanitario Municipal.

- *Ruta 6.5*

El camión recolector luego de depositar los RSU en el relleno sanitario, parte con ruta hacia la urbe de la ciudad pasa por la calle Joaquín Chiriboga hasta la calle Venezuela, luego sube por la Eugenio Espejo vira hacia la izquierda una cuadra y baja a su vez por la calle 5 de junio, hasta la Febres Cordero, luego avanza una cuadra y sube por la Tarqui hasta la Av. Luis Cordobés, luego repite la ruta avanza una cuadra y baja por la Juan de Velasco, luego el camión recolector sube por la calle Almagro y sigue derecho hasta incorporarse a la calle Córdova para su posterior incorporación a la vía a Cubijés de regreso al relleno sanitario.

- *Ruta 6.6*

De la misma manera el camión recolector vuelve a realizar su ruta ingresando a la ciudad por la calle Carabobo, desciende por la calle Bernardo de Darquea, Joaquín Chiriboga y hace su recorrido hasta llegar a la calle José Orozco donde el avanza una cuadra y toma la calle Loja en dirección norte avanza hasta llegar a la calle Monseñor Ulpiano Pérez, gira hacia la izquierda avanza una cuadra y nuevamente baja por la calle Silvio Haro hasta incorporarse a la calle Pedro Bedón, circula dos cuadras y gira a la derecha con dirección norte por la Almagro hasta incorporarse a su salida a la calle Córdova y finalmente su destino hasta el relleno Sanitario municipal.

- *Retorno*

Una vez descargado los residuos sólidos en el relleno sanitario se procede al regreso hacia los talleres del GAD Riobamba ingresando por la Av. Edelberto Bonilla Oleas, hasta la calle Guatemala donde el recolector deberá tomar la AV. 9 de octubre hasta llegar a los talleres municipales.

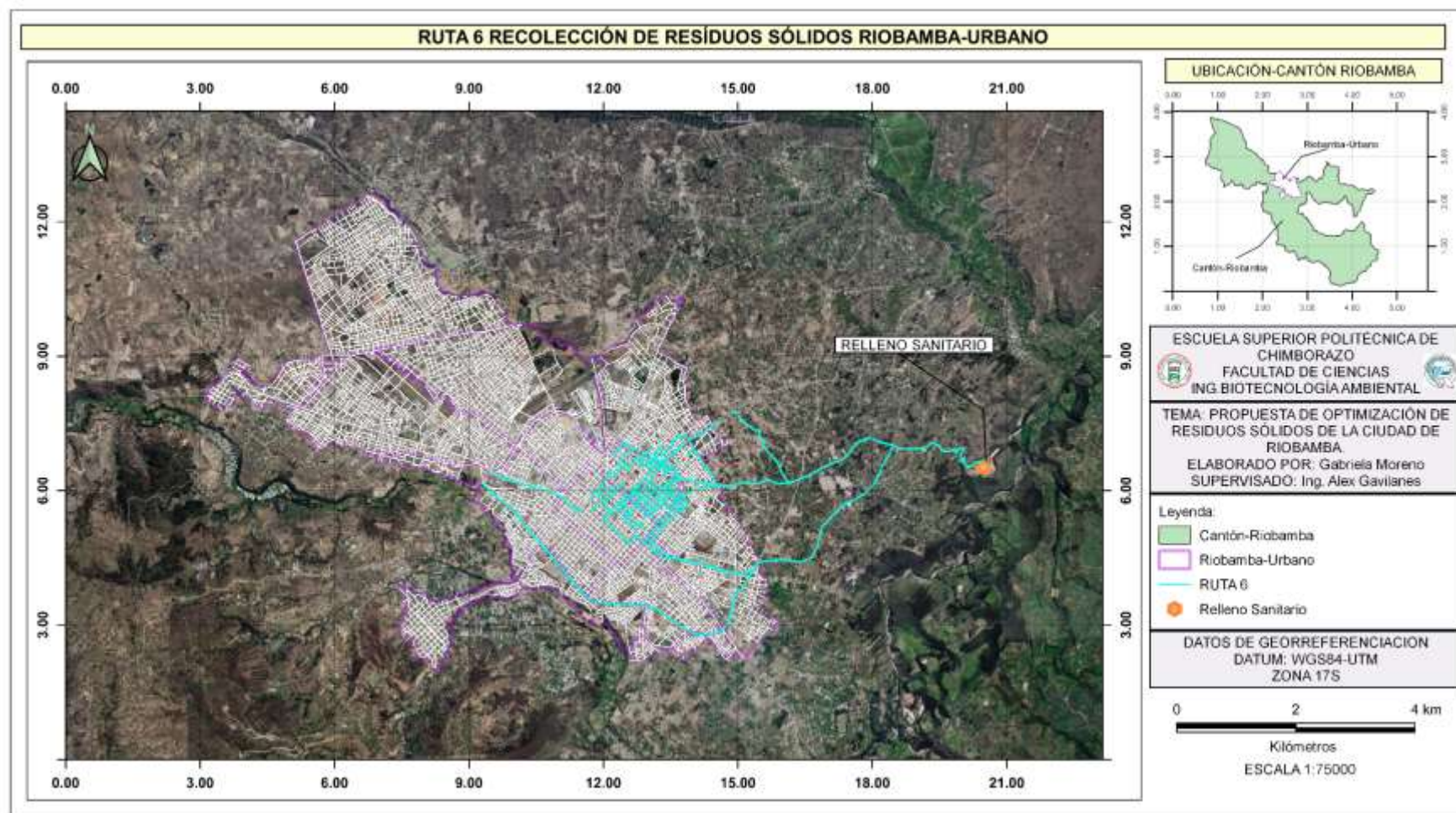


Figura: 6-3: Recolección de ruta seis

Realizado por: Moreno Satán, Gabriela, 2022

RUTA 7

- *Ruta 7.1*

El camión recolector sale de los talleres del GAD municipal, avanzando en su trayecto por la Av. La prensa, Av. Héroes de tapi e incorporándose a la calle México hasta la intersección con la calle García Moreno, a su vez sube por estas dos cuadras aproximadamente y gira a la derecha con dirección a la Av. Luis Cordovez, al finalizar la avenida sube por la calle Almagro y desciende por la calle Morona hasta la continuación de la calle México, recorre la calle México luego sube por la Puruhá hasta conectarse con la Av. Edelberto Bonilla Oleas donde tomará dirección hacia las afueras de la ciudad hasta su punto de finalización siendo el relleno sanitario municipal.

