

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO



FACULTAD DE INGENIERÍA CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Proyecto de Investigación previo a la obtención del título de Ingeniero Ambiental

TRABAJO DE TITULACIÓN

“EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE RECOLECCIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS
URBANOS DEL CANTÓN RIOBAMBA MEDIANTE EL USO DE HERRAMIENTAS
SIG PARA LA MEJORA DEL MODELO DE GESTIÓN”

Autora:

KAREN GABRIELA SANTACRUZ RODAS

Tutor:

MsC. MARCEL PAREDES

**Riobamba – Ecuador
2021**

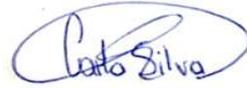
CERTIFICACION DEL TRIBUNAL

Los miembros del Tribunal de Graduación del proyecto de investigación de tema: **“EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE RECOLECCIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS DEL CANTÓN RIOBAMBA MEDIANTE EL USO DE HERRAMIENTAS SIG PARA LA MEJORA DEL MODELO DE GESTIÓN”**, presentado por: Karen Gabriela Santacruz Rodas y dirigido por el: MsC. Marcel Paredes.

Una vez escuchada la defensa oral y revisado el informe final del proyecto de investigación con fines de graduación, se constató el cumplimiento de las observaciones realizadas y se remite la presente para uso y custodia en la biblioteca de la Universidad Nacional de Chimborazo. Para constancia de lo expuesto firman:

MsC. Carla Silva

Presidente de Tribunal



.....
Firma

MsC. Marcel Paredes

Tutora del Proyecto



.....
Firma

Dra. Julia Calahorrano

Miembro del Tribunal



.....
Firma

MsC. Patricio Santillán

Miembro del Tribunal



.....
Firma

DECLARACIÓN EXPRESA DE TUTORÍA

Certifico que el presente trabajo de investigación previo a la obtención del Grado de **INGENIERA AMBIENTAL**. Con el Tema: **“EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE RECOLECCIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS DEL CANTÓN RIOBAMBA MEDIANTE EL USO DE HERRAMIENTAS SIG PARA LA MEJORA DEL MODELO DE GESTIÓN”**, ha sido elaborado por Karen Gabriela Santacruz Rodas, el mismo que ha sido revisado y analizado en un cien por ciento con el asesoramiento permanente de mi persona en calidad de Tutor, por lo que se encuentra apto para su presentación y defensa respectiva.

Es todo cuanto puedo informar en honor a la verdad.



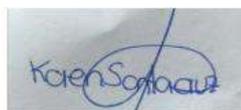
.....
MsC. Marcel Paredes

Tutor del Proyecto

AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN

Yo, **KAREN GABRIELA SANTACRUZ RODAS**, con cédula de identidad N° 060455397-4; hago constar que soy la autora del presente trabajo de investigación, titulada: **“EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE RECOLECCIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS DEL CANTÓN RIOBAMBA MEDIANTE EL USO DE HERRAMIENTAS SIG PARA LA MEJORA DEL MODELO DE GESTIÓN”**, el cual constituye una elaboración, dirigida por el Tutor del Proyecto, MsC. Marcel Paredes.

En tal sentido, manifiesto la originalidad de la Conceptualización del trabajo, interpretación de datos y la elaboración de las conclusiones, con el aporte de varios autores que se han referenciado debidamente en el texto del documento.

A rectangular box containing a handwritten signature in blue ink. The signature reads "Karen Santacruz" with a stylized flourish over the name.

Karen Gabriela Santacruz Rodas

CI. 0604553974

AGRADECIMIENTO

Me gustaría agradecer en estas líneas la ayuda que muchas personas y colegas me han prestado durante el proceso de investigación y redacción de este trabajo. En primer lugar, quisiera agradecer a mis padres que me han ayudado y apoyado en todo mi producto, a mi tutor, Ing. Marcel Paredes, por haberme orientado en todos los momentos que necesité sus consejos.

A todos mis amigos, compañeros y futuros colegas que me ayudaron de una manera desinteresada, gracias infinitas por toda su ayuda y buena voluntad.

Karen Gabriela Santacruz Rodas

DEDICATORIA

El presente trabajo investigativo lo dedicó principalmente a Dios, por ser el inspirador y darme fuerza para continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados.

A mis padres, por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años, gracias a ustedes he logrado llegar hasta aquí y convertirme en lo que soy. A mi hija Ana Francisca por su paciencia y ternura, gracias por ser el motor que me impulsa cada día, y la fuente de inspiración de mi vida.

A mis hermanas por estar siempre presentes, acompañándome y por el apoyo moral, que me brindaron a lo largo de esta etapa en nuestras vidas. A mis abuelitos que con sus consejos me han brindado el aliento. A mis tías Sonia y Paty que son mis segundas madres y las personas que me han apoyado y han permitido que mis actividades se realicen con éxito.

A todas las personas que nos han apoyado y han hecho que el trabajo se realice con éxito en especial a aquellos que nos abrieron las puertas y compartieron sus conocimientos.

Karen Gabriela Santacruz Rodas

LISTA DE SIGLAS Y ABREVIATURAS

RSU: Residuos Sólidos Urbanos.

SIG: Sistemas de Información Geográfica.

GPS: Sistema de Posicionamiento Global

EPP: Equipo de Protección Personal

R: Ruta

GADM: Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal.

MAAE: Ministerio de Ambiente y Agua del Ecuador.

ÍNDICE GENERAL

CERTIFICACION DEL TRIBUNAL	ii
DECLARACIÓN EXPRESA DE TUTORÍA	iii
AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN	iv
AGRADECIMIENTO.....	v
DEDICATORIA	vi
LISTA DE SIGLAS Y ABREVIATURAS	vii
ÍNDICE DE TABLAS	x
ÍNDICE DE FIGURAS	xi
RESUMEN	xii
ABSTRACT	xiii
INTRODUCCIÓN.....	1
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
OBJETIVOS	3
1. Objetivo general	3
2. Objetivos específicos	3
ESTADO DEL ARTE	4
1. Residuos sólidos urbanos.....	4
2. Generación de residuos sólidos urbanos	4
3. Clasificación de los desechos sólidos.....	4
4. Gestión integral de los residuos sólidos urbanos.....	5
4.1. Etapas del sistema de gestión integral de residuos sólidos	6
5. Residuos sólidos urbanos.....	7
6. Sistema de contenerización.....	7
6.1. Contenedores	8
6.2. Vehículos recolectores de basura.....	8
6.3. Vehículos lava contenedores.....	8
7. Sistema de recolección de desechos sólidos urbanos.....	9
7.1. Recolección.....	9
7.2. Fases del sistema de recolección.....	9
8. Transporte de residuos sólidos.....	9
9. Diseño de rutas de recolección	9
10. Implementación del problema de enrutamiento de los camiones recolectores de residuos sólidos	10
11. Problemas de ruteo	10
12. Requisitos para el establecimiento de rutas.....	10
13. Frecuencia de recolección.....	11
14. Responsabilidad de las municipalidades.....	11
15. Marco legal	11
16. Sistemas de Información Geográfica.....	13
16.1. Network Analyst.....	14

MARCO METODOLÓGICO	15
1. Área de estudio	15
2. Diagnóstico del sistema actual de residuos sólido urbanos	16
3. Puntos de muestreo	16
4. Recolección de la muestra	16
5. Análisis de tiempos y movimientos de las rutas de recolección del área de estudio	16
6. Mapeo de las rutas de recolección de residuos sólidos urbanos	17
7. Optimización socioambiental de la gestión de residuos.....	18
8. Análisis estadístico	18
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	19
1. Diagnóstico del sistema actual de recolección de residuos sólidos urbanos con información primaria y secundaria	19
1.1. Organigrama	19
1.2. Ubicación de los contenedores	19
1.3. Recursos que dispone el GADM del cantón Riobamba para la Gestión Integral de los Residuos Sólidos (GIRS)	20
1.4. Cobertura del servicio de recolección de basura en el cantón Riobamba	21
1.5. Rutas de recolección de basura.....	21
1.6. Sistema de contenerización en el cantón Riobamba	27
1.6.1. Georreferenciación de contenedores	27
1.7. Cobertura del monitoreo de rutas	28
1.8. Mantenimiento de los contenedores	30
2. Rediseño de las rutas de recolección de residuos sólidos urbanos mediante herramientas SIG	30
2.1. Comparación de las rutas de recolección de residuos sólidos urbanos.....	38
3. Optimización socioambiental de la gestión de residuos a recolectar.....	39
3.1. Programa de contingencias	40
3.2. Programa de capacitación	42
3.3. Programa de seguridad y salud ocupacional.....	42
3.3.1. Actividades del Programa	42
3.3.2. Equipos de protección personal	43
3.3.3. Pictogramas	43
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	44
BIBLIOGRAFÍA	46
ANEXOS	48

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Resumen de la Normativa vigente.....	12
Tabla 2. Recolección de desechos sólidos urbanos GADM-Riobamba.	17
Tabla 3. Talento humano.	20
Tabla 4. Flota vehicular.	20
Tabla 5. Maquinaria.....	21
Tabla 6. Sistema de recolección de carga lateral Ruta 1.	22
Tabla 7. Sistema de recolección de carga lateral Ruta 2.	23
Tabla 8. Sistema de recolección de carga lateral Ruta 3.	23
Tabla 9. Sistema de recolección de carga lateral Ruta 4.	24
Tabla 10. Sistema de recolección de carga lateral Ruta 5.	24
Tabla 11. Sistema de recolección de carga lateral Ruta 6.	25
Tabla 12. Sistema de recolección de carga lateral Ruta 7.	26
Tabla 13. Rutas y frecuencias del sistema de recolección.....	29
Tabla 14. Rutas y viajes al Porlon del sistema de recolección.	29
Tabla 15. Rutas actuales y optimizadas del sistema de recolección.....	32
Tabla 16. Identificación vulnerabilidades.....	40

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Área de estudio, casco urbano de la ciudad de Riobamba.	15
Figura 2. Organigrama Dirección de Gestión Ambiental del GADM Riobamba.	19
Figura 3. Sistema de recolección de carga lateral Ruta 1.	22
Figura 4. Sistema de recolección de carga lateral Ruta 2 y 3.	23
Figura 5. Sistema de recolección de carga lateral Ruta 4.	24
Figura 6. Sistema de recolección de carga lateral Ruta 5.	25
Figura 7. Sistema de recolección de carga lateral Ruta 6.	26
Figura 8. Sistema de recolección de carga lateral Ruta 7.	27
Figura 9. Sistema de contenerización del cantón Riobamba.	28
Figura 10. Rutas de recolección de residuos sólidos optimizadas.	31
Figura 11. Ruta 1 de recolección de residuos sólidos optimizada.	32
Figura 12. Ruta 2 de recolección de residuos sólidos optimizada.	33
Figura 13. Ruta 3 de recolección de residuos sólidos optimizada.	34
Figura 14. Ruta 4 de recolección de residuos sólidos optimizada.	35
Figura 15. Ruta 5 de recolección de residuos sólidos optimizada.	36
Figura 16. Ruta 6 de recolección de residuos sólidos optimizada.	37
Figura 17. Ruta 7 de recolección de residuos sólidos optimizada.	38
Figura 18. Longitud de las ruta actuales y optimizadas del sistema de recolección de RSU.	38
Figura 19. Tiempo en horas de las ruta actuales y optimizadas del sistema de recolección de RSU.	39

RESUMEN

Los Residuos Sólidos Urbanos (RSU), son considerados como una de las problemáticas más significativas dentro de un territorio y pueden variar según su origen y composición. El objetivo de la presente investigación fue evaluar el sistema de recolección de residuos sólidos urbanos del cantón Riobamba mediante el uso de herramientas SIG para la mejora del modelo de gestión. Para realizar el rediseño de rutas de recolección se utilizó análisis de redes en el software ArcGis 10.x. a través de la extensión Network Analyst, el mismo permitió optimizar las rutas actuales realizando la simulación de nuevas rutas de recolección permitiendo reducir la distancia total requerida para la recolección como también el tiempo empleado en la recolección. La diferencia entre las rutas actuales y simuladas se evidencia en la optimización del 40% de kilómetros lineales menos de recorrido, reduciendo así el gasto diario de combustible, logrando la disminución de gases contaminantes. Es así, que con el rediseño, se optimizó las rutas de recolección en distancia total y tiempo empleado, demostrando que la utilización de software de sistemas de información geográfico tiene una gran ventaja permitiendo realizar simulaciones acorde a los cambios que ocurren. Los mapas de las rutas optimizadas resultan una herramienta útil para la toma de decisiones, ya que accederán a una mejor gestión y un uso racional del sistema de recolección de RSU de la ciudad de Riobamba.

Palabras clave: Contenerización, Residuos sólidos urbanos, Rutas de recolección, Sistemas de Información Geográfica.

ABSTRACT

Solid Urban Waste (MSW) is considered one of the most significant problems within a territory and can vary according to its origin and composition. The objective of this research was to evaluate the urban solid waste collection system of the Riobamba canton through the use of GIS tools to improve the management model. Network analysis was used in ArcGis 10.x software to redesign the collection routes. Through the Network Analyst extension, it enabled optimizing the current routes by simulating new collection routes, permitting to reduce the total distance required for collection as well as the time spent in the collection. The difference between the current and simulated routes is evidenced in the optimization of 40% fewer linear kilometers traveled, thus reducing daily fuel consumption, thus reducing polluting gases. With this redesign proposal, the routes are optimized in time and total travel distance, also demonstrating that the application of this software has a great advantage since it permits simulations according to population growth. The maps of the optimized routes are a useful tool for decision-making, as they will provide better management and rational use of the MSW collection system in the city of Riobamba.

Keywords: *Containerization, Urban Solid Waste, Collection Routes, Geographic, Information Systems.*

Reviewed by:

Mgs. Lorena Solís Viteri

ENGLISH PROFESSOR

c.c. 0603356783

INTRODUCCIÓN

El actual crecimiento de la población en las ciudades está estrechamente ligado al incremento de residuos sólidos urbanos (RSU) (Araiza et al., 2017). En la ciudad de Riobamba el manejo de los RSU se convirtió en un desafío importante y a su vez un reto para los encargados de brindar el servicio de recolección de RSU. Para compensar estos inconvenientes el GADM de Riobamba, decidió implementar contenedores de residuos sólidos previo un estudio de ubicación (Díaz & Pilataxi, 2018).

Todo esto obedece a la implementación del Código Orgánico de Organización Territorial Autonomía y Descentralización (COOTAD), el mismo que ratifica la responsabilidad sobre la gestión de los RSU a los municipios y lo menciona en los artículos 55, 137 y 274 de este marco legal (COOTAD, 2014). Así mismo el crecimiento acelerado de la población de la ciudad de Riobamba en los últimos años, seguido del proceso de industrialización, incrementó la generación de RSU, lo que ocasionó una ineficiencia en la recolección de estos residuos; problema que ha persistido durante años anteriores.

Para mejorar el servicio de recolección el GADM de Riobamba implemento un nuevo sistema de recolección a través de contenedores (recolección de carga lateral). En este sistema de recolección, los vehículos recolectores debían transitar por recorridos extensos, empleando así largas jornadas de trabajo, realizando recorridos innecesarios y en muchas ocasiones transitando por el mismo sitio (Díaz & Pilataxi, 2018); todos estos factores contribuyen a que el servicio de recolección de residuos no cumpla con las expectativas esperadas (Díaz & Pilataxi, 2018).

Por ello se requiere una actualización y optimización de las rutas de recolección, como mecanismo de una adecuada recolección de los RSU. La presente investigación está enfocada en contribuir de mejor manera a las operaciones de recolección y gracias a los Sistemas de Información Geográfica (SIG), se implementará un adecuado recorrido de los camiones recolectores, obteniendo así una distancia mínima de recolección; en donde se considere la capacidad de carga, vías, entre otros aspectos relevantes.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Actualmente en la ciudad de Riobamba, la recolección, transporte así como también la disposición final de los residuos constituye un problema ambiental significativo. Es por ello que la Dirección de Gestión Ambiental, Salubridad e Higiene del GADM de Riobamba señala que la cantidad diaria generada de RSU es de alrededor de 200 toneladas, distribuidas de la siguiente manera: 65% de los desechos (basura) es materia orgánica y el 35% es materia inorgánica (Díaz et al., 2018; GADM Riobamba, 2020b). A esto se suma el acelerado crecimiento poblacional y el mal diseño de las rutas de recolección, situación que pone a prueba la capacidad de reacción municipal (Santacruz *et al.*, 2019).

Para dar cumplimiento al servicio de recolección los vehículos recolectores recorren grandes distancias, por lo que el tiempo de trabajo aumenta, en especial cuando pasa varias veces por el mismo punto o pasa por zonas innecesarias. Es así, que tanto la capacidad de los carros recolectores, las distancias empleadas, el crecimiento poblacional y el diseño inadecuado de las rutas, contribuye a que el servicio de recolección no cumpla con las expectativas planeadas (GADM Riobamba, 2013).