- *Ruta 7.2*

El camión recolector vuelve a realizar la ruta de ingreso a la ciudad, esta vez recorre la calle Carabobo y baja por la Guatemala y sigue su recorrido por la Av. 9 de octubre ingresa por la calle 24 de mayo, baja por la Venezuela hasta llegar a la calle Loja donde nuevamente sube hasta la 10 de agosto y nuevamente baja por la Joaquín Chiriboga hasta la calle Colombia. Luego el recolector avanza una cuadra y sube por la Bernardo Darquea pasa por la calle Cuba, Esmeraldas y Lituania hasta llegar a la Av. 9 de octubre por donde seguirá su camino hasta el relleno sanitario nuevamente.

- *Ruta 7.3*

Nuevamente el camión recolector parte desde el relleno sanitario e ingresa a la ciudad por la Av. Celso Rodríguez, sigue recto por la calle Orozco y baja por la calle Bernardo Darquea, luego avanza por las calles Loja y, Av. Juan Bernardo de León, sigue por la Puruhá , y gira a la derecha en la Av. Edelberto Bonilla Oleas en una cuadra baja por la Asunción, avanza hasta llegar a la Av. Celso Rodríguez , continua por la calle cuba y la calle olmedo la cual desemboca en la Av. Eloy Alfaro por donde sube en dirección norte hasta la Av. Celso Rodríguez y a su vez sigue el trayecto hasta la salida de la ciudad dirigiéndose a depositar nuevamente los RSU en el relleno sanitario.

- *Ruta 7.4*

El camión recolector parte del relleno sanitario hasta la parte urbana de la ciudad, en su trayecto el camión recolector avanza por la Av. Edelberto Bonilla Oleas, baja por la calle

Asunción hasta la calle argentinos, avanza una cuadra y toma la Hermanos Levi en dirección norte hasta empatar con la Av. Edelberto Bonilla Oleas, una vez más avanza una cuadra y baja por la calle la paz hasta la Av. Simón Bolívar, recorre las calles circundantes hasta incorporarse nuevamente a la Av. Edelberto Bonilla Oleas en dirección contraria, es decir con el rumbo establecido de vuelta al relleno sanitario municipal.

- *Ruta 7.5*

El camión recolector vuelve a salir del relleno sanitario en dirección a la parte urbana de la ciudad, su trayecto implica el paso por la calle Carabobo y en este caso toma la ruta por la calle Guatemala hasta incorporarse a la Av. Edelberto Bonilla Oleas, sigue por la Av. 9 de octubre y al llegar a la intersección sube por la Av. Juan Félix Proaño, sigue por la Av. Eloy Alfaro, recorre la jefatura de Policía N°5 e ingresa al sector para transitar las calles Budapest, Ámsterdam, Londres, pasa por el polideportivo de la ciudadela la Politécnica, sigue por la Padua y la Valeta ingresa a la Av. 9 de octubre y toma la ruta en dirección contraria al relleno sanitario de Porlón.

- *Retorno*

Una vez descargado los residuos sólidos en el relleno sanitario se procede al regreso hacia los talleres del GAD Riobamba ingresando por la Av. Edelberto Bonilla Oleas, hasta la calle Guatemala donde el recolector deberá tomar la AV. 9 de octubre hasta llegar a los talleres municipales.