Por ello la presente investigación está enfocada en contribuir de mejor manera a las operaciones de recolección de RSU, mediante un rediseño de las rutas. Para ello se utilizará herramientas SIG, las cuales se caracterizan por buscar un adecuado recorrido de los camiones recolectores, minimizando la distancia de recogida y garantizando que se transite por todos los puntos de recolección en la zona de estudio.

OBJETIVOS

1. Objetivo general

Evaluar el sistema de recolección de residuos sólidos urbanos del cantón Riobamba mediante el uso de herramientas SIG para la mejora del modelo de gestión.

2. Objetivos específicos

- Diagnosticar el sistema actual de recolección de residuos sólidos urbanos con información primaria y secundaria.
- Rediseñar las rutas de recolección de residuos sólidos urbanos mediante herramientas SIG.
- Proponer una optimización socioambiental de la gestión de residuos a recolectar.

ESTADO DEL ARTE

1. Residuos sólidos urbanos

En cuanto a la definición conceptual propuesto por el Texto Único de Legislación Secundaria Medio Ambiental (TULSMA), un residuo sólido es cualquier objeto, sustancia o elemento sólido que no posee características de peligrosidad, este es resultantes de actividades de consumo o utilización de un bien, en actividades domésticas, industriales, comerciales, institucionales o también de servicios; este que no tiene valor para el generador, pudiendo ser susceptible de aprovechamiento y transformación en un nuevo bien (CNC, 2019). Hoy en día son considerados como una de las problemáticas más significativas dentro de un territorio y pueden variar según su origen y composición; por ello su manejo en la etapa final permitirá disminuir el impacto ambiental (Eguizábal, 2017).

2. Generación de residuos sólidos urbanos

A nivel mundial, los residuos sólidos urbanos (RSU) son los causantes de impactos ambientales negativos debido a su incremento; esto también está relacionado con los procesos de transformación industrial, agroalimentarios y a los hábitos de consumo de las personas. Para alcanzar un manejo adecuado de los RSU es preciso lograr un nivel de flexibilidad según las condiciones de cada lugar, conociendo que el éxito de la misma está dado por minimizar el tiempo que los residuales permanezcan sin recolectar, transportar y tratados, con el menor costo posible. El manejo de los RSU, es una de las responsabilidades más grandes que enfrentan las áreas urbanas; independientemente de su extensión, constituye una de las principales problemáticas que las autoridades locales tienen que resolver (Cárdenas *et al.*, 2019).

3. Clasificación de los desechos sólidos

Los Residuos Sólidos Urbanos (RSU) por su composición son:

- a. **Orgánicos:** Son los más comunes provienen de la elaboración de comidas (huesos, cáscaras, restos de fruta y verdura) y se descomponen rápidamente dando origen a la proliferación bacteriana. Además, atraen a roedores, insectos y animales domésticos que, se convierten en vectores de enfermedades.

- b. Inorgánicos:** Son aquellos que no pueden mezclarse con la naturaleza luego de cumplir su utilidad (plástico, papel, vidrio, metal y textil).
- c. Peligrosos:** Son generados por hospitales, industrias o plantas nucleares, que dañan al ambiente y a los seres vivos. Se consideran peligrosos porque no es posible la regeneración del medio que dañan, por su alta contaminación. Ej. plaguicidas, baterías de autos, metales pesados, cloro e hidrocarburos, aceites quemados.
- d. Inertes:** Son los desechos que no sufren una transformación química, física o biológica, ya que no se mezclan con ningún otro componente. Entre estos se encuentran: los restos de ripio de una construcción, tierra, ladrillos y blocks.

Clasificación de los RSU según su origen:

- a. Desechos sólidos domiciliarios:** Son generados en áreas rurales y urbanas, abarcan los residuos sólidos orgánicos e inorgánicos. Algunas veces pueden presentarse desechos peligrosos como: medicina vencida, pesticidas de jardinería, pintura, aerosoles, baterías y lámparas fluorescentes (Eguizábal, 2017).
- b. Desechos sólidos industriales:** Generados por la industria de tamaño ligero y pesado, varían mucho dependiendo del tipo de producción (alimentos, productos de limpieza, fundición de acero, extracción de petróleo, etc.) (Eguizábal, 2017).
- c. Desechos sólidos hospitalarios:** Son los producidos por los servicios de salud como: hospitales, laboratorios, bancos de sangre, farmacias, clínicas odontológicas, etc., (Eguizábal, 2017).
- d. Desechos sólidos comerciales:** Son originados en el área urbana y muy similares a los residuos domiciliarios como: tiendas, centros comerciales, hoteles, supermercados y restaurantes (Eguizábal, 2017).
- e. Desechos sólidos de construcción:** Son desechos provenientes de las construcciones que generan escombros, los cuales pueden aprovecharse y no presentan un gran impacto al ambiente por ser considerados un desecho inerte (Eguizábal, 2017).

4. Gestión integral de los residuos sólidos urbanos

La mala gestión integral de los residuos sólidos urbanos es un problema que enfrenta la sociedad actual. Esto obedece al crecimiento poblacional e involucra varios niveles de

operación: manejo y almacenamiento de los residuos dentro de la institución generadora, recolección, transporte y tratamiento definitivo de los mismos. Este proceso de gestión es un conjunto de actividades que involucra un proceso de acciones para el manejo de los RSU con el fin de preservar el ambiente así como también la calidad de vida de las personas. Por lo tanto, gestionar los RSU de una manera integral significa manejar correctamente desde la generación hasta la disposición final, utilizando tecnologías compatibles con la realidad local, dándoles un destino final ambientalmente seguro, tanto en el presente como en el futuro (García, 2018).

En el caso de Ecuador la gestión integral de residuos es una competencia exclusiva de los gobiernos autónomos descentralizados municipales tal como lo establece la Constitución y el Cootad. Además, dicha gestión se apoya en los lineamientos emitidos por el Ministerio de Ambiente y Agua (MAAE), como Autoridad Ambiental Nacional (CNC, 2019).

En cuanto a la disposición de los RSU, el 43% de GAD's que corresponde a 96 municipios, colocaron los RSU en rellenos sanitarios; el 36% correspondiente a 79 GADM, lo hicieron en botaderos; y, el 21% que corresponde a 46 GADM, dispusieron los RSU en celdas emergentes. En promedio se recolectaron 12.897,98 ton/día, donde 11.641,94 (90,3%), se recogieron de manera no diferenciada y 1.256,04 (9,7%), de forma diferenciada. Es importante indicar que en nuestro país existen 72 rellenos sanitarios, de los cuales 45 poseen licencia ambiental, 11 no la poseen y 16 están en trámite según los Registros de Información Ambiental Económica (CNC, 2019).

Sin embargo, vale la pena recalcar que el Ministerio de Ambiente y Agua del Ecuador (MAAE) exhibe datos evolutivos de manera periódica a través del Programa Nacional para la Gestión Integral de Desecho sólidos (PNGIDS), en donde para el año 2012, 44 GAD Municipales disponían adecuadamente sus residuos. Así mismo para el año 2017, este servicio se incrementó a 117 GAD, los cuales ya gestionan de mejor manera los RSU (rellenos sanitarios o celdas emergentes), es decir el 53 % de los GADM de nuestro país disponen sus RSU tal como lo establece la normativa ambiental vigente (CNC, 2019).

4.1. Etapas del sistema de gestión integral de residuos sólidos

Las etapas del sistema de gestión integral de residuos sólidos esta constituida por 7 etapas: (1) generación, (2) disposición inicial, (3) recolección, (4) transporte, (5) transferencia, (6) tratamiento y (7) disposición final. La implementación de un buen sistema de gestión integral

de RSU analiza el cumplimiento o no de cada una de las etapas pre establecidas. Por lo tanto, si llegase a faltar una de estas, se deberá incorporar una nueva con la finalidad de fortalecer dicho sistema. También es parte de los GAD's, incentivar a la población para que formen parte de dicho sistema y se trabaje eficientemente en las etapas que le corresponda (Timm, 2013).

5. Residuos sólidos urbanos

Los residuos o desechos sólidos es el material generado en los procesos de extracción, beneficio, transformación, producción, consumo, utilización, control o tratamiento, cuya calidad no permite usarlo nuevamente en el proceso que lo generó; puede ser cualquier sustancia o mezcla de sustancias en estado sólido, líquido o gaseoso al que se le debe aplicar un método de eliminación o deposición final, puede ser peligroso o no peligroso (García *et al.*, 2019).

6. Sistema de contenerización

Es un sistema de recolección de RSU mediante contenedores de hasta 3200 litros de capacidad, los mismos que están ubicados estratégicamente en la vía pública, lo que le convierte en un procedimiento muy eficaz. La recolección de los RSU es mediante vehículos recolectores de carga lateral, el cual levanta el contenedor hasta la parte superior donde es vaciado su contenido y compactado en su interior. Es decir, este sistema depende netamente de las personas, por lo que se recomienda colocar sus residuos en fundas plásticas debidamente selladas y depositadas al interior del contenedor (GADM Riobamba, 2020b).

Una vez terminado la ruta de recolección o llenado antes de su recorrido este es trasladado al botadero de basura de la ciudad de Riobamba para su respectiva clasificación. Es importante indicar que los contenedores luego de ser vaciados, otro vehículo especializado lava cada uno de ellos dejándolos listos para sus posteriores cargas. (Santacruz *et al.*, 2019).

El sistema de contenerización tiene características muy importantes como:

- Los contenedores de residuos son estáticos.
- El vehículo recolector realiza su trabajo solamente por la derecha de los contenedores.
- Los residuos deben mantenerse dentro del contenedor.

- No pueden existir obstáculos (vehículos parqueados) frente al contenedor al momento de recoger el camión.

Con este tipo de especificaciones el sistema de contenedores tiene ciertas ventajas como:

- Mejoramiento del ambiente, calidad de vida de la colectividad y mejores condiciones de trabajo para los operarios del sistema.
- Disminución de ruido.
- Sistema mecanizado y automatizado.
- Disminución de olores y molestias (contenedores dotados de cierre hermético).
- Aceptación de la colectividad.
- Se elimina los antiguos horarios establecidos para sacar los desechos.

6.1. Contenedores

Para que el sistema de contenerización funcione de forma periódica, estos deben ser de gran capacidad y deben estar elaborados de material resistente, al punto de que soporte el peso de los RSU como: madera, metales o desechos muy grandes de gran peso, entre otros. Existen diversos contenedores para almacenamiento de residuos, se debe tomar especial atención a la capacidad de almacenamiento así como también el material con el que están contruidos (GADM Riobamba, 2013).

6.2. Vehículos recolectores de basura

La capacidad del vehículo recolector varia de 17 m³ o 25 m³; su carga es de tipo lateral y la manipulación es de una solo persona, de forma automática sin la necesidad de bajarse del mismo. Esto gracias a que en la cabina posee un cuadro de mando con el cual el conductor se ayuda para operar las diferentes funciones de recogida y compactación. La visualización también es controlada por las 6 a 8 cámaras que están ubicadas estratégicamente en todo el vehículo (Santacruz *et al.*, 2019).

6.3. Vehículos lava contenedores

Este tipo de vehículos cuentan con un equipo especial y automatizado dentro de ellos, además cuenta con un elevador que carga los recipientes y los lava con agua a presión que permite desprender los residuos que quedan dentro de ellos. Para poder limpiar de manera

efectiva los recipientes, cuentan con una cisterna (cámara de lavado) dividida en dos partes: (a) una con agua limpia para la operación y (b) otra para el agua sucia remanente del lavado (Santacruz *et al.*, 2019).

7. Sistema de recolección de desechos sólidos urbanos

7.1. Recolección

Acción de recoger los residuos para transferirlos mediante un medio de locomoción apropiado, y luego continuar su posterior manejo, en forma sanitaria, segura y adecuada (Caján, 2018).

7.2. Fases del sistema de recolección

En esta fase los RSU son recolectados para finalmente transportarlos a su disposición final, es importante saber atender las necesidades de la población con el objetivo de disminuir las molestias ocasionadas en la población beneficiadas del servicio. (Cusco & Picón, 2015).

El sistema de recolección de RSU comprende las siguientes fases:

Fase 1: Generación de RSU y disposición en contenedores.

Fase 2: Recogida y transporte de RSU desde los contenedores hacia el vehículo recolector.

Fase 3: Recolección de RSU.

Fase 4: Asignación de ruta.

Fase 5: Transporte de residuos a disposición final.

8. Transporte de residuos sólidos

El transporte de residuos sólidos transferidos desde vehículos de recogida a una instalación o lugar de vertido para un procesamiento o acción adicional (Caján, 2018).

9. Diseño de rutas de recolección

Un buen diseño de las rutas de recolección, garantiza que los RSU sean recogidos adecuadamente, por ello el GAD de Riobamba implementó un sistema de contenerización en el 80%, beneficiando directamente a los moradores de los barrios periféricos de la ciudad. El objetivo de este sistema es recoger todos los RSU generados por la población de

Riobamba para optimizar el tiempo de operación de los vehículos recolectores. Con ello se evitará distancias y tiempos muertos, especialmente en vías de difícil acceso. También permite que las autoridades tomen las mejores decisiones respecto al sistema de recolección pre establecido (Santacruz *et al.*, 2019).

10. Implementación del problema de enrutamiento de los camiones recolectores de residuos sólidos

El problema de enrutamiento de los camiones recolectores de residuos sólidos tiene que ver con la recolección y selección de distintos tipos de residuos al mismo tiempo y de transportarlos hacia los vertederos y rellenos sanitarios para su disposición final. Este proceso contiene básicamente los siguientes elementos: una flota vehicular, paradas, instalaciones de disposición de los residuos, un depósito, y un número de contenedores de residuos que son los puntos de recogida (Herrera *et al.*, 2016).

11. Problemas de ruteo

El problema en las rutas de recolección de residuos, incluye una variedad de razones que contribuyen a la generación de inconvenientes en el proceso; entre estos problemas podemos citar al mal diseño de las rutas de recolección, lo que conlleva a recorrer distancias excesivas y emplear un tiempo prolongado, esto provoca de igual forma que los residuos se acumule en diferentes sitios provocando el descontento en la población beneficiaria del servicio, Es por ello que es un punto primordial el diseño adecuado de las rutas que se seguirán de tal manera que las mismas optimicen los recursos y cumplan con el servicio de recolección de la mejor manera posible (Gelves *et al.*, 2016).

12. Requisitos para el establecimiento de rutas

Los pasos que se deben incluir para el establecimiento de rutas de recolección de residuos son:

1. Preparación de información de partida, mapas temáticos, información secundaria, etc,
2. Análisis de datos colectados y análisis estadístico.
3. Redistribución de posibles nuevas rutas.
4. Validación de nuevas rutas y puesta en marcha de pruebas.
5. Asignación de rutas optimizadas de recolección de RSU.

Para la asignación de rutas optimizadas para recolección de RSU se debe considerar:

Estimar el total de residuos colectados en función a las nuevas rutas establecidas, para esto se usara el volumen efectivo de los carros recolectores los cuales permitirán conocer la cantidad de residuos recolectados por ruta (García, 2018).

13. Frecuencia de recolección

La frecuencia de recolección determina con que periodicidad se realizara la recolección de residuos, para poder determinar esto se evaluara las condiciones de las zonas recolectadas pudiendo pertenecer a zonas comerciales, zonas domiciliarios, áreas industriales, etc.; esto permite elegir si la recolección se realizara de forma diaria o en días alternados (Díaz & Pilataxi, 2018).

14. Responsabilidad de las municipalidades

Los gobiernos locales son los responsables directos dl manejo de los residuos sólidos urbanos, es por ello que la responsabilidad principal de los diferentes municipios es establecer y manejar el sistema de aseo de la ciudad, así como también de correspondiente infraestructura y personal técnico para efectuar dicho servicio. Es común que los GADs municipales tengan ciertas falencias y no dispongan del conocimiento adecuado sobre las técnicas idóneas de manejo de residuos sólidos, provocando que se ocasionen diferentes problemas y descontento en la población (Mejía & Patarón, 2014).

15. Marco legal

La Constitución de la República del Ecuador reconoce el derecho de la población a “vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado. Se declara de interés público la preservación del ambiente la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país y la recuperación de los espacios naturales degradados” (Constitución de la República del Ecuador, 2008). El mismo marco constitucional en su artículo 264 establece como competencia exclusiva de los Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales la prestación de los servicios públicos de agua potable, alcantarillado, depuración de aguas residuales, manejo de desechos sólidos y actividades de saneamiento ambiental (Constitución de la República del Ecuador, 2008).

El Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización- Cootad en su artículo 55 establece las competencias exclusivas de los Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales; tomando especial énfasis el: 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;...” (COOTAD, 2014).

De igual forma, el Cootad artículo 137, en correspondencia con la Constitución, señala que “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...” (COOTAD, 2014).

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), artículo 47 dictamina 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.

Tabla 1. Resumen de la Normativa vigente.

NORMATIVA	ARTÍCULOS	DESCRIPCIÓN
Constitución del Ecuador	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, <i>sumak kawsay</i> .
	264	Es competencia de los gobiernos municipales, prestar los servicios públicos de agua potable, alcantarillado, depuración de aguas residuales, manejo de desechos sólidos, actividades de saneamiento ambiental.
Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización	55	Es competencia exclusiva de los Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales prestar el servicio de desechos Sólidos.
	137	Los Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales ejecutarán 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.

	23	Se designa al Ministerio del Ambiente como Autoridad Ambiental Nacional y le corresponde la rectoría, planificación, regulación y coordinación del Sistema Nacional Descentralizado de Gestión Ambiental.
Código Orgánico Ambiental	27	A los Gobiernos Autónomos Descentralizados Metropolitanos y Municipales en el marco de sus competencias ambientales, exclusivas y concurrentes les corresponde: 6. Elaborar planes, programas y proyectos para los sistemas de recolección, transporte, tratamiento y disposición final de residuos o desechos sólidos; 7. Generar normas y procedimientos para la gestión integral de los residuos y desechos para prevenirlos, aprovecharlos o eliminarlos, según corresponda.
	224 al 234	Título V. - Gestión Integral de Residuos Sólidos Capítulo I. - Disposiciones Generales Capítulo. II - Gestión Integral de Residuos y Desechos no peligrosos.
Texto Unificado de Legislación Secundaria de Medio Ambiente. Acuerdo Ministerial No. 061 reforma	47 – 55 - 57	Libro VI referente a Calidad Ambiental Normas de Calidad Ambiental para el manejo y disposición final de Desechos Sólidos no peligrosos considerada en el Libro VI, Anexo VI. Procesos de cierre técnico y saneamiento de botaderos de los desechos sólidos y viabilidad técnica.
Acuerdos Ministeriales	N° 026 - 142 - 161	Procesos de tratamiento de desechos peligrosos.

Elaborado por: Autor

Fuente: (CNC, 2019).

16. Sistemas de Información Geográfica

Los sistemas de información geográfica (SIG), son un conjunto de herramientas constituidas por hardware, software, datos y usuarios que permiten analizar la información espacial, editar cartografía temática o datos, mapas y presentar los resultados en forma de mapas, etc de tal manera que sean comprensibles para todo observador (Bertero, 2015). Existen diferentes servicios de geolocalización actualmente pudiendo citar a algunos como Google Maps, Bing Mpas, Open Street Maps, entre otros; sin embargo algunos de estos ofrecen un uso de los datos sin la posibilidad de descargar ni manipular la información vectorial que poseen, lo que se convierte en una limitante al momento de requerir realizar análisis espacial con datos vial con su correspondiente direccionalidad (Bertero, 2015).

16.1. Network Analyst

La herramienta Network Analyst es una extensión del software ArcMap; ésta permite realizar diferentes procesos de análisis de redes partiendo de información vectorial correspondiente al fenómeno que se pretende estudiar (ESRI, 2016). Es así, que es posible realizar una optimización de rutas de recolección de residuos sólidos partiendo de un análisis de red, en esta se debe identificar la red vial a utilizarse con la correspondiente direccionalidad, así como también los puntos, sectores o contenedores que harán uso de este servicio. De tal manera, se podrá obtener rutas optimas con distancias minimas entre puntos de recolección, considerando diferentes restricciones como vialidad, altitud, velocidad máxima de recorrido entre otras (ArcGIS Pro, 2020).

MARCO METODOLÓGICO

1. Área de estudio

La presente investigación se realizó en el cantón Riobamba, provincia de Chimborazo, ubicada en las coordenadas $1^{\circ} 41' 46''$ latitud Sur y $0^{\circ} 3' 36''$ longitud Este; con una altitud de 2754 m.s.n.m.

El estudio cubrió la zona urbana de la ciudad de Riobamba, provincia de Chimborazo, conformada por 4 parroquias. El área urbana cuenta con un superficie de 3094,93 ha y una poblacional de 183329 habitantes (GADM Riobamba, 2020b). Es importante indicar que se consideró como área de influencia a las red vial de la ciudad de Riobamba de forma específica a la que se encuentra bajo el sistema de contenerización además se contó con la autorización y apoyo de la Dirección de Gestión Ambiental Salubridad e Higiene del GAD Municipal de la ciudad de Riobamba, el mismo que facilito de información de vital importancia así como también permitió el acceso y toma de datos de monitoreo en las rutas de recolección de RSU.

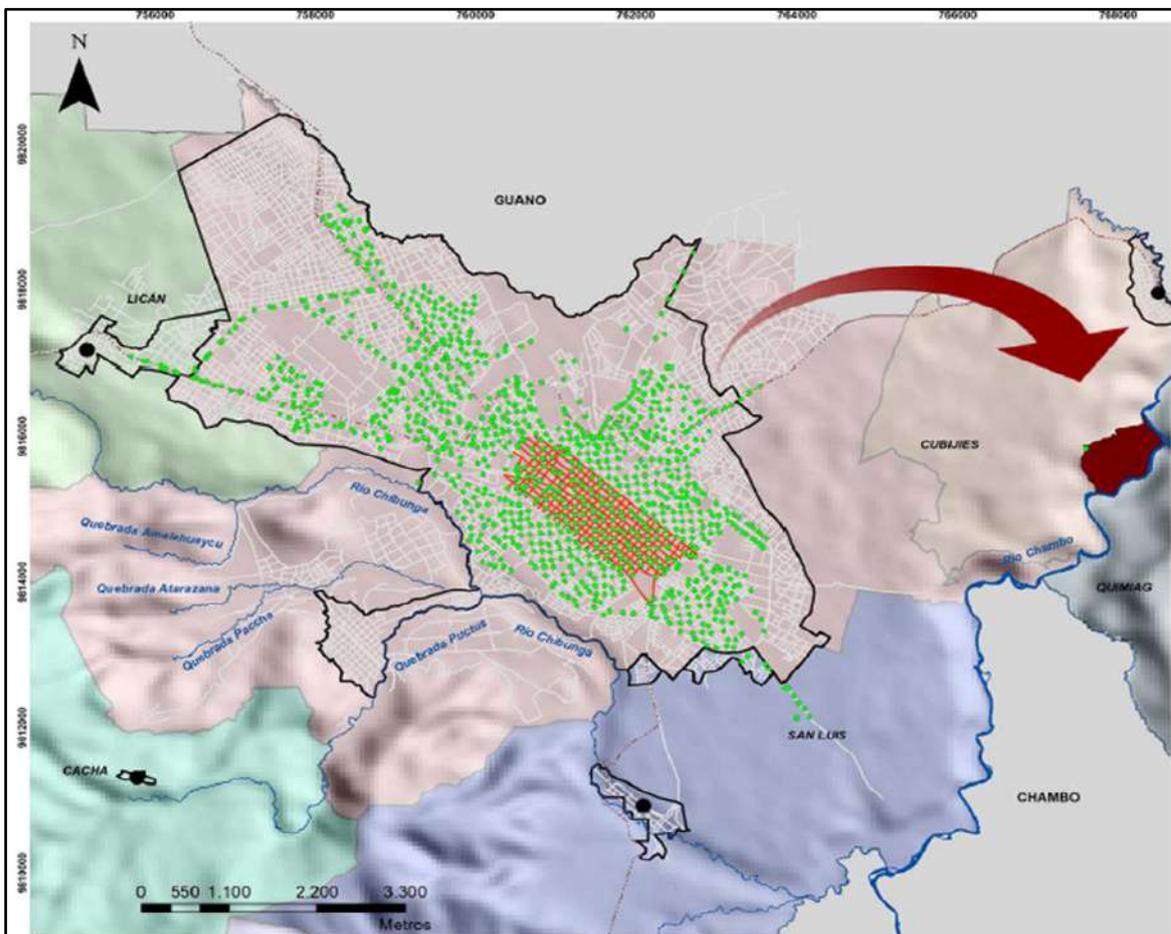


Figura 1. Área de estudio, casco urbano de la ciudad de Riobamba.

Fuente: (GADM Riobamba, 2020b).

2. Diagnóstico del sistema actual de residuos sólido urbanos

La metodología aplicada para la presente actividad fue de tipo investigativa, la cual permitirá verificar, analizar y comentar sobre el sistema de recolección de RSU. Para recopilar la información fue necesario acceder a los archivos como: manuales, libros, publicaciones y proyectos anteriores, que posee la Dirección de Gestión Ambiental, Salubridad e Higiene del GADM de Riobamba, sobre el sistema de recolección. Esto permitió conocer la dinámica sobre el actual sistema de recolección y recomendar cambios para mejorar dicho sistema de recolección.

3. Puntos de muestreo

La ciudad de Riobamba cuenta con 1100 contenedores ubicados en casi toda la ciudad como parte del sistema integral de recolección de desechos sólidos. Estos recipientes tienen una capacidad de 2400 litros y están ubicados en la parte céntrica de la ciudad sirviendo a un 80% de la población urbana, permitiendo receptar y almacenar los desechos de comercios y domicilios a cualquier hora del día. También se cuenta con rutas de barrido manual diario en la parte céntrica de la ciudad que cubre aproximadamente 45,43 km de barrido (GADM Riobamba, 2020b).

- **Georreferenciación de los contenedores:** Para la obtención de los puntos de muestreo, se realizó un recorrido por las rutas de recolección y el sistema de contenerización. Esta actividad fue coordinada con los diferentes operarios de las rutas de recolección. Además, el punto de partida para el monitoreo fueron los talleres del GAD de Riobamba, en donde se almacenan los carros recolectores de carga lateral. La ubicación de cada contenedor fue tomada con un GPS y registrado en el formulario para campo.

4. Recolección de la muestra

- Una vez georreferenciada la población de contenedores y con la ayuda del software ArcGIS 10.x., se elaboró un mapa actualizado de los contenedores (Figura 10).
- Se clasificó los puntos recolectados en campo en función a las rutas actuales de recolección de residuos sólidos.

5. Análisis de tiempos y movimientos de las rutas de recolección del área de estudio

Para el análisis de tiempos y movimientos de rutas de recolección una vez realizado el acompañamiento diario al personal encargado de realizar la recolección por las diferentes

calles de Riobamba, se pudo determinar las rutas actuales con ayuda de un navegador GPS, conociendo cual es el punto de partida de las diferentes rutas que siguen los carros recolectores de carga lateral hasta el punto final en donde termina las rutas asignadas.

La medición de la distancia recorrida también se pudo obtener en base a la marcación del odómetro de cada vehículo recolector a la salida de la bodega y llegada. Para el registro de la información de tiempos y movimientos se utilizó una hoja de campo para cada ruta donde se registró todos los tiempos de las actividades realizadas.

En la tabla 2 se muestra un modelo de registro que permitió recopilar información como: número de camión recolector de la Dirección de Gestión Ambiental Salubridad e Higiene del GADM-Riobamba, marca, año, modelo, tiempos y distancias de recorrido.

Tabla 2. Recolección de desechos sólidos urbanos GADM-Riobamba.

Ruta	Fecha	Hora	Parada y carga	Descarga	Tiempo muerto	km inicial	km final	Distancia (km)	Velocidad (km/h)	Responsable	Marca	Año de fabricación	Calle

6. Mapeo de las rutas de recolección de residuos sólidos urbanos

Para el cumplimiento de este objetivo se utilizó el software ArcMap con su extensión extensión Network Analyst (NA), la misma emplea cartografía vectorial de tipo lineal formando datos de red, esto permite partir del conocimiento de las calles de la ciudad así como también de la direccionalidad que tienen cada una de ellas, para de esta manera poder conocer el sentido de circulación que seguirán las rutas optimizadas producto del análisis.

La metodología que se siguió para cumplir con la optimización de las rutas de recolección tuvo 3 puntos focales. En el primer punto se identificó las rutas actuales realizando un diagnóstico de las mismas, conociendo el número de contenedores recogidas por ruta, el tiempo empleado en la recolección, la ubicación geográfica de cada contenedor y evaluando la efectividad de las rutas monitoreadas; esto permitió tener un punto de partida y trazar un camino para la optimización de las rutas de recolección.

En el segundo punto se utilizó la información recolectada como ubicación geográfica de contenedores, área de influencia de sistema de contenerización e información detallada de la red vial de la ciudad. A partir de esta información fue posible realizar una nueva zonificación

de las rutas de recolección de tal manera, que cada una de estas rutas tenga en lo posible el mismo número de contenedores además se consideró la distancia entre puntos de recolección, tipografía del terreno, acceso a las áreas de recolección, evitar que se traslapen las zonas establecidas entre otros aspectos, de esta forma se utilizó el software SIG para realizar el rediseño de las rutas y obtener rutas optimizadas que reducen significativamente la distancia de las rutas como también el tiempo empleado.

Finalmente como tercer punto se comparó las rutas actuales con las rutas optimizadas producto del análisis de redes y determino las diferentes y mejoras obtenidas.

7. Optimización socioambiental de la gestión de residuos

En esta fase contempla la optimización del sistema de recolección, generando una propuesta para una mayor eficiencia del sistema. También permitió promover el uso de los recursos municipales más eficientes, tanto humanos, económicos y materiales, donde uno de los objetivos fue sugerir la ampliación de la cobertura del servicio de recolección y la optimización de las rutas de recolección.

Además, con la información obtenida durante toda la investigación, se propuso programas que permitirán tener medidas de corrección de acuerdo a las problemáticas y requerimiento que tiene el sistema de contenerización.

Se estableció los siguientes programas para el plan de manejo integral en el cantón Riobamba:

- Programa de Contingencias
- Programa de Capacitación
- Programa de Salud y Seguridad Ocupacional
- Programa de Recolección, Frecuencia y Transporte

8. Análisis estadístico

Para el análisis estadístico se utilizó el software MINITAB V17 (Minitab, 2016), el mismo que permitirá realizar pruebas de normalidad para verificar los supuestos del análisis ANOVA.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1. Diagnóstico del sistema actual de recolección de residuos sólidos urbanos con información primaria y secundaria

1.1. Organigrama

La Gestión Integral de Residuos Sólidos se encuentra bajo la responsabilidad del GADM del cantón Riobamba, bajo la modalidad de Gestión Directa y de acuerdo al siguiente organigrama:

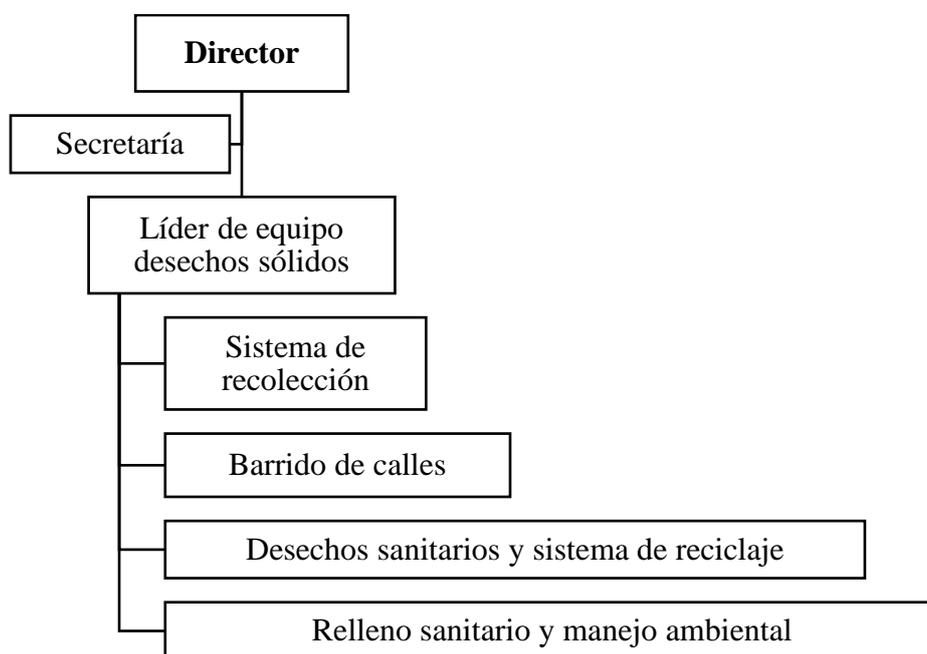


Figura 2. Organigrama Dirección de Gestión Ambiental del GADM Riobamba.

1.2. Ubicación de los contenedores

Para la ubicación de los contenedores se toma en cuenta los siguientes parámetros:

- Accesibles para su recolección desde el costado derecho, en el sentido del tránsito de la vía de circulación vehicular. Esto por cuanto el vehículo recolector posee su sistema de recolección al lado derecho.
- Los contenedores están ubicados en la calzada aproximadamente a unos 10 m, cerca de las esquinas, para evitar que sean maltratados al momento de los virajes de los vehículos;
- La ubicación de los contenedores en la calzada evita obstaculizar la movilidad de las personas, especialmente de aquellas con capacidades especiales.

1.3. Recursos que dispone el GADM del cantón Riobamba para la Gestión Integral de los Residuos Sólidos (GIRS)

Para dar cumplimiento a todas las fases dentro de la gestión integral de residuos sólidos (GIRS), el GADM del cantón Riobamba, hasta el mes de diciembre del 2020, cuenta con los siguientes recursos:

Tabla 3. Talento humano.