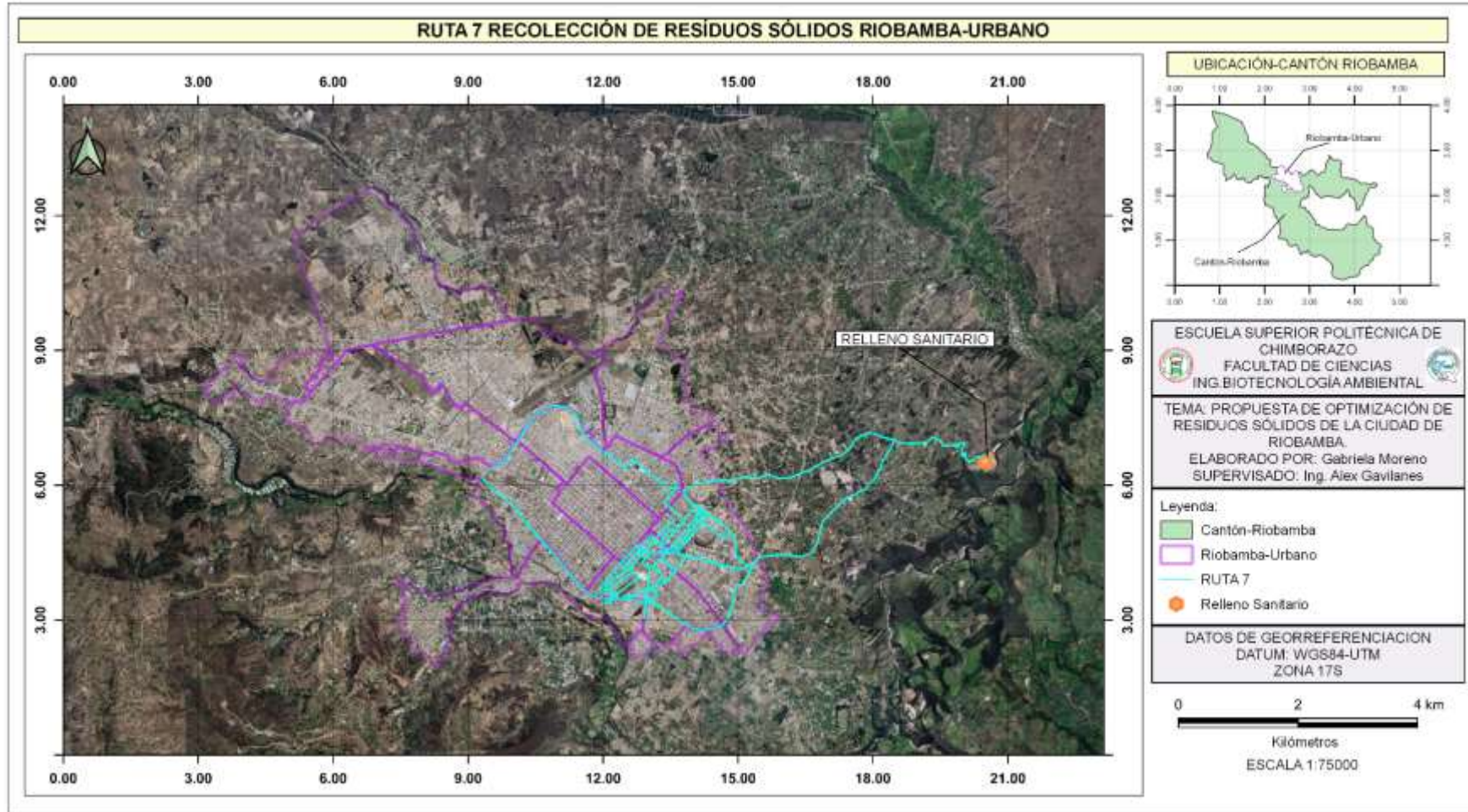


Figura: 7-3: Ruta de recolección siete

Realizado por: Moreno Satán, Gabriela, 2022

RUTA 8

- *Ruta 8.1*

La ruta correspondiente parte desde los talleres municipales del GAD Riobamba por la Av. 8 de Julio ingresa por la calle Olmedo y sigue su trayecto hasta la Av. Eloy Alfaro. Posteriormente recorre por la mencionada avenida hasta la Av. Celso Rodríguez la cual está anexa a la Unidad Educativa Liceo Policial Chimborazo, al llegar a la calle Washington el camión recolector desciende 2 cuadras, hace un giro hacia la derecha por la calle San José y toma la calle Paris hasta la Av. Leopoldo Freire. En este punto el trayecto que toma es recorrer toda la extensión de la avenida Leopoldo Freire haciendo ingresos en calles específicas tales como la Quito, Londres, Viene en dirección transversal hasta su posterior salida por la calle Madrid hasta la Av.9 de octubre, sigue su trayecto y pasa a la Av. Edelberto Bonilla Oleas, gira hacia la derecha una cuadra por la calle Bogotá, luego sube una cuadra hasta tomar la Guatemala y al finalizar la calle gira en dirección derecha para tomar ya la vía a la parroquia Cubijíes con dirección al relleno sanitario de Porlón.

- *Ruta 8.2*

Una vez depositado los RSU recolectados en el relleno sanitario el camión recolector traza su ruta de vuelta a la ciudad por la carretera Cubijíes, luego baja por la calle Guatemala hasta su ingreso por la calle Tucumán hasta la altura de la Av. Edelberto Bonilla oleas, sube hasta el parter correspondiente y gira a mano izquierda ingresando por la Av. Simón Bolívar, realiza un recorrido de 2 cuadras y sube por la calle Kabul y baja por la Bolívar Bonilla. Durante ese trayecto hace un ingreso por la calle Toronto y San José sigue por la calle Caracas hasta incorporarse nuevamente a la avenida principal en dirección contraria es decir en sentido norte. El camión recolector gira a mano derecha por la calle Punta del Este y baja por Cien fuegos para posterior seguir su trayecto por la calle Sta. Marta, sector del mercado mayorista, avanza 2 cuadras, baja por la Mérida en dirección a la Av. Edelberto Bonilla oleas. Seguidamente hace un nuevo ingreso esta vez por la Av. Leopoldo Freire y recorre el sector correspondiente al Colegio Fernando Daquilema, su salida lo hace por la calle Roma y se incorpora al carril con dirección a la salida de la ciudad por a la Av. Edelberto Bonilla Oleas, sigue su trayecto por la calle Bogotá y avanza una cuadra y toma la Guatemala la cual desemboca en la carretera rumbo al relleno sanitario ubicado en la parroquia Cubijíes.

- *Retorno*

Una vez descargado los residuos sólidos en el relleno sanitario se procede al regreso hacia los talleres del GAD Riobamba ingresando por la Av. Edelberto Bonilla Oleas, hasta la calle Guatemala donde el recolector deberá tomar la AV. 9 de octubre hasta llegar a los talleres municipales.