Área	Descripción	Cantidad
Personal Técnico	Director	1
	Líder de equipo	1
	Analista	1
	Técnico desechos sanitarios	1
	Inspectores	4
	Asistente	2
Barrido de Calles	Operador de barredora	3
	Sobrestantes	2
	Barrenderos de vías y áreas públicas	36
Recolección	Sobrestante	1
	Choferes de recolectores	26
	Jornaleros de recolección	26
	Choferes	3
Relleno Sanitario	Operadores	4
	Guardianes	4
	Ayudante en celda emergente	1
	Jardineros	3
	Asistente del Relleno Sanitario	1
	Administrador	1
TOTAL		121

Fuente: (GADM Riobamba, 2020a).

En la tabla 4 se muestra el número de vehículos que posee actualmente la GIRS del cantón Riobamba, los cuales son necesarios para la recolección de residuos durante todo el año.

Tabla 4. Flota vehicular.

Tipo de Recolector	Cantidad	Año de fabricación	Capacidad m ³
Recolector de carga lateral marca IVECO	4	2015	22
Recolector de carga lateral marca DAF	2	2013	21
Contenedores metálicos	1100		2.4
Recolectores de carga posterior marca IVECO	4	2016	17
Recolector de carga posterior marca KENWORTH	3	2010	15.3
Recolector de carga posterior marca FLEIGLINER (repotenciado)	2	2002	15.3
Vehículo tipo Roll-Off	1	1996	7
Volquetas	2	2015	8
Vehículos de apoyo	2	2010	4
Furgón de Desechos Hospitalarios	1	2016	

Fuente: (GADM Riobamba, 2020a).

Tabla 5. Maquinaria.

Tipo de Maquinaria	Cantidad	Año de Fabricación
Barredora DULEVO	1	2012
Barredora AUSA 400	1	2017
Barredora AUSA 200	1	2017
Carga Frontal Caterpillar	1	2010
Mini cargadora JCB	1	2016
Tractor Dresser	1	
Tractor Caterpillar	1	

Fuente: (GADM Riobamba, 2020a).

1.4. Cobertura del servicio de recolección de basura en el cantón Riobamba

El cantón Riobamba, provincia de Chimborazo cuenta con un nuevo método de recolección de residuos sólidos, como alternativa al tradicional sistema, pues es más higiénico, sin horarios y con avanzada tecnología que evita malos olores y contaminación. El nuevo sistema posee una cobertura de recolección de residuos sólidos del 98% en el área urbana y del 55% en el área rural (GADM Riobamba, 2020a).

1.5. Rutas de recolección de basura

El GADM de Riobamba brinda el servicio de recolección de basura tanto en la parte urbana como en la parte rural. Es así que para la primera área su recolección es de una frecuencia diaria, mientras que para el área rural su proceso de recolección va de 2 a 3 veces por semana. Además vale la pena indicar que dicho trabajo se realiza mediante dos sistemas de recolección: a) carga lateral a través del sistema de contenedores metálicos y b) carga posterior en sectores periféricos y parroquias rurales.

Para la presente investigación se consideró la primera opción. Las rutas de recolección de basura domiciliaria dentro del cantón Riobamba están diseñadas de manera sectorizada, de tal forma que cada recolector tiene un área asignada (GADM Riobamba, 2020a). Es importante mencionar que los criterios para la selección de frecuencias están relacionados con la generación de desechos sólidos, para evitar un llenado excesivo del contenedor. Por lo tanto las rutas establecidas permiten que las unidades pasen por todos los contenedores, en horarios establecidos por la unidad de GIRS.

Las rutas de recolección de basura de carga lateral están distribuidas de la siguiente manera:

a. Ruta N° 1

Tabla 6. Sistema de recolección de carga lateral Ruta 1.

Días de recorrido	Hora	Sector de Recorrido	Responsable
Lunes - sábado	Lunes - 04 horas	Comprende la Avenida La Prensa, hasta la calle Carabobo y de la Circunvalación hasta la Circunvalación	Conductor: Sr. Efraín Lozano
	Martes - 08 horas		
	Miércoles - 17horas		
	Jueves - 17 horas		
	Viernes - 17 horas		
	Sábado - 17 horas		

Fuente: (GADM Riobamba, 2020a).

En la figura 3 se muestra el área que comprende la Ruta 1 y que va desde el sector norte Av. La Prensa, hasta la calle Carabobo y de la Circunvalación a la Circunvalación. Los carros recolectores hacen su paso por cada una de las vías realizando el vaciado de los contenedores. Es importante indicar que si el carro es llenado antes de culminar su recorrido este se traslada hasta el botadero de basura El Porlon, para su descarga y posteriormente regresar y continuar con su trabajo.

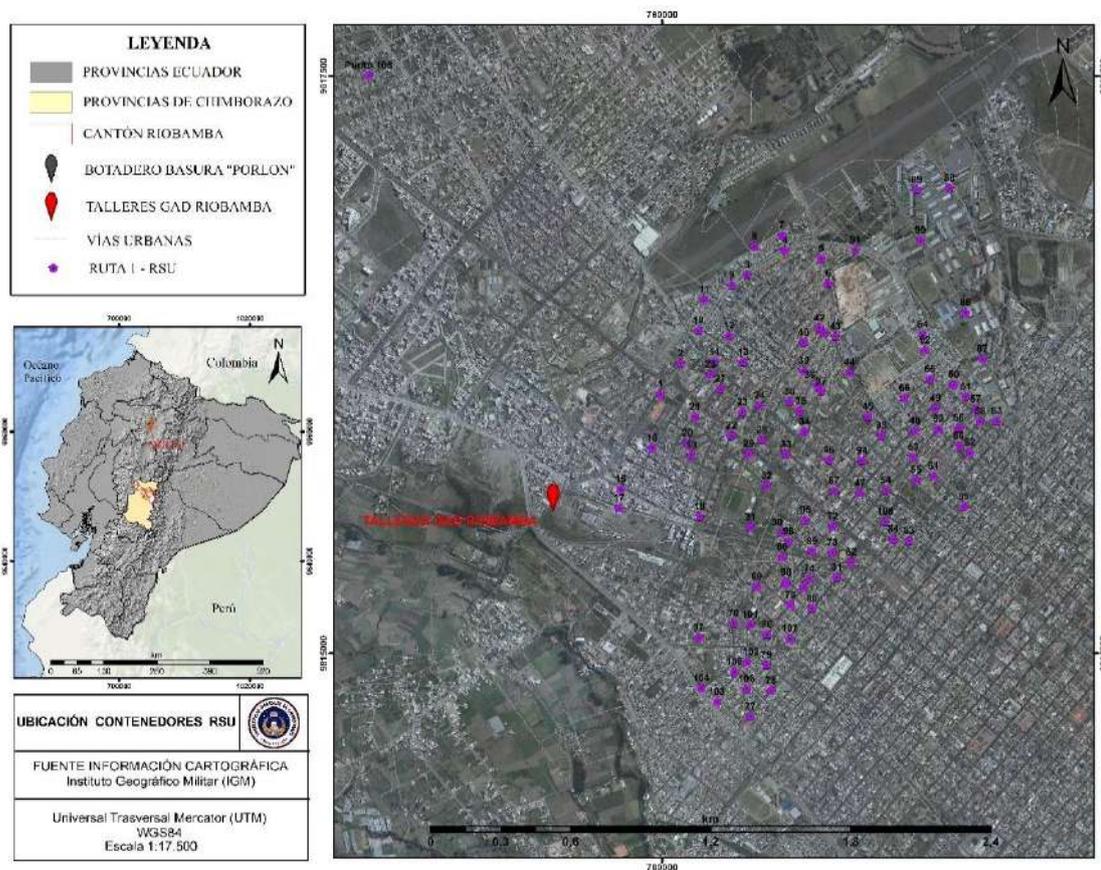


Figura 3. Sistema de recolección de carga lateral Ruta 1.

b. Ruta N° 2

Tabla 7. Sistema de recolección de carga lateral Ruta 2.

Días de recorrido	Hora	Sector de Recorrido	Responsable
Lunes - sábado	Lunes - 05 horas Martes - 08 horas Miércoles - 17 horas Jueves - 17 horas Viernes - 17 horas Sábado - 17 horas	Comprende la calle Rocafuerte, hasta la calle E. Espejo y de la Circunvalación hasta la Circunvalación.	Conductor: Sr. Luis Flores

Fuente: (GADM Riobamba, 2020a).

c. Ruta N° 3

Tabla 8. Sistema de recolección de carga lateral Ruta 3.

Días de recorrido	Hora	Sector de Recorrido	Responsable
Lunes - sábado	Lunes - 05 horas Martes - 08 horas Miércoles - 17 horas Jueves - 17 horas Viernes - 17 horas Sábado - 17 horas	Comprende la calle 5 de junio, hasta la calle Darquea y de la Circunvalación hasta la Circunvalación.	Conductor: Sr. Kevin Manosalvas

Fuente: (GADM Riobamba, 2020a).

En la figura 4 se muestra el área que comprende la Ruta 2, que va desde la calle V. Rocafuerte y avanza hasta la calle E. Espejo; luego recorre de la Circunvalación a la Circunvalación y la Ruta 3 que va desde la calle 5 de junio, hasta la calle Darquea y de la Circunvalación a la Circunvalación.

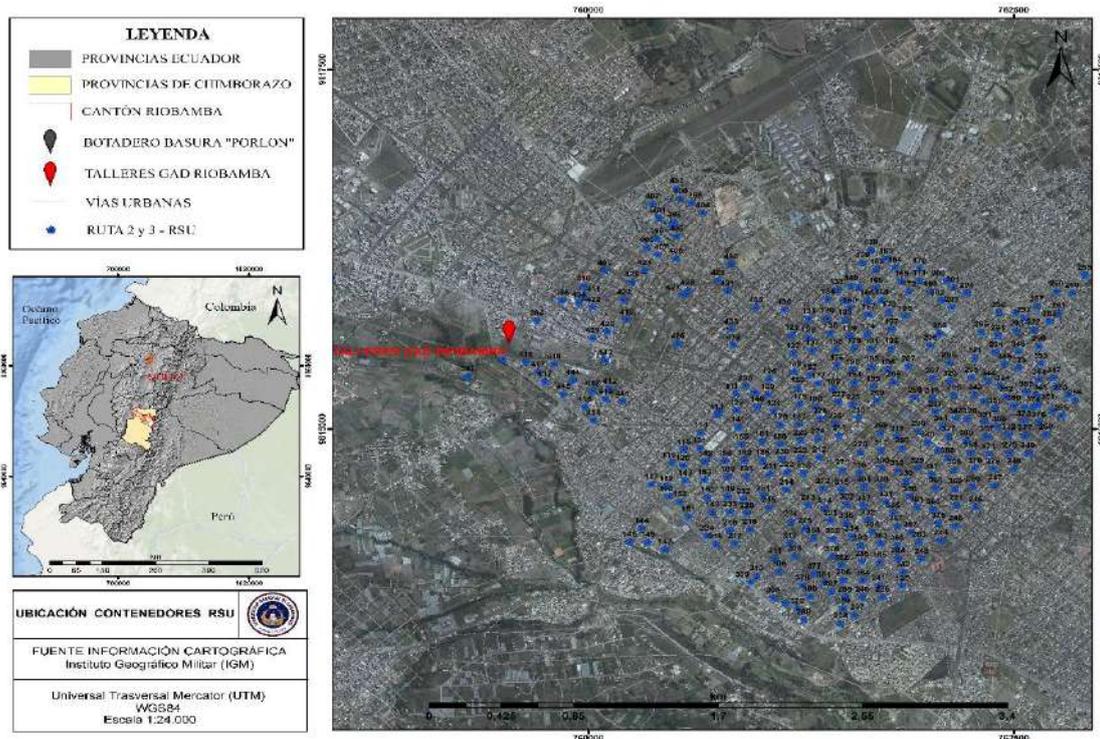


Figura 4. Sistema de recolección de carga lateral Ruta 2 y 3.

d. Ruta N° 4

Tabla 9. Sistema de recolección de carga lateral Ruta 4.

Días de recorrido	Hora	Sector de Recorrido	Responsable
Lunes - sábado	Lunes - 05 horas	Comprende la calle J. Chiriboga hasta el Camal Municipal y de Circunvalación a Circunvalación	Conductor: Sr. Roberto Erazo
	Martes - 08 horas		
	Miércoles - 17 horas		
	Jueves - 17 horas		
	Viernes - 17 horas		
Sábado - 17 horas			

Fuente: (GADM Riobamba, 2020a).

En la figura 5 se muestra el área que comprende la Ruta 4, la cual va desde la calle J. Chiriboga hasta el camal Municipal y de la Circunvalación a la Circunvalación.

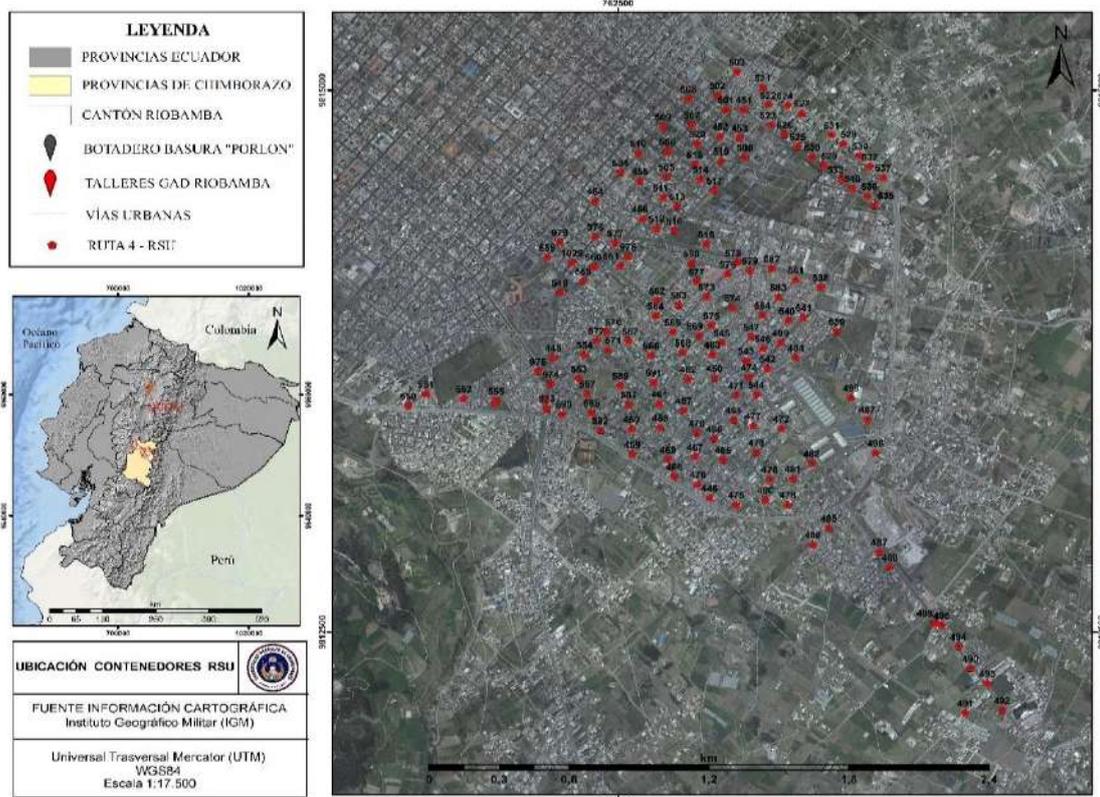


Figura 5. Sistema de recolección de carga lateral Ruta 4.

e. Ruta N° 5

Tabla 10. Sistema de recolección de carga lateral Ruta 5.

Días de recorrido	Hora	Sector de Recorrido	Responsable
Lunes - sábado	Lunes - 05 horas	Comprende la Avenida La Prensa hasta By Paz y desde el barrio Pedro Vicente Maldonado, hasta la Avenida Canónigo Ramos. Barrio 9 de octubre y La Primavera.	Conductor: Sr. Diego Carrasco
	Martes - 08 horas		
	Miércoles - 17 horas		
	Jueves - 17 horas		
	Viernes - 17 horas		
Sábado - 17 horas			

Fuente: (GADM Riobamba, 2020a).

En la figura 6 se muestra el área que comprende la Ruta 5, que va desde la Avenida La Prensa hasta el sector del By Paz y luego llega hasta el barrio Pedro Vicente Maldonado y Avenida Canónigo Ramos. También cubre esta ruta los barrios 9 de octubre y La Primavera.

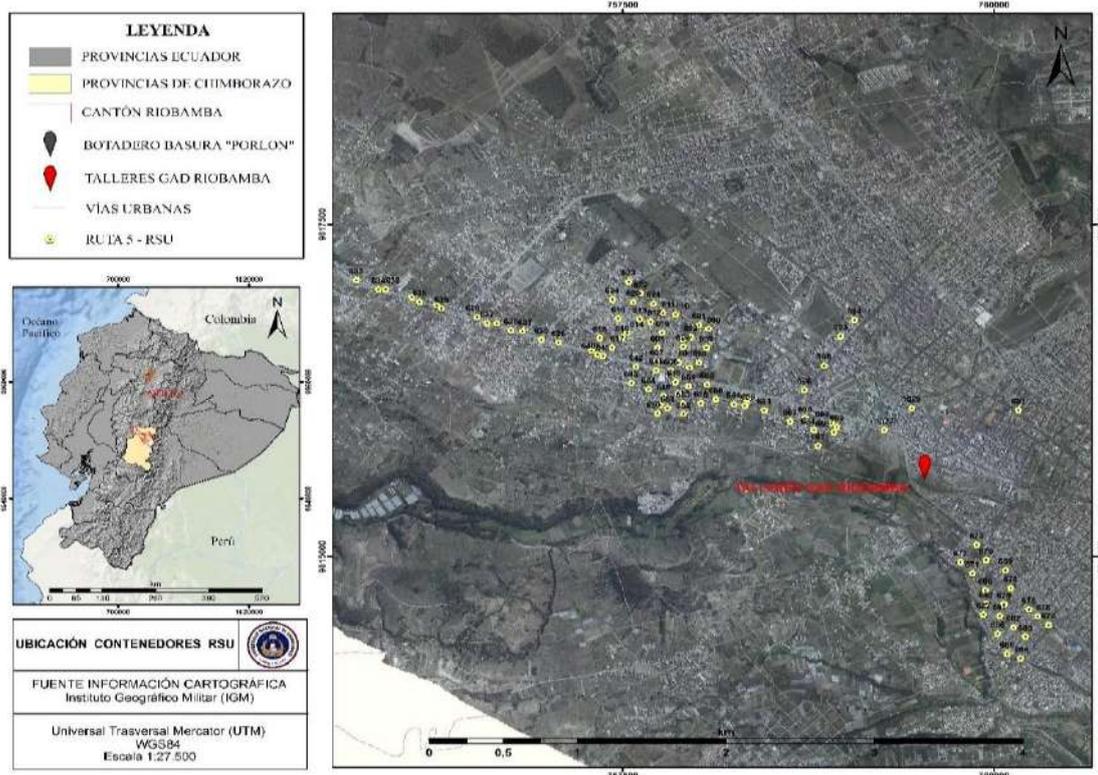


Figura 6. Sistema de recolección de carga lateral Ruta 5.

f. Ruta N° 6

Tabla 11. Sistema de recolección de carga lateral Ruta 6.

Días de recorrido	Hora	Sector de Recorrido	Responsable
Lunes - sábado	Lunes - 17 horas	Comprende la Avenida La Prensa hasta By Paz y desde la Avenida Canónigo Ramos hasta el sector del Barrio Riobamba Norte.	Conductor: Sr. Diego Carrasco
	Martes - 17 horas		
	Miércoles - 17 horas		
	Jueves - 03 horas		
	Viernes - 03 horas		
	Sábado - 03 horas		

Fuente: (GADM Riobamba, 2020a).

En la figura 7 se muestra el área que comprende la Ruta 6, que empieza a lo largo de la Avenida La Prensa hasta el By Paz y desde la Avenida Canónigo Ramos hasta el sector del Barrio Riobamba Norte. La ubicación de los contenedores en este sector se basa principalmente en parámetros como:

- Accesibilidad para su recolección desde el costado derecho.
- Verificación de sectores de mayor generación de residuos sólidos domiciliarios.
- La distancia de contenedor a contenedor es de aproximadamente 200 metros.

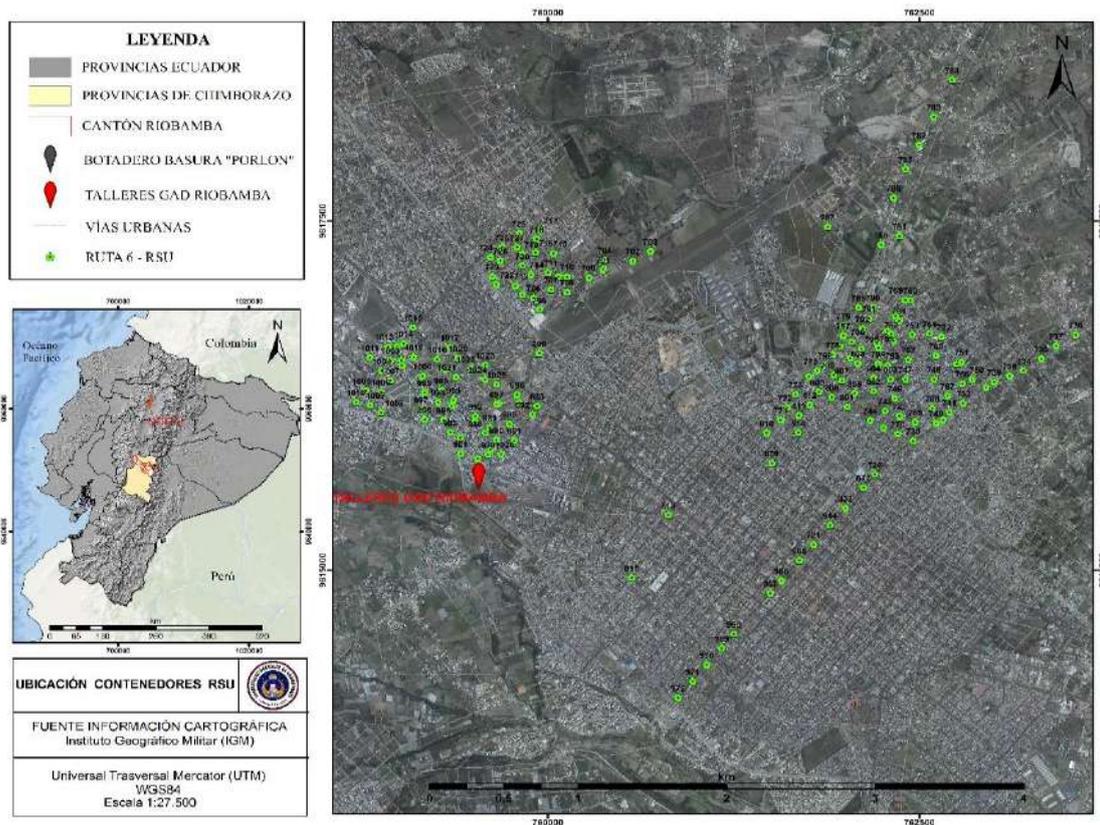


Figura 7. Sistema de recolección de carga lateral Ruta 6.

g. Ruta N° 7

Tabla 12. Sistema de recolección de carga lateral Ruta 7.

Días de recorrido	Hora	Sector de Recorrido	Responsable
Lunes - sábado	Lunes - 18 horas	Comprende los Barrios: Saboya, Riobamba Norte, Magnolias, Acacias y Las Esperanzas.	Conductor: Sr. Joel Gavin
	Martes - 18 horas		
	Miércoles - 03 horas		
	Jueves - 03 horas		
	Viernes - 03 horas		
	Sábado - 03 horas		

Fuente: (GADM Riobamba, 2020a).

En la figura 8 se muestra el área que comprende la Ruta 7 y va desde los Barrios: Saboya, Riobamba Norte, Magnolias, Acacias hasta Las Esperanzas. El sistema de recolección en cada una de las áreas es una de las etapas más costosas, por ello se debe ser lo más eficiente para optimizar de mejor manera los recursos. También existen factores como: el volumen de residuos y la frecuencia de recolección que influyen sobre el sistema. Por lo tanto el volumen de RSU almacenado dentro de los contenedores no debe de exceder el ciclo de recolección establecido por la unidad de control.

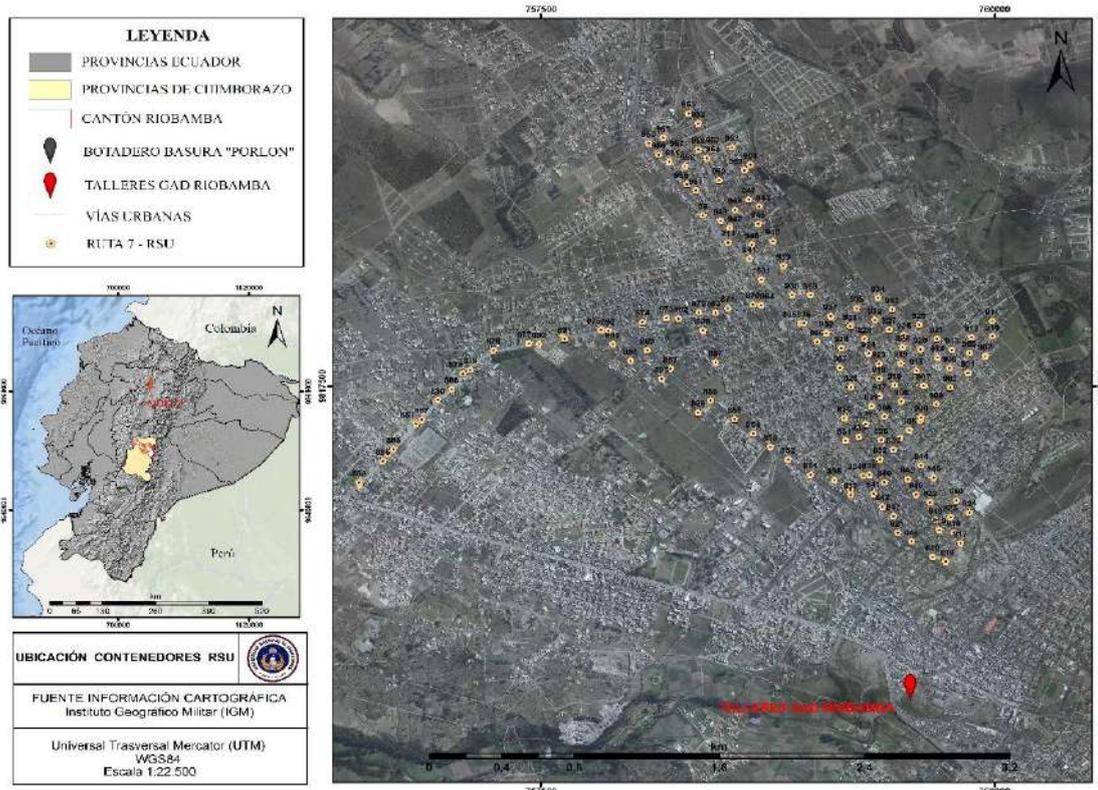


Figura 8. Sistema de recolección de carga lateral Ruta 7.

1.6. Sistema de contenerización en el cantón Riobamba

1.6.1. Georreferenciación de contenedores

Para la georreferenciación de los contenedores se utilizó un GPS el cual permitió verificar que todos estén ubicados en los sitios preestablecidos, de esta forma nos brindan mayor seguridad y eficiencia al momento de la recolección de los residuos sólidos. También en el recorrido se pudo hacer un conteo del número de contenedores. Es importante indicar que este proceso se llevó a cabo el mes de marzo del presente año y que además permitió verificar que 63 contenedores presentaban diferentes daños, los cuales fueron almacenados en el camal Frigorífico Municipal de Riobamba. Con este recorrido se comprobó el número de rutas y frecuencias de recolección que posee la ciudad de Riobamba. En la figura 9 se muestra los contenedores de desechos sólidos ubicados en la ciudad de Riobamba, a excepción de aquellos que están en los alrededores de los mercados donde están dispuestos uno a lado del otro, para facilitar la alta cantidad de desechos que estos generan. Todas estas etapas conllevan a que todos los desechos sólidos generados en la ciudad de Riobamba sean depositados en el botadero de basura el Porlon. La georreferenciación, se puede evidenciar en la página web: <https://drive.google.com/open?id=1JLT2XqqL4E0t9VCoETEADbf5qyk&usp=sharing>.

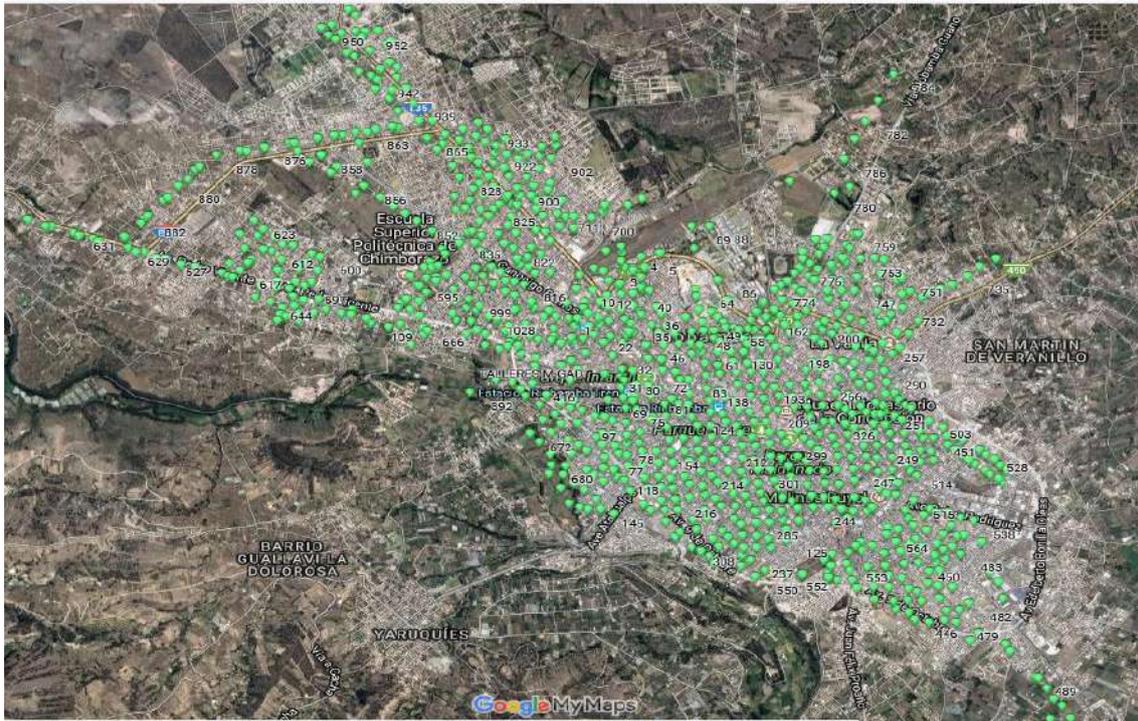


Figura 9. Sistema de contenerización del cantón Riobamba.

1.7. Cobertura del monitoreo de rutas

El periodo de monitoreo comprendió el mes de marzo de 2021, donde se realizó dos recorridos por ruta en operación hasta completar las 7 del sistema de contenerización de la ciudad de Riobamba. En todos los casos el conductor de la unidad asignada a cada ruta tuvo conocimiento de que su recorrido sería monitoreado. Las rutas actuales establecidas por la gestión integral de residuos sólidos (GIRS), están referidas en la Tabla 13, donde la Ruta 6 es la que posee el mayor número de contenedores (188) y la Ruta 5 es la que cuenta con el menor número de contenedores (98). Es importante indicar que en el recorrido se pudo observar un número ordenado de contenedores a lo largo de las rutas. También se logró determinar la distancia en km y el tiempo promedio que se emplea en la recolección.

Como se puede notar existen rutas que poseen mayor distancia de recorrido, en comparación con otras; esto evidencia una inadecuada distribución de las zonas de recolección. Para citar un ejemplo tenemos que la Ruta 1 posee una longitud de 55 km y tarda en recorrer en promedio 4:05:00 horas; mientras que la Ruta 2 su recorrido se lo realizó en un tiempo de 8:48:00 horas. La variación en los tiempos de duración obedece a la gran afluencia de automóviles y del transporte público lo cual genera un problema de movilización. También las estrechas calles en algunos sectores, así como vehículos estacionados junto a los contenedores impiden avanzar a un ritmo normalizado, lo que incrementa el tiempo de recorrido.

Tabla 13. Rutas y frecuencias del sistema de recolección.

Ruta	Longitud (km)	Nº Contenedores	Hora inicial	Hora final	Duración (horas)
R1	55	110	04:18:00	08:23:00	4:05:00
R2	65	112	22:57:00	07:45:00	8:48:00
R3	57	114	21:17:00	01:58:00	4:41:00
R4	61	156	15:05:00	21:46:00	6:41:00
R5	115	98	17:10:00	21:18:00	4:08:00
R6	112	188	18:11:00	01:56:00	7:45:00
R7	37	152	05:32:00	12:43:00	7:11:00

En la tabla 14 se muestra las rutas y el número de traslados que realiza el vehículo recolector al relleno sanitario el Porlon; esto una vez que ha alcanzado su máximo capacidad. Es importante indicar que la capacidad de llenado de los vehículos está relacionada con la cantidad de residuos a recolectar y el periodo de tiempo. Como podemos notar en la Ruta 2 se realizó 3 viajes al Porlon para realizar su descarga directa. El tiempo empleado en los tres viajes fue de 1:49:30 h00 incluido los regresos de los camiones a la zona de recolección. Sin embargo existieron rutas como la 5 y 7 que no requirieron de un viaje extra para cumplir con su recorrido.

Tabla 14. Rutas y viajes al Porlon del sistema de recolección.