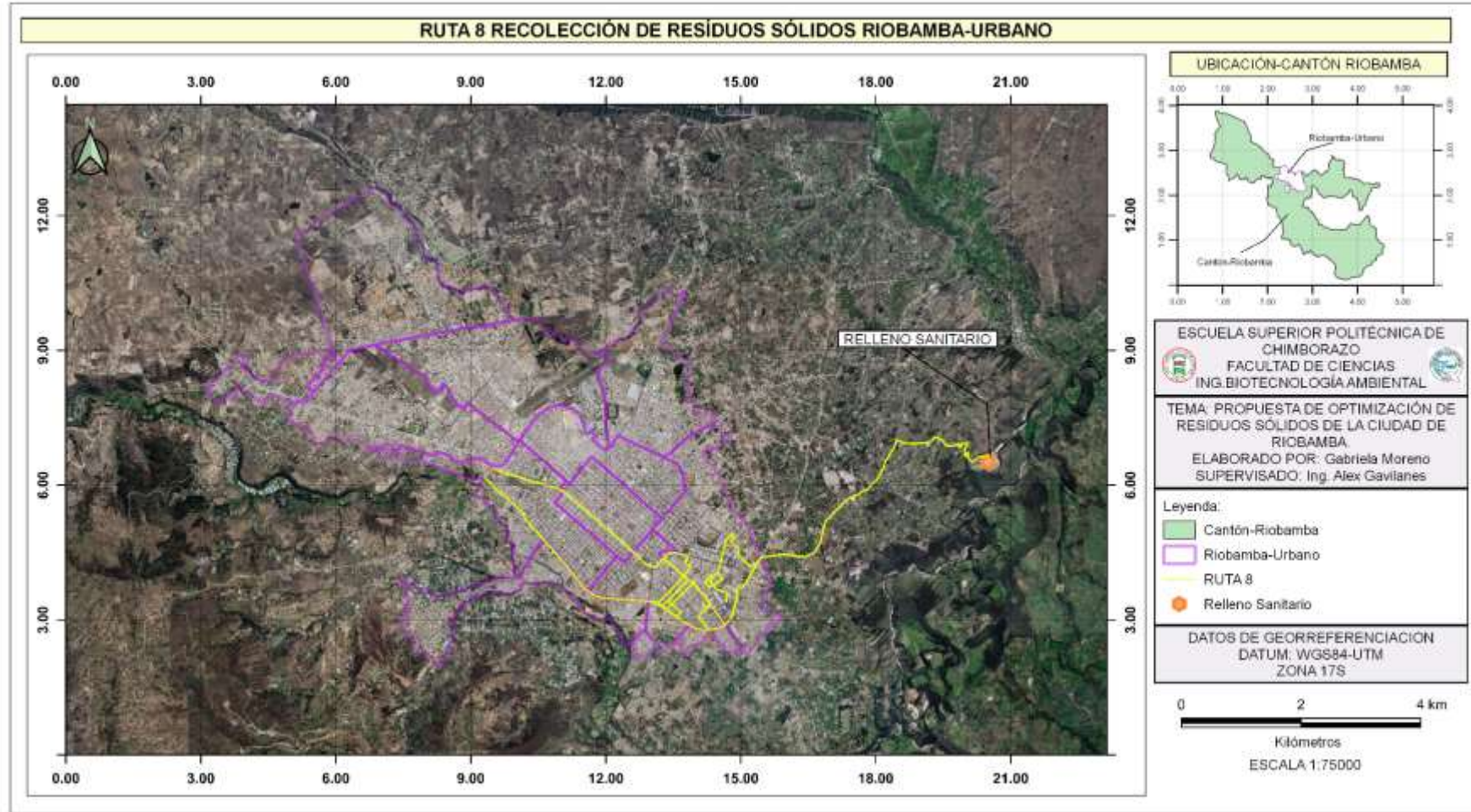


Figura: 8-3: Ruta de recolección ocho

Realizado por: Moreno Satán, Gabriela, 2022.

3.15. Nuevos horarios de recolección

Mediante la siguiente tabla se visualiza los horarios de recolección desde la ruta 1 a la 8.

Tabla 20-3: Horarios de recolección de rutas optimizadas

Tipo de Ruta	Horario de trabajo
Ruta 1	03H00 A 10H00
Ruta 2	07H00 A 14H00
Ruta 3	03H00 A 10H00
Ruta 4	17H00 A 23H00
Ruta 5	03H00 A 10H00
Ruta 6	17H00 A 23H00
Ruta 7	03H00 A 10H00
Ruta 8	07H00 A 14H00

Realizado por: Moreno Satán, Gabriela, 2022

Mediante la tabla 21-3 se representó el horario que cumplirán los vehículos, existen 4 rutas que se manejarán en la madrugada, es decir de 03H00 a 10H00 debido a la fácil movilidad de los vehículos y la poca cantidad de tráfico. Los otros dos horarios se realizarán en la mañana, de 07H00 a 14H00, mientras que los otros dos horarios que se manejan se realizan en la tarde, de 17H00 a 23H00. Todos los horarios contemplan las 8 horas laborables.

Los horarios de trabajo no se han modificado para no alterar la funcionalidad de los operarios ya que los trabajadores se sienten acoplados a esta modalidad, al igual que el personal de seguridad del taller municipal donde se guardan los vehículos.

A continuación, se presenta la tabla 22-3 la cual muestra la distribución de los horarios de acuerdo con las rutas.

Tabla 21-3: Organización de recolección de acuerdo a rutas y sectores.

Grupo	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Semana 6	Semana 7	Semana 8
A	Ruta 1	Ruta 5	Ruta 2	Ruta 6	Ruta 3	Ruta 7	Ruta 4	Ruta 8
B	Ruta 5	Ruta 2	Ruta 6	Ruta 3	Ruta 7	Ruta 4	Ruta 8	Ruta 1
C	Ruta 2	Ruta 6	Ruta 3	Ruta 7	Ruta 4	Ruta 8	Ruta 1	Ruta 5
D	Ruta 6	Ruta 3	Ruta 7	Ruta 4	Ruta 8	Ruta 1	Ruta 5	Ruta 2
E	Ruta 3	Ruta 7	Ruta 4	Ruta 8	Ruta 1	Ruta 5	Ruta 2	Ruta 6
F	Ruta 7	Ruta 4	Ruta 8	Ruta 1	Ruta 5	Ruta 2	Ruta 6	Ruta 3
G	Ruta 4	Ruta 8	Ruta 1	Ruta 5	Ruta 2	Ruta 6	Ruta 3	Ruta 7
H	Ruta 8	Ruta 1	Ruta 5	Ruta 2	Ruta 6	Ruta 3	Ruta 7	Ruta 4

Realizado por: Moreno Satán, Gabriela, 2022

La tabla se ha clasificado en 8 filas, cada vehículo consta de un conductor o chofer y un ayudante, por lo que se los ha rotulado como grupos de la A a la H, las otras 7 filas enmarcan las semanas laborables, donde van rotando los diferentes horarios, debido a que existen 4 rutas que se realizarán en la madrugada, 2 en la mañana y 2 en la noche. Después de la semana 8 se repiten los horarios de trabajo partiendo de la semana 1.

3.16 Evaluación del sistema de recolección de la ciudad de Riobamba en relación a la propuesta del área de estudio

Como punto comparativo se ha tomado las variables del sistema de recolección implementado por el municipio de Riobamba frente a las variables del sistema propuesto con el fin de caracterizar las diferencias de ambos y de esa manera obtener un sistema de recolección óptimo para la ciudad.

Tabla 22-3: Tabla comparativa del sistema de recolección actual frente a la propuesta

Variables	Actual	Propuesta
Número total de vehículos	13 vehículos	13 vehículos
Número de vehículos en funcionamiento	3 vehículos	8 vehículos
Número de mapas	1 mapa	9 mapas
Rutas gráficas y descripciones textuales	0	8 rutas caracterizadas
Número de choferes u operarios	7 trabajadores	8 trabajadores
Número de ayudantes	7 trabajadores	8 trabajadores
Distancia total recorrida de cada ruta	indeterminado	1038,04 kilómetros
Tiempo promedio de trabajo por día	indeterminado	7 horas 24 min
Horarios ejecutados en 8 semanas	3 horarios establecidos	3 horarios establecidos
Número de contenedores diarios recogidos	50 -150 contenedores	972 contenedores

Realizado por: Moreno Satán, Gabriela, 2022

- *Número de vehículos a laborar por día:* la cantidad de vehículos que se utiliza para la recolección es la primera componente para que se dé un sistema óptimo de recolección, actualmente el municipio cuenta con 3 vehículos en funcionamiento, presentando una deficiencia para abastecer a toda la ciudadanía. El número de vehículos que se propone para trabajar por día son 8 con el fin de que cada ruta sea abastecida por un vehículo en particular, de esta manera todos los días los vehículos podrían salir y no se presentaría un acumulamiento de residuos en los contenedores al punto de colocar los residuos en las vías.
- *Número de mapas:* los mapas representan gráficamente la zona donde se está trabajando, dependiendo del tipo, en este caso se ha trabajado con dos tipos de mapas; el primero donde se caracteriza los contenedores distribuidos en toda la ciudad y el segundo marcando las rutas de recolección que sigue cada vehículo.
- *Rutas gráficas y descripciones textuales:* se ha trazado el recorrido de 8 rutas a detalle, donde cada una de ellas cuenta con su respectiva descripción textual, a diferencia del sistema actual se ha implementado la ruta número 8 debido a la falta de abastecimiento de recolección por el incremento tanto residual como poblacional en estos últimos años.
- *Número de choferes u operarios:* considerando que cada carro recolector es operado por un chofer y un acompañante el cual tenía la función de revisar si el contenedor se encuentra lleno para realizar la recolección y dirigir el levantamiento del contenedor y ubicarlo en su mismo sitio, se ha mantenido el mismo número de trabajadores, pero cabe mencionar que al incrementar una ruta número 8 es necesario contratar dos trabajadores más.
- *Distancia recorrida por rutas:* debido a que no existen un mapa de rutas establecidas actualmente se desconoce la distancia total recorrida por los vehículos por ruta y en conjunto. En este caso se ha logrado determinar el kilometraje que recorren los vehículos de acuerdo a