Ruta	Nº de viajes al Porlon	Nº Contenedor de llenado	Nº Contenedor de carga inicial	Tiempo promedio de viaje al Porlon
R1	1	Medición 1 – 44 Medición 2 – 51	Medición 1- 45 Medición 2 - 52	1:01:30
R2	3	Medición 1 – 92 Medición 2- 142 Medición 1 – 198 Medición 2 – 39 Medición 1 – 86 Medición 2 – 30	Medición 1 - 93 Medición 2 - 143 Medición 1 - 199 Medición 2 - 40 Medición 1 - 87 Medición 2 - 131	1:49:30
R3	1	Medición 1 – 44 Medición 2 – 50	Medición 1 - 45 Medición 2 - 51	0:57:30
R4	2	Medición 1 – 48 Medición 2 – 119 Medición 1 – 43 Medición 2 – 113	Medición 1 - 49 Medición 2 - 120 Medición 1 - 44 Medición 2 - 114	1:37:00
R5	0	Medición 1 – 1 Medición 2 – 1	Medición 1 - 98 Medición 2 - 98	0:00:00
R6	2	Medición 1 – 51 Medición 2 – 107 Medición 1 – 53 Medición 2 – 159	Medición 1 - 52 Medición 2 - 108 Medición 1 - 54 Medición 2 - 160	2:19:00
R7	0	Medición 1 – 1 Medición 2 – 1	Medición 1 - 152 Medición 2 – 152	0:00:00

M: Medición

1.8. Mantenimiento de los contenedores

Mediante la presente investigación se comprobó que varios (70), contenedores dañados a causa de choques por parte de los vehículos, pero en su mayoría no han podido identificar a las personas que han ocasionado este percance. Por ello el personal a cargo ha tenido que sustituir los contenedores en mal estado por unos nuevos, hasta que sean reparados y nuevamente sean reintegrados en su lugar de origen.

Otro de los problemas detectados dentro el sistema de contenerización fue la presencia de residuos (basura), junto al contenedor, ya sea porque supero su capacidad de llenado o simplemente la basura no ingresa dentro del contenedor. Estas anomalías afectan la imagen visual de nuestra ciudad, por lo que se hace un llamado a la población a utilizar de manera correcta estos contenedores.

2. Rediseño de las rutas de recolección de residuos sólidos urbanos mediante herramientas SIG

A partir de la metodología descrita anteriormente y por medio del software ArcGIS 10.x y las herramientas de análisis de redes (Network Analyst), se propone nuevas rutas para la recolección de residuos sólidos en la ciudad de Riobamba (Figura 10). Es importante indicar que en las rutas actuales se presentan sectores con mayor distancia de recorrido en comparación con otras rutas; esto demuestra que existe una inoportuna distribución de las áreas de recolección.

Por lo tanto el diseño de las rutas de recolección de RSU, toma en cuenta la división geográfica en partes iguales de las áreas donde se encuentra implementado el sistema de contenerización. Es decir el tamaño de cada una de las rutas es similar, con la finalidad de realizar el mismo trabajo y optimizar los recursos.

Como primer paso para el rediseño de las rutas de recolección de RSU, fue la partición del en áreas similares. Para esta actividad se consideró algunas características como: producción de RSU, relieve (curvas de nivel) e instalaciones. El nuevo fraccionamiento se denominó rutas y permitió conocer el número de contenedores distribuidas en cada una de ellas.

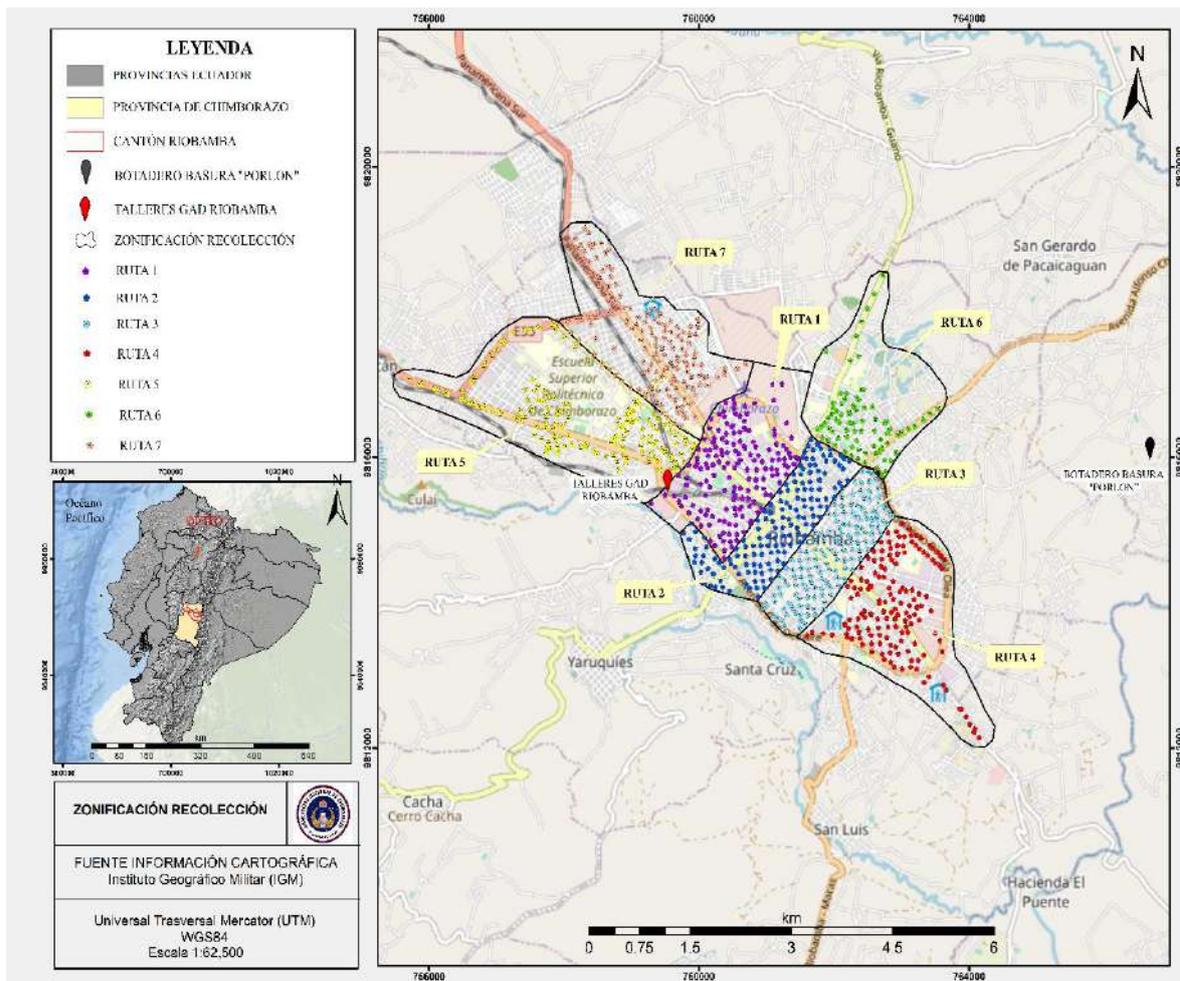


Figura 10. Rutas de recolección de residuos sólidos optimizadas.

Para realizar el análisis de las rutas actuales y optimizadas se consideró parámetros como: distancia recorrida, tiempo empleado y el número de contenedores (Tabla 15). Es importante indicar que en las rutas actuales existen lugares en donde se recorre mayor distancia respecto a otras rutas, lo que evidencia que existe una inadecuada distribución de las zonas de recolección.

Por ello con la optimización de las nuevas rutas se obtuvo una distancia promedio de 26,97 km. Sin embargo la ruta R1 es la que posee la mayor distancia (36,41 km) y el tiempo necesario para cumplir con este recorrido es de 4:32:28 horas; mientras tanto que la ruta más corta tiene una distancia de 16,71 km (R6) y el tiempo mínimo para la recolección de RSU es de 2:09:07 horas (Tabla 15).

Estas nuevas rutas presentan la optimización en tiempo y espacio de recorrido por parte de los vehículos recolectores. Con esta nueva propuesta se garantiza la cobertura apropiada del servicio de limpieza pública; así como la disposición final técnicamente adecuada.

Tabla 15. Rutas actuales y optimizadas del sistema de recolección.

Ruta	Rutas actuales			Rutas optimizadas (rediseñadas)		
	Longitud (km)	Nº Contenedores	Duración (horas)	Longitud (km)	Nº Contenedores	Duración (horas)
R1	55	110	4:40:30	36,41	172	4:32:28
R2	65	112	8:24:00	27,16	154	3:57:25
R3	57	114	4:49:30	26,26	150	3:51:01
R4	61	156	6:34:30	31,35	151	3:58:27
R5	115	98	4:22:00	28,32	157	4:02:48
R6	112	188	8:42:30	16,71	82	2:09:07
R7	37	152	7:51:00	32,14	161	4:12:42

Con la ruta optimizada “R1” se disminuye el tiempo de recolección de 4:40:30 horas a 4:32:28 horas. Es oportuno indicar que la nueva ruta contiene 172 contenedores; es decir 62 más en relación a los analizados en el recorrido de la mencionada ruta. También es importante indicar que la distancia de recorrido disminuye de 55 km a 36,41 km. Con la optimización de la presente ruta (R1) se reducirán los costos de operación; así como, el tiempo de recolección. Es importante indicar que la nueva ruta sigue una secuencia lógica que no se fragmentan ni se traslapan (Figura 11). Es decir cada una posee un tramo o área que queda dentro de la zona de contenerización. También se consideró que el comienzo de una ruta está cerca de los talleres del municipio de Riobamba y el término muy próximo de la salida al botadero de basura El Porlon. La nueva zona comprende las calles: Desde Av. La Prensa hasta la calle Juan Montalvo y desde la Av. H. de Tapi hasta la Circunvalación.

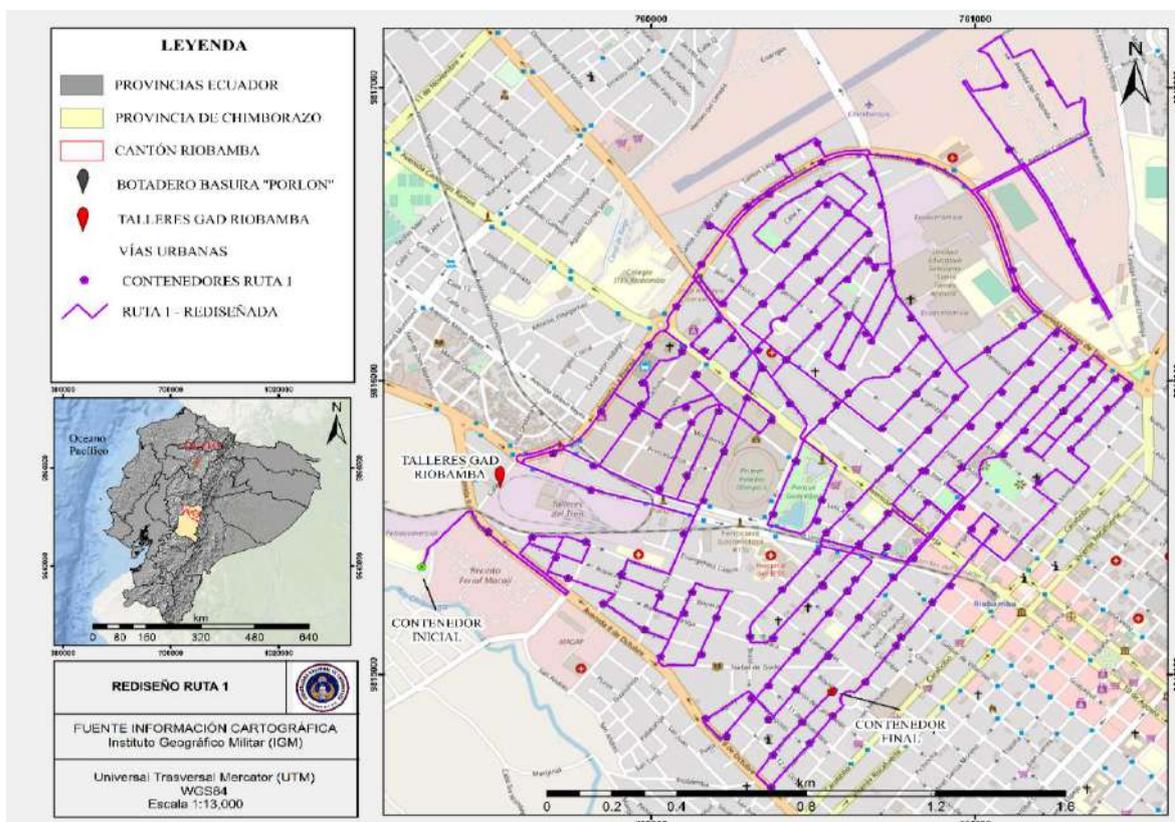


Figura 11. Ruta 1 de recolección de residuos sólidos optimizada.

El análisis de la ruta R2 permitió efectuar una comparación entre los datos de campo y la optimizada, donde se pudo determinar que existe un gran margen de diferencia. La distancia obtenida en el monitoreo fue de 65 km y la calculada arroja un valor de 27,16 km lo que indica una mayor eficiencia del método implementado. De igual manera los tiempos de recorrido son inferiores a los obtenidos en campo (Tabla 15).

Por ello la nueva ruta propuesta cubre una mayor cobertura de barrios, mayor número de calles y contenedores que van a ser atendidos de mejor calidad (Figura 12). Sin embargo cada uno de los recorridos deben ser eficientes con la finalidad de ocupar al 100 % la capacidad de los camiones recolectores. La nueva zona de recorrido comprende las calles: Desde la calle Juan Moltavo hasta la calle Eugenio Espejo y desde la Circunvalación hasta la calle Calpi detrás del Cementerio General.

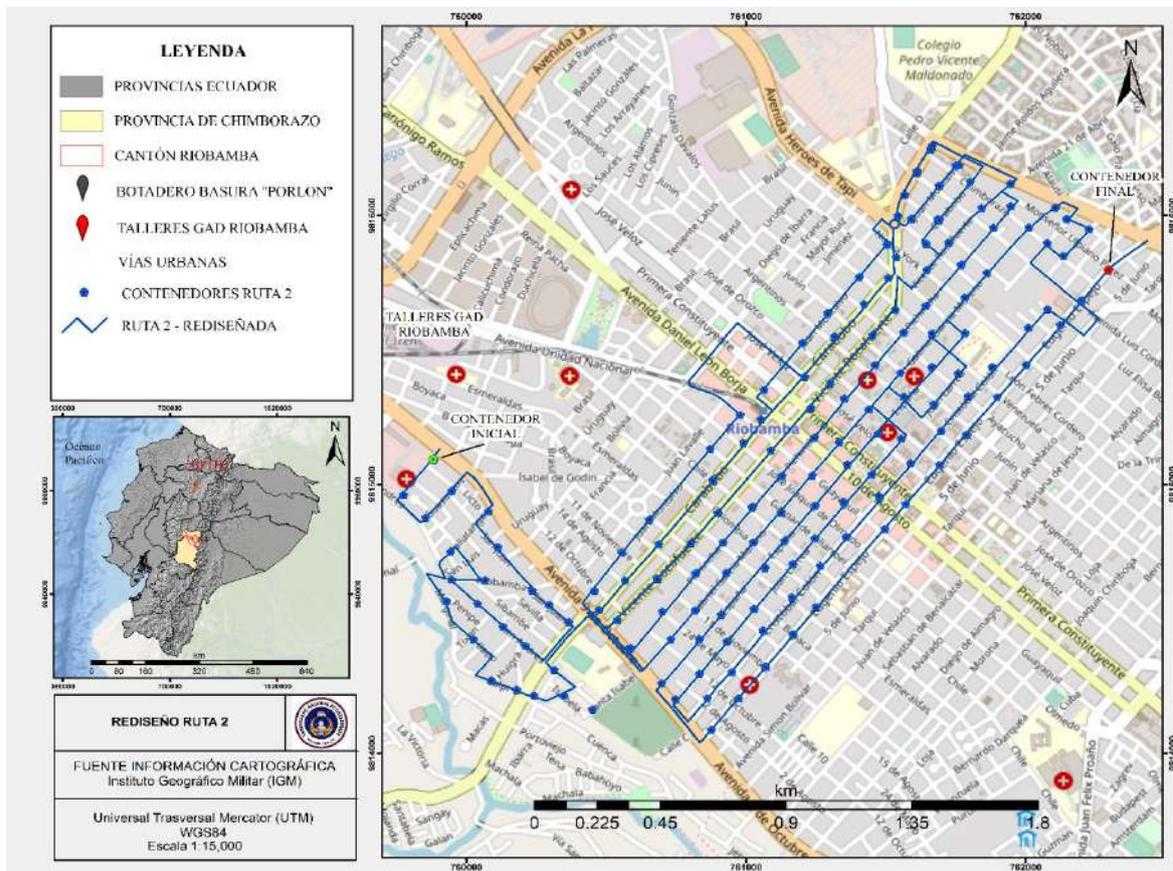


Figura 12. Ruta 2 de recolección de residuos sólidos optimizada.