cada ruta, como se mostró anteriormente en las tablas, en conjunto presentan un valor de: 1038,04 km recorridos por la zona urbana diariamente.

- *Tiempo total:* el tiempo de trabajo en el sistema actual es indefinido pues al no existir rutas establecidas los operarios pueden terminar su jornada mucho antes de lo previsto. La optimización que se plantea en este punto es una recolección ligada a cierto número de contenedores contemplando la capacidad de recolección de cada vehículo, sin olvidar que el horario de trabajo no puede sobrepasar las 8 horas como lo estipula el art 47 del código de trabajo.
- *Horarios:* existen 3 horarios que se han venido manejando; a la madrugada, mañana y noche, no se han modificado estos horarios para no alterar la adaptabilidad de los trabajadores al momento de laborar, al igual que el personal de seguridad que labora en el taller municipal.
- *Número de contenedores diarios recogidos:* el número de contenedores recogidos marca de 50 al 150 dependiendo del número de viajes que realicen y de la cantidad de residuos que contenga el contenedor, es decir que si no está lleno más de la mitad del contenedor no se recoge. Considerando este desfase se determinó la capacidad de recolección que tiene el vehículo, en base a su poder de compactación y a la densidad tanto suelta como compactada de los residuos, dando como resultado un total de 24 contenedores con residuos compactados por viaje, en base a esto se tomó a consideración la distancia y el tiempo que tardan, dando así un total de 972 contenedores, los cuales están ubicados en la zona urbana, mientras que el 58 están ubicados en los alrededores.
- La propuesta de incrementar una octava ruta es recoger los contenedores restantes de la zona urbana y adicional a ello recoger los 58 contenedores que se encuentran en la zona rural de la ciudad.

3.16. Discusión de resultados

El sistema de recolección de residuos sólidos de la ciudad de Riobamba presenta diferentes carencias en las distintas variables que la componen, por la falta de actualización, como: la expansión, el crecimiento poblacional, al igual que la producción per cápita, estos factores han provocado un déficit en la recolección de los residuos. Debido a la carencia de estas variables, el número de vehículos, horarios y recorridos ya no satisfacen las necesidades de la ciudadanía en su totalidad (Clemente, 2014).

Con el incremento de la población las 7 rutas que se han venido manejando hasta la actualidad no abastecen el 80% que cubre la recolección que se realiza con los vehículos de carga lateral, los recorridos que se realizan son variables, al igual que el número de horas laborables, considerando todas estas fallas se ha mejorado aspectos importantes para brindar un mejor servicio (Paez, 2015).

Es indispensable mejorar las componentes del sistema de recolección, no solo por el manejo de los residuos, sino también para mejorar la calidad ambiental urbana, así como lo menciona Gutiérrez en su investigación Gestión Integral de los Residuos Sólidos Domiciliarios para mejorar la calidad ambiental urbana en el Distrito de Piura – 2017, donde menciona que el manejo de los residuos sólidos deben comprender un sistema que abarque desde la generación hasta la adecuada disposición final, involucrando a los actores principales: la población y el gobierno local e interactuar de manera eficiente dentro de la gestión integral de los residuos sólidos domiciliarios (Gutiérrez, 2018, p.3).

El valor de la producción per cápita, es uno de los componentes primordiales en la elaboración del sistema ya que muestra el incremento de los residuos con respecto a la población, este dato se considera como punto de partida, así lo menciona Cahuana en el trabajo Optimización del manejo de los residuos sólidos inorgánicos en el distrito del Cercado de Lima, este trabajo explica que se llevó a cabo una investigación aplicada, desarrollando 03 ecuaciones donde trabajaron la variable de Generación Per Cápita, facilitando así la determinación del potencial de los residuos sólidos (Vega Macias et al., 2018, p.120-123).

Mediante un plan de gestión integral de residuos sólidos (PGIRS), se tiene un mayor control de los residuos y manejo de los mismos, proporcionando la utilización y valorización desde la fuente hasta el punto final de descarga, cabe señalar que el PGIRS contempla una actualización cada cierto tiempo como lo menciona Aguilar en su investigación enfocada en la parroquia Atahualpa de Ambato donde la microempresa comunitaria de servicios de recolección y reciclaje de residuos sólidos RESIZAMBA no se le ha realizado ningún estudio como una evaluación que nos indique resultados positivos que garantice enfrentar satisfactoriamente nuevos retos tales como el crecimiento poblacional que cada año va en aumento (Aguilar , 2013, p. 11).

El trabajo investigativo se ha planteado de forma optativa, sin embargo, la implementación del sistema moderno puede beneficiar a diferentes sectores de la ciudad donde la recolección presenta un déficit y una sobrecarga de residuos donde los contenedores ya no abastecen para el almacenamiento.

CONCLUSIONES

- Se elaboró una propuesta técnica del sistema de recolección de residuos sólidos que se ha venido manejando en la actualidad, mediante la actualización de cálculos y generación de mapas se obtuvo una optimización acorde a las necesidades actuales de la sociedad, mejorando de esta manera los recursos empleados para la recolección.
- Se analizó la situación del sistema de recolección que se lleva a cabo en la actualidad en la ciudad de Riobamba considerando diferentes parámetros como: número de vehículos, contenedores, rutas, horarios, pesaje de residuos de acuerdo al tipo de vehículo, capacidad de recolección, incremento población, producción per cápita, consiguiendo así mejorar el manejo de los residuos sólidos en la zona urbana de la ciudad, mediante el sistema de recolección con vehículos de carga lateral.
- Se ha evaluado el sistema de recolección, contemplando parámetros como: tasa de crecimiento, producción per cápita proyectándola hasta el 2021 al igual que la proyección población frente al número de vehículos, capacidad, número de vehículos en funcionamiento y número de contenedores, dando como resultado una propuesta de optimización de la recolección de residuos sólidos la cual cubra todas las necesidades de los ciudadanos.
- Considerando los parámetros establecidos y los proyectados se ha logrado elaborar una propuesta que optimice la recolección en toda la zona urbana de la ciudad, sin afectar o alterar el número de vehículos ni contenedores ni las coordenadas, sino más bien optimizando las rutas, los sectores establecidos y los horarios de trabajo mediante un mapa general de toda la ciudad.

RECOMENDACIONES

- Compra de 1 vehículo para que cubra la ruta 8 puesto que los 7 recolectores no abastecen para cubrir 80 % de toda la ciudad.
- Diferenciar el sistema de recolección para los residuos peligrosos, ordenamiento de escombreras, sector comercial e industrial, mercados, entre otros.
- Actualización de información, uso de TICs o GIS para la gestión ambiental, como por ejemplo el sistema de monitoreo de rutas de recolección
- Coordinar acciones con las actividades de los minadores como una alternativa de pre-reciclaje.
- Prever la adquisición oportuna del parque vehicular, considerando el tiempo de vida útil de los vehículos en funcionamiento.
- Propuesta de clasificación de residuos ya que la mayoría de ellos son de carácter orgánico

GLOSARIO

Coordenadas: Valores de referencia que marcan latitud y magnitud de un punto específico, magnitud que indica la posición especifican de un lugar, objeto o persona (Franco, 2000, p. 4).

Crecimiento poblacional: Incremento referente al número de pobladores de un lugar establecido, existen fórmulas que predicen el incremento poblacional de una localidad, sin embargo, la forma más segura de conocer un valor establecido es el censo poblacional, el cual se realiza cada 10 años (Torre, 2015, p. 23).

Municipio: Entidad encargada del área administrativa como financiera de la localidad, posee una serie de reglas y mandatos que aplica a cualquier ciudadano, goza de poder gubernamental autónomo, por otra parte, también tiene la obligación de proteger y velar la integridad de la comunidad (Iucci, 2009, p. 10).

Optimización: Hace referencia al mejoramiento de un sistema o proceso, donde se pretende simplificar ciertos pasos o procedimientos con la finalidad de que sus variables alcancen su máximo grado de perfeccionamiento (Westreicher, 2020, p. 2).

Pesaje: Acción de tomar el peso de un objeto ayudado por un instrumento de medición (Pinzón, 2021, p. 11)

Población urbana: Grupo de personas que de acuerdo al censo poblacional viven en un lugar mayor a 2000 habitantes promedio (Pérez, 2011, p. 4).

Población rural: Grupo de personas que de acuerdo al censo poblacional viven en un lugar menor a 2000 habitantes promedio (Goerlich y Cantarino, 2015, p. 12).

Recolección: Actividad de recoger o recolectar objetos. Se lo puede realizar de forma manual o mecánicamente (Assaad y Buj, 1995, p. 3).

Residuos: Material resultante como desecho después de haber realizado una actividad de tipo: domestico, industrial, comercial, agrícola, etc. Producto en alto grado inservible para un proceso posterior (Medina, 1997, p. 8)

Rutas: Camino que posee una trayectoria establecida, la cual marca una dirección y un sentido que sirven como guía para partir de un punto A hasta llegar a un punto B (García, 2021, p. 26)

Tachos de contención: Recipientes de tamaño medio que sirven como depósito para colocar cualquier tipo de material de carácter sólidos no líquido (Rondón et al., 2016, p. 44)

Tasa de crecimiento: Índice o tasa que indica el crecimiento o decrecimiento de una variable en particular de acuerdo a parámetros que la rigen (Miranda y Delgado, 2009, p. 5).

Vehículos de recolección: Vehículo normalmente utilizado para la recolección y transporte de RSU, en el que la carga se realiza mediante contenedores o a mano. El vehículo debe estar equipado con mecanismo de compactación (INEN, 2012).

BIBLIOGRAFÍA

ABARCA-GUERRERO, Lilliana. et al. "Desafíos en la gestión de residuos sólidos para las ciudades de países en desarrollo". *Revista Tecnología en Marcha*, 2015, vol. 28, no 2, pp. 141-168., ISSN 0379-3982.

ACOSTA TROYA, Ariana Gabriela., Análisis ambiental y social en torno a la situación del relleno sanitario del cantón Quijos, provincia Napo entre 2006 - 2016 [en línea]. p. 23., s.n. S.l.: 2016. [Consulta: 12 septiembre 2022]. Disponible en: <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/13245>.

AGUILAR ARCOS, Lorena Alejandra., Evaluación del sistema de recolección de residuos sólidos de la parroquia Atahualpa para mejorar su gestión integral y calidad de vida de los involucrados [en línea]. UTA., S.l.: 2013. [Consulta: 11 septiembre 2022]. p. 87-97., Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec:8443/jspui/handle/123456789/6004>.

ALMEIDA GUDIÑO, Jenny Fernanda., DISEÑO DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS QUE INCLUYA UNA RESOLUCIÓN DE JUNTA PARROQUIAL PARA LA PARROQUIA LIMONCOCHA 2016 [en línea]. Universidad Internacional SEK., S.l.: 2016. p. 12-17., [Consulta: 11 septiembre 2022]. Disponible en: <http://localhost:8080/xmlui/handle/123456789/2504>.

ARELLANO, Alfonso. & GAVILANES MONTOYA, Alex. "CARACTERÍSTICAS DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS DE RIOBAMBA", 2014a, p. 34-54., DOI 10.13140/RG.2.2.29046.83527.

ARELLANO, Alfonso. & GAVILANES MONTOYA, Alex., 2014b. *CARACTERÍSTICAS DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS DE RIOBAMBA* [en línea]. 1 enero 2014. S.l.: s.n. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/343267462_CHARACTERISTICAS_DE_LOS_RESIDUOS_SOLIDOS_DE_RIOBAMBA.

ASSAAD, Ragui. & BUJ, Lilí. "La transformación del sistema de recolección de basura de El Cairo". *Revista Mexicana de Sociología*, 1995, vol. 57, no 1, pp. 167-182., ISSN 0188-2503. DOI 10.2307/3540958.

BARRIENTOS, Zaidett. "Generación y gestión de residuos sólidos ordinarios en la Universidad Nacional de Costa Rica: patrones cuantitativos y sociológicos". *UNED Research Journal*, 2010, vol. 2, no 2, pp. 135-145., ISSN 1659-441X, 1659-4266. DOI 10.22458/urj.v2i2.154.