En la figura 13 se puede ver que existe un gran margen de diferencia entre la ruta actual R3 y la ruta optimizada propuesta en el presente estudio, con disminución en la distancia de recolección de 57 km a 26,26 km y una disminución de tiempo de 4:49:30 horas a 3:51:01 horas. Esto se debe a que realiza un menor número de giros y menor cantidad de reversas

(retrocesos). Otra de las consideraciones analizadas fue que se evita la recolección de contenedores a distancias muy largas, es decir que el vehículo recolector hace su recorrido de manera secuencial. La nueva zona de recorrido comprende las calles: Desde la calle Eugenio Espejo hasta la calle Bernardo Darquea y desde la Circunvalación (sector Agencia de Matriculación Vehicular) hasta la Circunvalación (sector EERSA Subestación 1).

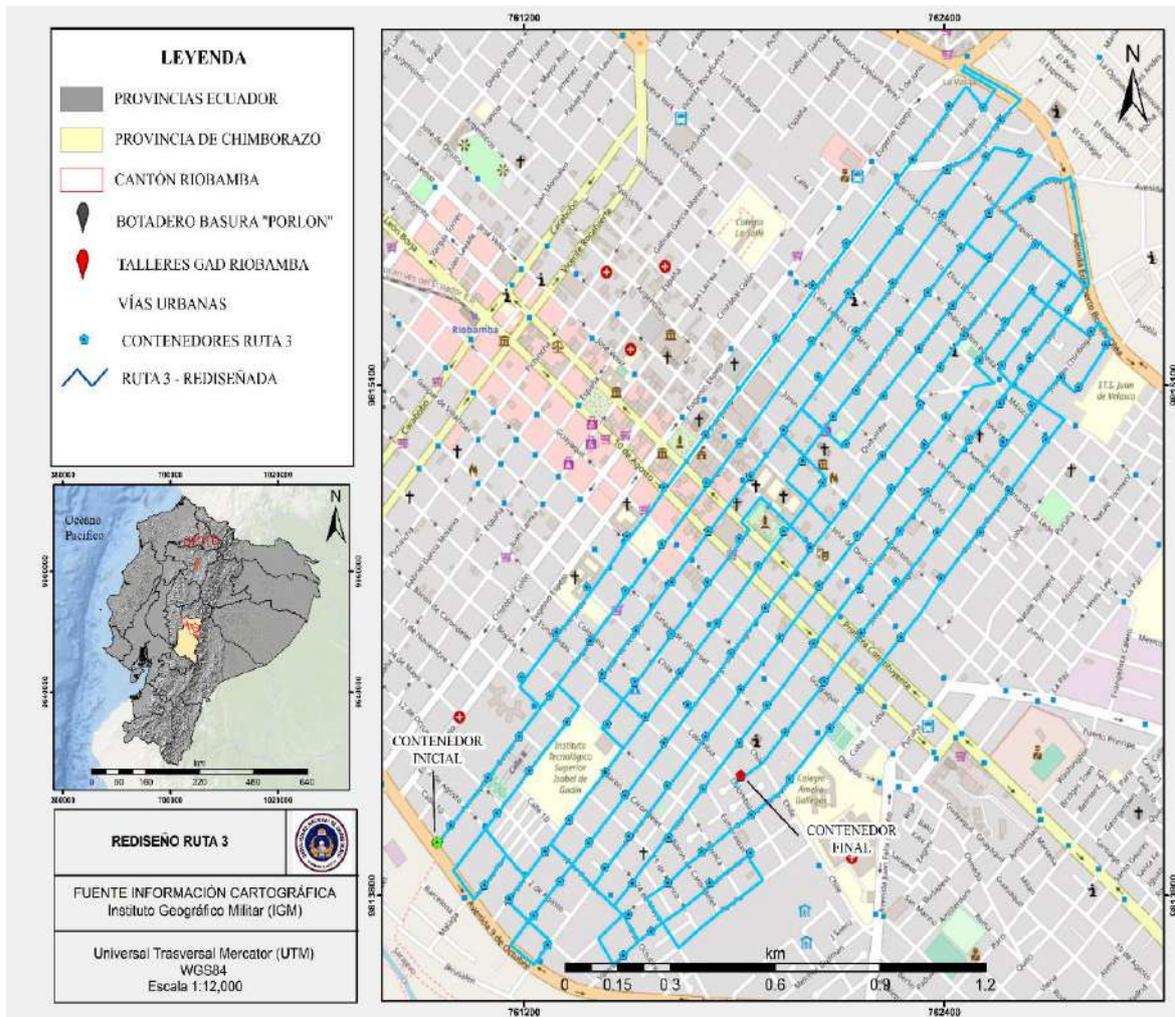


Figura 13. Ruta 3 de recolección de residuos sólidos optimizada.

En la figura 14, se observa las vías principales de la zona urbana de la ciudad de Riobamba, donde la Ruta 4 (R4), posee una distancia medida en campo de 61 km, en relación a los datos obtenidos mediante la optimización en ArcGIS que fue de 31,34 km. Esta reducción en la distancia toma en cuenta la señalización de tránsito implementada en nuestra ciudad. Las vías y contenedores por donde debe de circular los carros recolectores están representadas por líneas y puntos de color rojo. El tiempo de recorrido de la presente ruta paso de 6:34:30 horas a 3:58:27 horas.

Sin embargo una de las alternativas de mejora continua del sistema de recolección de RSU para la ciudad de Riobamba sería que las personas que están al frente realicen monitoreos periódicos con la finalidad de ir evaluando e ir corrigiendo algunos errores que se presenten. Por ello en la presente investigación se logró obtener la nueva zona de recorrido en dicho sector y comprende las calles: Desde la calle Bernardo Darquea hasta barrio la Inmaculada vía Chambo y desde Av. Circunvalación (detrás del I.T.S. Carlos Cisneros) hasta la Circunvalación (sector entrada Parque Lineal Chibunga).

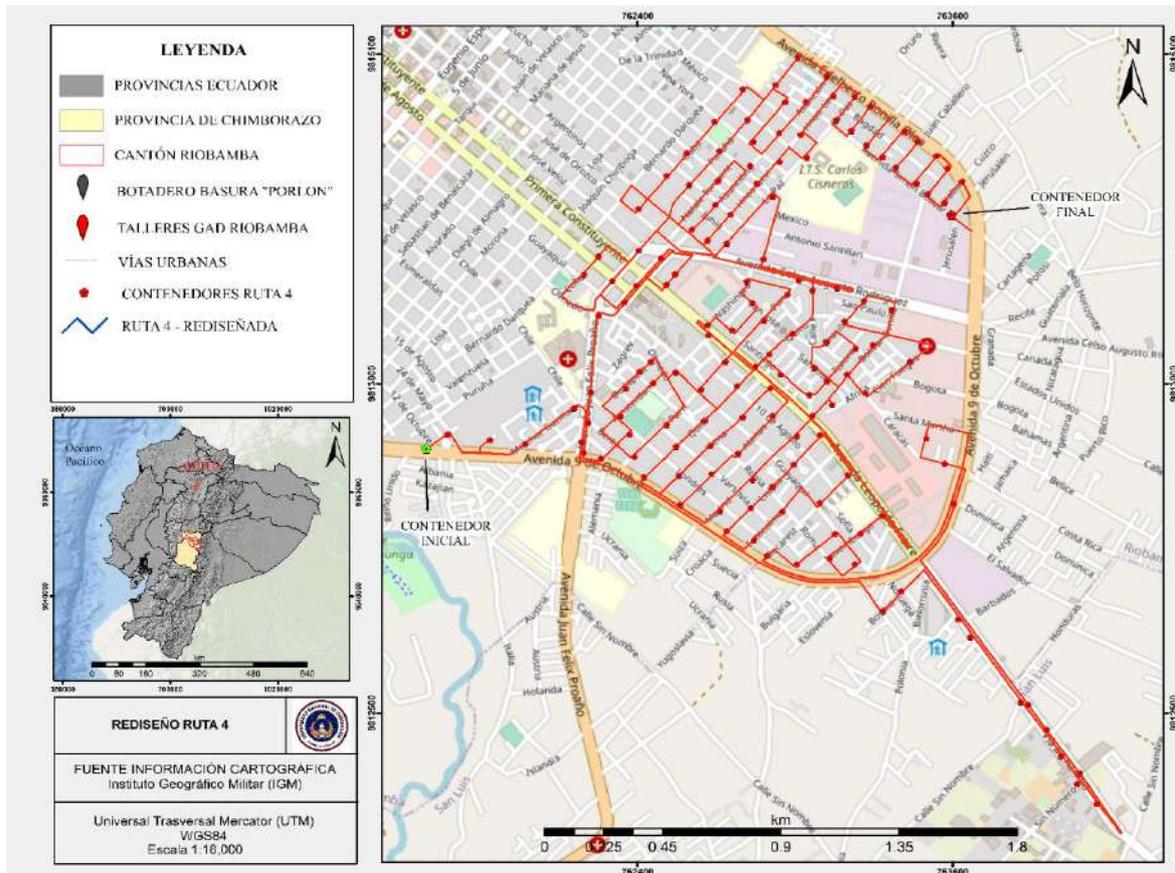


Figura 14. Ruta 4 de recolección de residuos sólidos optimizada.

En la figura 15 se muestra el área de la Ruta 5 (R5), la cual mediante monitoreo en campo se obtuvo una distancia de 115 km y a través de la optimización se alcanzó una distancia de 28,32 km. La presente ruta está diseñada de tal forma que los vehículos recolectores pasen por todos los contenedores (157) implementados en este sector.

El tiempo de recorrido de la presente ruta paso de 4:22:00 horas a 4:02:48 horas. La nueva zona de recorrido comprende las calles: Desde Av. Bypass (Sector Centro de Salud "Lizarzaburu") y entrada a Licán hasta Av. La Prensa (Sector Talleres GAD Riobamba) y desde Av. Canónigo Ramos hasta la Av. Pedro Vicente Maldonado.

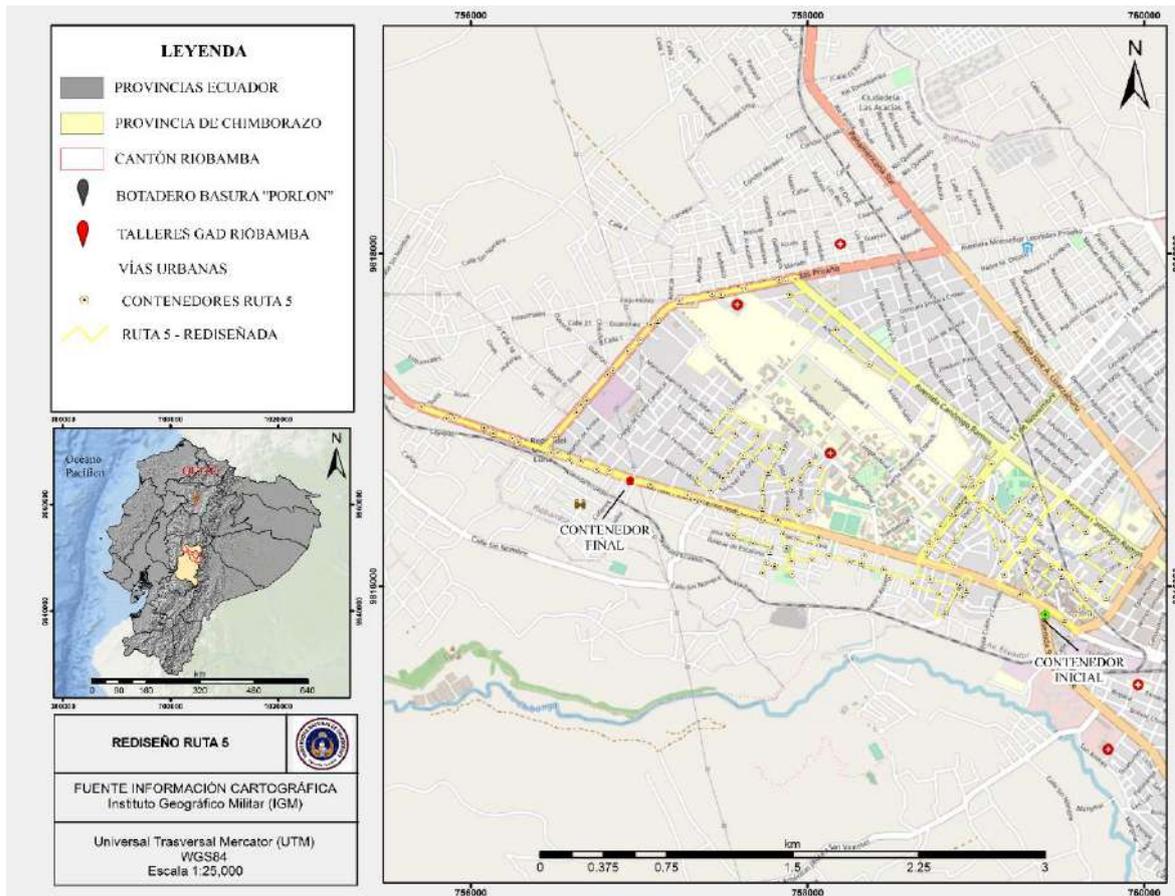


Figura 15. Ruta 5 de recolección de residuos sólidos optimizada.

En la figura 16 se muestra la ruta 6 (R6) optimizada en donde la distancia calculada en el monitoreo fue de 112 km y la obtenida mediante el programa ArcGIS fue de 16,71 km. Esta disminución en la distancia también se ve reflejada en la reducción del tiempo de recorrido pasando de 8:42:30 horas a 2:09:07 horas. El número de contenedores en esta ruta es de 82. La nueva zona de recorrido comprende las calles: Desde la Av. Antonio José de Sucre hasta sector barrio Camilo Ponce y desde sector detrás UNACH Campus Vía a Guano hasta la Circunvalación (sector la Vasija).

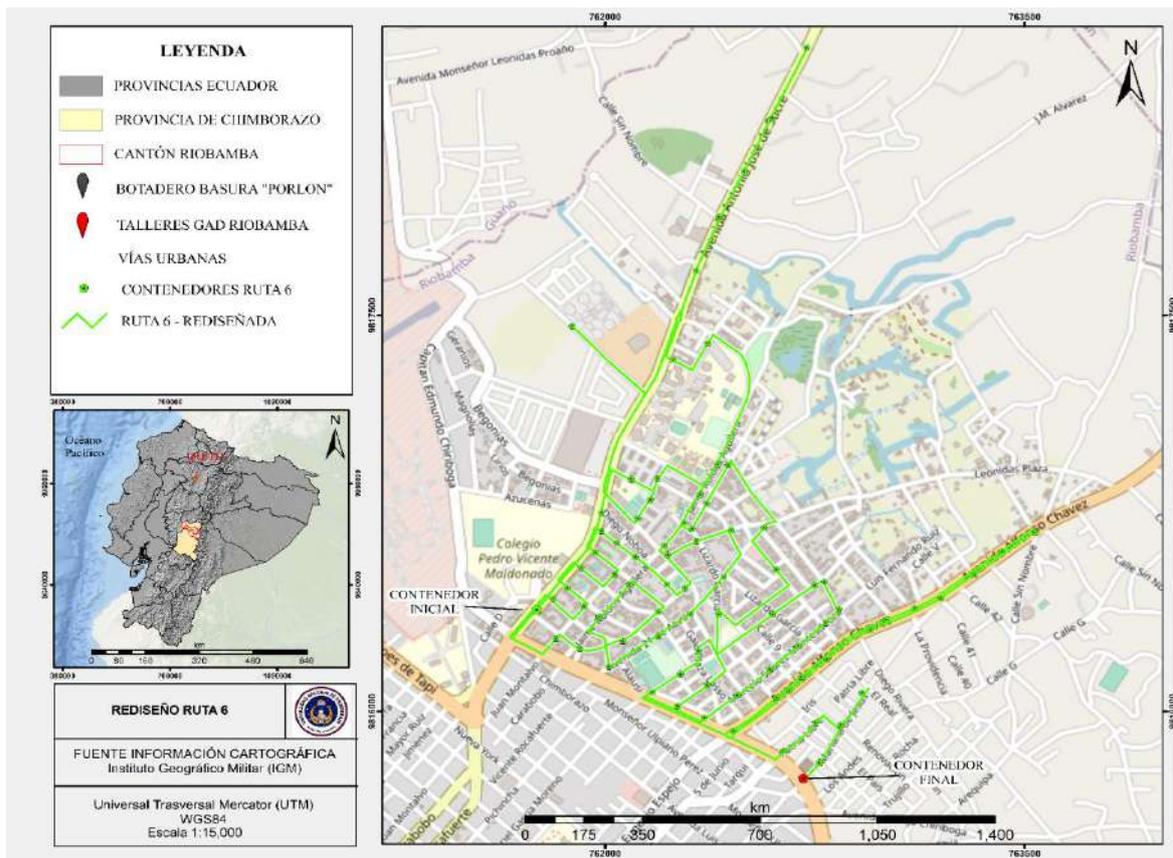


Figura 16. Ruta 6 de recolección de residuos sólidos optimizada.