BRAVO NOROÑA, Cesar Alejandro. Propuesta de optimización del protocolo para el manejo de residuos domiciliarios generados por enfermedades infecciosas en la ciudad de Guayaquil desde la óptica de su aprovechamiento energético. [en línea]. (Thesis). Universidad de Guayaquil. Facultad de Ingeniería Industrial. Carrera de Ingeniería Industrial., S.l.: 2021. [Consulta: 12 septiembre 2022]. Disponible en: <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/55930>.

CASTRILLÓN, Olivia. & PUERTA, Silvia María. "Impacto del manejo integral de los residuos sólidos en la corporación universitaria lasallista". *Revista Lasallista de Investigación*, 2004, vol. 1, no 1, pp. 15-21., ISSN 1794-4449. Redalyc

CLEMENTE CRUZ, Jennifer Jacqueline., 2014. *Plan de marketing de servicios para el Departamento de Gestión Ambiental del GAD Municipal del cantón Salinas de la provincia de Santa Elena, año 2014* [en línea]. 2014. S.l.: La Libertad: Universidad Estatal Península de Santa Elena, 2014., [Consulta: 11 septiembre 2022]. Disponible en: <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/1436>.

DÍAZ LLUMIQUINGA, Lesly. et al. "Caracterización del sistema de contenerización de la ciudad de Riobamba mediante análisis multivariado.". En: Accepted: 2019-07-24T23:45:16Z [en línea], 2019, [Consulta: 12 septiembre 2022]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/11214>.

FRANCO, Antonio. *Características de las coordenadas utm y descripción de este tipo de coordenadas* [en línea]. 2000. S.l.: s.n. [Consulta: 11 septiembre 2022]. Disponible en: <https://docplayer.es/31267616-Caracteristicas-de-las-coordenadas-utm-y-descripcion-de-este-tipo-de-coordenadas.html>.

GADM RIOBAMBA., 2021. *Municipio de Riobamba - Municipio Riobamba* [en línea]. 2021. S.l.: s.n. [Consulta: 12 septiembre 2022]. p.12., Disponible en: <http://www.gadmriobamba.gob.ec/>.

GESTÁN CONTECO., 2021. "Sobre nosotros - Gestán Conteco". *GestánConteco* [en línea]. [Consulta: 12 septiembre 2022]. Disponible en: <https://gestanconteco.com/>.

GOERLICH GISBERT, Francisco José. & CANTARINO MARTÍ, Isidro. "Estimaciones de la población rural y urbana a nivel municipal". En: Accepted: 2015-06-16T10:17:22Z, *Goerlich Gisbert, Francisco José Cantarino Martí, Isidro 2015 Estimaciones de la población rural y urbana a nivel municipal Estadística Española 57 186 5 29* [en línea], 2015, [Consulta: 12 septiembre 2022]. Disponible en: <https://roderic.uv.es/handle/10550/44386>.

GUTIÉRREZ MORENO, David Ramón., 2018. *Gestión Integral de los Residuos Sólidos Domiciliarios para mejorar la calidad ambiental urbana en el Distrito de Piura – 2017* [en línea]. 2018. S.l.: Universidad César Vallejo, [Consulta: 11 septiembre 2022]. pp. 87-97., Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/11774>.

HERNANDEZ, Martha. "Percepción de la calidad del servicio de recolección de residuos sólidos urbanos en el municipio de Altamira Tamaulipas". , 2014, pp. 20.,

INEN. (2014). *Gestión ambiental. estandarización de colores para recipientes de depósito y almacenamiento temporal de residuos sólidos.* REQUISITOS. Recuperado de: https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_2841.pdf.

IUCCI, Matías José. "La definición local de la problemática social". *Documentos y Aportes en Administración Pública y Gestión Estatal* [en línea], 2009, vol. no. 12, [Consulta: 12 septiembre 2022]. p. 5-7., ISSN 1666-4124. DOI 10.14409/da.v1i12.1245. Disponible en: <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/125946>.

JARAMILLO NARVÁEZ, Sandy Viviana. & VINUEZA BRACERO, Diana Carolina., Proyecto de factibilidad para la implantación de un sistema de recolección de residuos sólidos en la ciudad de Quito parroquia calderón [en línea]. s.n. S.l.: 2013. [Consulta: 11 septiembre 2022]. Disponible en: <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/5836>.

LAUREANO, Raquel García., Operaciones para la gestión de residuos industriales. UF0289 [en línea]. S.l.: Editorial Tutor Formación., 2019. p. 87-97., ISBN 978-1-5129-6917-7. Disponible en: https://books.google.com.ec/books/about/Operaciones_para_la_gesti%C3%B3n_de_residuos.html?id=2dg8yQEACAAJ&redir_esc=y.

MEDINA, Martín., Manejo de desechos sólidos y desarrollo sustentable [en línea]. Corporación Universidad de la Costa,. S.l.: 1997. [Consulta: 11 septiembre 2022]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/11323/6853>.

MELÉNDEZ, Br Tirado. & MARGARETH, Sarita. “Impacto económico de la mejora de las rutas de recolección de residuos sólidos de la ciudad de Cajabamba, en el rubro de costos de limpieza pública de la municipalidad provincial de Cajabamba.” [en línea]. (INVESTIGATIVA). UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE, PERU: 2016. Disponible en <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/10542/Tirado%20Mel%20c3%a9ndez%20c%20Sarita%20Margareth.pdf?sequence=5&isAllowed=y>.

MERINO PÉREZ, Martha. "Políticas públicas estatales ante el cambio climático: análisis del diseño de los programas de Veracruz, Nuevo León y Puebla : periodo 2008-2010". En: Accepted: 2011-11-14T13:23:41Z [en línea], 2011, [Consulta: 12 septiembre 2022]. Disponible en: <http://repositorio.flacsoandes.edu.ec/handle/10469/3368>.

MIRANDA DELGADO, Rafael. "Las variables institucionales en el desempeño económico de América Latina". , 2009, [Consulta: 14 septiembre 2022]. Disponible en: <http://repositorio.flacsoandes.edu.ec/handle/10469/3368>.

MOSQUERA CHOTO, Emilys Germania. "Diseño de un sistema de tratamiento de lixiviados para la celda emergente de residuos sólidos del Municipio de Pastaza.". En: Accepted: 2019-05-02T14:27:39Z [en línea], 2018, [Consulta: 12 septiembre 2022]. Disponible en: <http://dspace.esoch.edu.ec/handle/123456789/10550>.

NORMA AMBIENTAL ECUATORIANA - DESECHOS. (1999). *Norma de calidad ambiental para el manejo y disposición final de desechos sólidos no peligrosos*. Recuperado de: http://www.efficacitas.com/efficacitas_es/assets/Anexo%206.pdf.

PAEZ, Mery Yanet Pinilla., 2015. *Propuesta de educación ambiental que pueda contribuir al manejo adecuado de los residuos sólidos domiciliarios en el sector urbano del municipio de Raquira – boyaca* [en línea]. 2015. S.l.: s.n. Disponible en: https://ridum.umanizales.edu.co/xmlui/bitstream/handle/20.500.12746/2109/Mery%20Pinilla_Residuos%20S%C3%B3lidos.pdf?sequence=1.

PARADA PEREA, José Vicente. & ESCALANTE MARADIAGO, Luis Antonio., La recolección lateral como alternativa para la optimización del proceso de recolección de residuos sólidos en la ciudad de Barranquilla [en línea]. Ediciones Universidad Simón Bolívar, S.l.: 2020. [Consulta: 11 septiembre 2022]. Disponible en: <https://bonga.unisimon.edu.co/handle/20.500.12442/5677>.

PINZÓN TORRES, Javier Alberto. "Recuperación, caracterización y pesaje de residuos sólidos en un área expuesta de la finca «Suratoque», barrio García Echeverry, sector La Cumbre, Floridablanca y determinación del potencial económico de los materiales recuperables". En: Accepted: 2021-08-04T20:35:31Z [en línea], 2021, [Consulta: 12 septiembre 2022]. pp. 247-256., Disponible en: <http://repositorio.uts.edu.co:8080/xmlui/handle/123456789/7138>

PROCEL SILVA, Andrea Zoraida. Diseño de un Sistema de Manejo Integral de Residuos Sólidos Urbanos para la Parroquia de San Juan del Cantón Riobamba. [en línea]. ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO, S.L.: 2014. [Consulta: 11 septiembre 2022]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/3645>.

RONDÓN TORO, Estefani. et al., 2016. *Guía general para la gestión de residuos sólidos domiciliarios* [en línea]. 1 julio 2016. S.l.: s.n. [Consulta: 11 septiembre 2022]. p. 44 ., Disponible en: <https://repositorio.cepal.org/handle/11362/40407>.

SANTILLÁN YAMBAY, Verónica de los Ángeles. Caracterización de residuos sólidos y propuesta técnica para transporte y rutas de recolección en la Parroquia San Luis, Cantón Riobamba [en línea]. Universidad Nacional de Chimborazo, 2019., S.l.: 2019. [Consulta: 12 septiembre 2022]. pp. 161-170., Disponible en: <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/5572>.

SEGURA, T. et al. "Referentes mundiales en sistemas de gestión de residuos sólidos". *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 1975, vol. 67, no 1, pp. 338-344., ISSN 0006-291X. DOI 10.1016/0006-291x(75)90321-6.

SOLÍZ TORRE, María Fernanda. "Ecología política y geografía crítica de la basura en el Ecuador". *Letras Verdes. Revista Latinoamericana de Estudios Socioambientales* [en línea], 2015, vol. 17, [Consulta: 11 septiembre 2022]. p.12-14., ISSN 13906631. DOI 10.17141/letrasverdes.17.2015.1259. Disponible en: <http://revistas.flacsoandes.edu.ec/letrasverdes/article/view/1259>.

TOLEDO GARCÍA, María Fernanda. "Plan para implementación de centros de recuperación de rsu aprovechables, en la ciudad de El Guabo, provincia de El Oro". En: Accepted: 2021-10-18T17:59:30Z [en línea], 2021, [Consulta: 12 septiembre 2022]. Disponible en: <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/17843>.

TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACIÓN SECUNDARIA DEL MINISTERIO DEL AMBIENTE (TULSMA). (2015). *Normas de Calidad Ambiental*. Recuperado de: <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/ecu112185.pdf>

URDANETA G., Joheni A. & SÁEZ, Alejandrina. "Manejo de residuos sólidos en América Latina y el Caribe". *Omnia*, 2014, vol. 20, no 3, pp. 121-135., ISSN 1315-8856. Redalyc

VÁSQUEZ ACOSTA, Antonio. "Diagnóstico para la implementación de un sistema de manejo y gestión integral de residuos sólidos en la Facultad de Agronomía (UNAP), región Loreto". En: Accepted: 2016-09-24T01:44:14Z, *Universidad Nacional de la Amazonía Peruana* [en línea], 2010, [Consulta: 11 septiembre 2022]. Disponible en: <https://repositorio.unapikitos.edu.pe/handle/20.500.12737/2917>.

VEGA MACIAS, Leda. et al. "Manejo de residuos sólidos y reciclaje como estrategia de emprendimiento para estudiantes de la Institución Educativa Distrital Algarrobo". En: Accepted: 2019-01-23T20:58:15Z, *CULTURA EDUCACIÓN Y SOCIEDAD* [en línea], 2018, [Consulta: 12 septiembre 2022]. pp. 398-423., ISSN 2389-7724. DOI 10.17981/cultedusoc.9.3.2018.98. Disponible en: <http://hdl.handle.net/11323/2156>.

WESTREICHER, Guillermo., 2020. "Optimización". *Economipedia* [en línea]. [Consulta: 11 septiembre 2022]. Disponible en: <https://economipedia.com/definiciones/optimizacion.html>.

ZEMANATE, Mellizo. & FREDY, Jonh. "Actualización del plan de gestión integral de residuos generados en la atención en salud y otras actividades PGIRASA de la IPS Clínica La estancia SA en la ciudad de Popayán.". En: Accepted: 2021-10-09T15:25:15Z [en línea], 2021, [Consulta: 11 septiembre 2022]. Disponible en: <http://repository.unad.edu.co/handle/10596/42584>.



epoch

Dirección de Bibliotecas y
Recursos del Aprendizaje

UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS Y ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO Y
DOCUMENTAL

REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA

Fecha de entrega: 17 / 11 / 2022

INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)

Nombres – Apellidos: Maria Gabriela Moreno Satan

INFORMACIÓN INSTITUCIONAL

Facultad: Ciencias

Carrera: Ingeniería en Biotecnología Ambiental

Título a optar: Ingeniera en Biotecnología Ambiental

f. Analista de Biblioteca responsable: Ing. Leonardo Medina Ñuste MSc.

1969-DBRA-UTP-2022