En la figura 17 se muestra la ruta 7 (R7) optimizada en donde la distancia calculada en el monitoreo fue de 37 km y la obtenida mediante el programa ArcGIS fue de 32,14 km. Esta disminución en la distancia también se ve reflejada en la reducción del tiempo de recorrido pasando de 7:51:00 horas a 4:12:42 horas. El número de contenedores en esta ruta paso de 152 a 161. La nueva zona de recorrido comprende las calles: Desde Av. Panamericana Sur salida a Quito hasta la Av. La Prensa y desde Av. La Republica hasta Av. Canónigo Ramos.

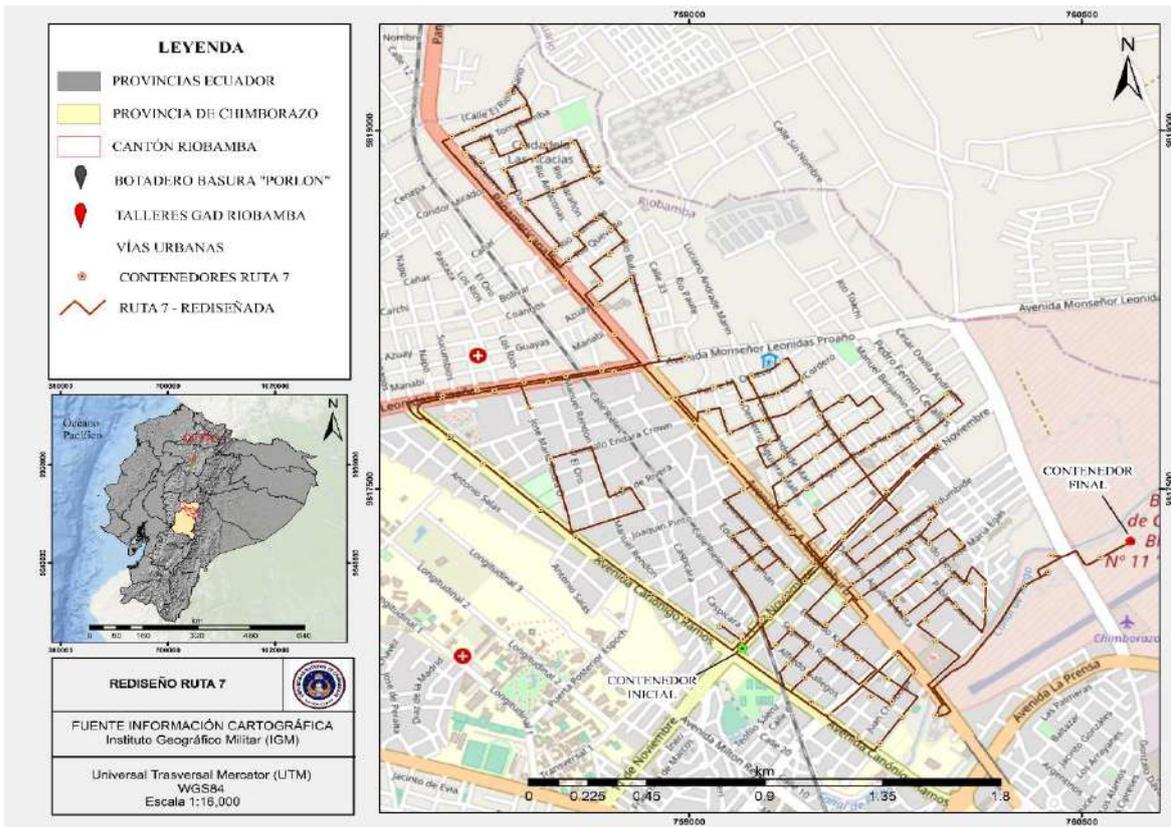


Figura 17. Ruta 7 de recolección de residuos sólidos optimizada.

2.1. Comparación de las rutas de recolección de residuos sólidos urbanos

El análisis estadístico entre el muestreo de las distancias obtenidas en campo y las analizadas mediante el ArcGIS indica que existe diferencias significativas entre rutas. La distancia media de las rutas actuales presenta un valor medio de 71,7 km y la ruta optimizada presento un valor medio de 28 km.

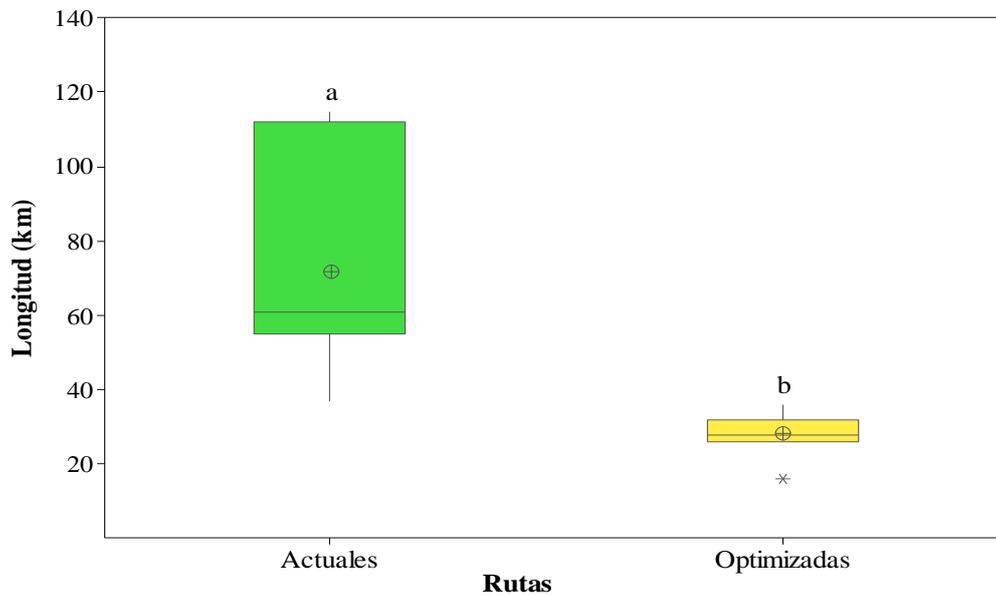


Figura 18. Longitud de las ruta actuales y optimizadas del sistema de recolección de RSU.

El análisis del tiempo del muestreo en campo y mediante el ArcGIS, indica que son significativamente diferentes entre las rutas (Figura 19). El tiempo medio de las rutas actuales fue de 6:33:22 horas con un tiempo máximo de 8:42:30 horas (R6) y un mínimo de 4:22:00 horas (R5) y la optimización de las rutas presento un valor medio de 3:49:12 horas, con un máximo de 4:32:28 horas (R1) y un mínimo de 2:09:07 horas (R6). Mediante este análisis se indica que la optimización de las rutas mejora el sistema de recolección propuesto en el presente estudio.

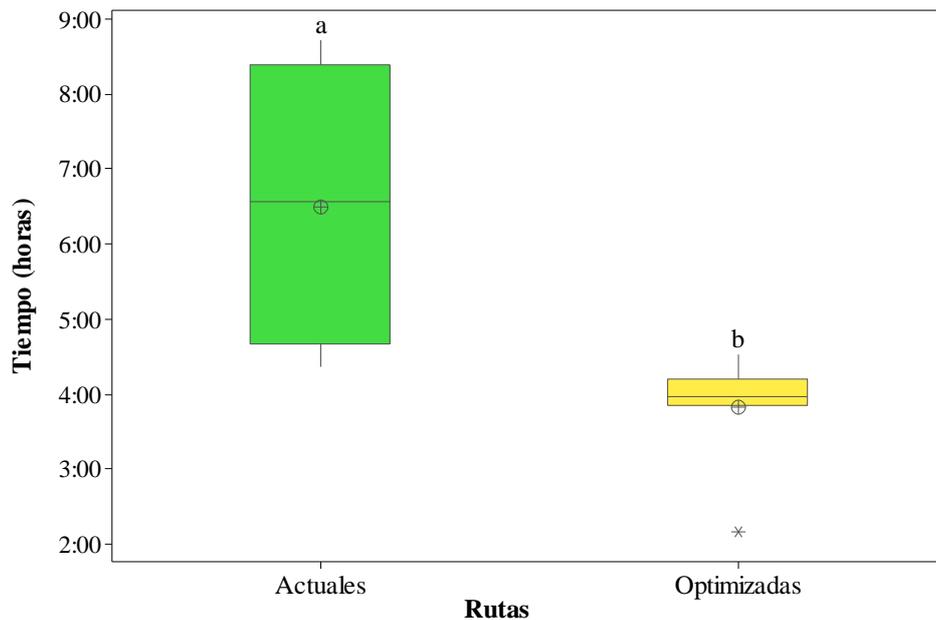


Figura 19. Tiempo en horas de las ruta actuales y optimizadas del sistema de recolección de RSU.

3. Optimización socioambiental de la gestión de residuos a recolectar

Una vez optimizada las rutas de recolección de RSU se propuso un plan integral de manejo de residuos sólidos que contiene nuevos lineamientos que sirven de base para realizar una adecuada gestión de RSU. De ahí que su implementación permitirá mejorar en buena medida la calidad de vida de los habitantes del sector, como también se logrará minimizar los impactos negativos sobre el ambiente.

El plan de manejo integral contempla diferentes programas para mitigar los posibles problemas que se puedan generar; los programas se detallan a continuación:

3.1. Programa de contingencias

El programa de contingencias está relacionado a la fase de recolección de RSU y servirá de guía para enfrentar posibles incidentes como: derrame de RSU e su inoportuno manejo de RSU. En base a lo anterior vale la pena indicar que cuando exista una inadecuada recolección o a su vez esta no se de en el tiempo establecido, se tendrá un plan de contingencia que garantice una adecuada recolección, transporte y su posterior disposición final.

a. Actividades del programa

- **Identificación de riesgos y amenazas**

Las amenazas que pueden presentarse dentro de las etapas del manejo de residuos sólidos son: naturales, antrópicas y sociales (Tabla 15).

Tabla 16. Identificación vulnerabilidades

Amenaza	Descripción	
Natural	Sismo o terremoto	Movimiento brusco de la tierra causado por la liberación de energía acumulada durante un largo tiempo.
	Lluvia o granizada	Precipitación o lluvia sólida que se compone de bolas o grumos irregulares de hielo y se origina cuando corrientes de aire ascienden al cielo de forma muy violenta.
	Inundación	Son eventos que se presentan cuando las precipitaciones sobrepasan la capacidad máxima de retención de agua e infiltración del suelo.
	Erupción volcánica	Actividad presentada por las erupciones o emisiones de materiales sólidos, líquidos o gaseosos, en estructuras geológicas formadas en la superficie terrestre por la energía interna del planeta que se manifiesta a poca profundidad.
	Deslizamiento de tierra	Movimientos de masas de suelo o roca que se desplazan sobre una o varias superficies inestables en dirección de la pendiente del talud.
	Epidemias o plagas	Ataque masivo de una enfermedad infecciosa a individuos de una misma zona geográfica, excediendo la frecuencia normal de casos.
Antrópica	Incendio	Fuego de grandes proporciones que se desarrolla sin control, el cual puede presentarse de manera instantánea o gradual, pudiendo provocar daños materiales, interrupción de los procesos de producción, pérdida de vidas humanas y afectación al ambiente.
	Explosión	Es una súbita de liberación de gas a alta presión en el ambiente Las explosiones se encuentran asociadas con las actividades humanas.

Social	Asalto - hurto	Ataque contra una persona o entrada en una propiedad con intención de robar.
	Desorden civil	El desorden civil es una amenaza que puede ocurrir sobre el ámbito territorial en cualquier momento por lo que este tipo de incidentes deben ser considerados dentro de la planificación de la unidad de gestión de RSU.

Fuente: (SNGR, 2018).

- **Organización del personal**

Se establecerán brigadas de emergencia las mismas que estarán conformadas por grupos de trabajadores debidamente organizados, capacitados, entrenados y dotados para prevenir, controlar y reaccionar en situaciones de alto riesgo, emergencia o desastre; y cuya función está orientada a salvaguardar a las personas y los bienes para la recolección de residuos sólidos. Es importante indicar que estas brigadas también realizarán análisis minuciosos de los riesgos latentes, así como también recibirán capacitaciones acerca de cómo actuar ante una emergencia ya sea de tipo natural o antrópica.

- **Contención de posibles incendios**

Para contener posibles incendios que ocurran en la recolección de residuos sólidos los carros recolectores deberán contar con los debidos equipamientos para atacar los incendios tales como de extintores de espuma o de PQS; los mismos estarán ubicados en lugares de fácil acceso dentro del carro recolector así como también se dispondrá de botiquín de primeros auxilios que deberá contener: medidor de temperatura, tijeras, agua destilada, gasas, algodón, vendaje y sales de rehidratación oral. También se contará con equipos de protección personal y un set de herramientas necesarios para reparar equipos, maquinaria y partes de los carros recolectores.

En caso de incendio producto del mal manejo de los RSU como papel, cartón, madera, telas, se procederá de manera inmediata a apagar el fuego. El extintor para este tipo de fuego será de Espuma o PQS. Estos extintores le permiten controlar el fuego de manera eficaz, especialmente si son fuegos pequeños y de baja intensidad. Es importante siempre priorizar la integridad de las personas antes que cualquier bien o recurso. En el caso de que se produzca derrames de residuos químicos, se debe evaluar el alcance del derrame y cercar la zona afectada. También se debe limitar el acceso de personas a la zona afectada hasta que se restablezca.

El manejo de desechos sólidos peligrosos debe ser a través de envases herméticos previamente etiquetados y serán entregados al personal calificado o entrenado para este fin. En caso de derrame de sustancias químicas prohibidas, peligrosas y de uso severamente restringido se deberá, absorber con tierra seca o arena, u otro material absorbente, y luego transferirlo a contenedores.

3.2. Programa de capacitación

El programa de capacitación está destinado a los operarios del sistema de recolección de residuos sólidos, este programa se aplicará de manera permanente con una periodicidad semestral en los cuales se abordarán temas relacionados a tipos de desechos, disposición final de desechos, manejo de residuos sólidos urbanos, seguridad laboral, etc.

Las capacitaciones serán impartidas por profesionales en las diferentes áreas y permitirá que los trabajadores tengan los conocimientos necesarios para sobrellevar cualquier tipo de eventualidad que pueda ocurrir en la jornada de recolección de residuos sólidos.

3.3. Programa de seguridad y salud ocupacional

El programa de seguridad y salud ocupacional estará destinado a reducir los riesgos del personal de la unidad de manejo de residuos sólidos. Este programa permitirá mantener un adecuado ambiente de trabajo que servirá para mantenerse físicamente activo durante la jornada laboral.

También permitirá controlar los riesgos en cada uno de los puestos de trabajo identificando las acciones y condiciones subestándar asociados a cada sector. De esta manera se reducirá los daños y enfermedades profesionales con la finalidad de crear un ambiente saludable para todos los trabajadores.

3.3.1. Actividades del Programa

Para la prevención de los posibles accidentes que puedan ocurrir durante la jornada laboral se implementaran diferentes acciones que ayudaran en mejorar la prevención tales como:

- Uso adecuado de equipos de protección personal.
- Métodos de capacitación.
- Señalética de seguridad.
- Disposiciones generales a seguir.

3.3.2. Equipos de protección personal

A la hora de combatir los riesgos frente a accidentes laborales los EPP que se seleccione debe proteger contra los riesgos y peligros en el puesto de trabajo. Los EPP son obligatorios para los trabajadores ya que disminuye alguno de los factores del riesgo. Se dotará al personal encargado de la recolección de residuos sólidos urbanos de equipos de protección personal como:

- Overol
- Ropa contra sustancias peligrosas
- Botas
- Mascarilla
- Guantes
- Gorra
- Chaleco reflectivo

3.3.3. Pictogramas

Los pictogramas son imágenes que contienen símbolos de advertencia y colores específicos con la finalidad de transmitir información sobre el tipo de riesgo al cual está expuesto el área de trabajo.

3.4. Programa de Recolección, Frecuencia y Transporte

El programa de recolección, frecuencia y transporte está destinado a la mejora continua del actual sistema de recolección incrementando la frecuencia y las rutas de recolección con el fin de cubrir la mayor área de influencia en la recolección del cantón.

a. Actividades del programa

La frecuencia de recolección de RSU permitirá mantener un control adecuado de la imagen de la ciudad. Además esta actividad logrará que los residuos no estén acumulados cuando sobrepase la capacidad de los contenedores y evitara malos olores y presencia de vectores.

b. Medios de Verificación

- Formulario de rutas de recolección de RSU.
- Mapa con las rutas optimizadas del sistema de recolección de RSU.
- Valores de gastos de combustibles y mantenimiento de los vehículos recolectores.
- Medios digitales y programas informáticos que permitan verificar la frecuencia de recolección, tiempos y distancias recorridas.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. Conclusiones

- El análisis de la situacional actual del sistema de recolección de RSU, permitió describir los factores más relevantes y necesarios para poder evaluar y comparar con el sistema propuesto. Estos factores fueron: frecuencia de recolección, número y capacidad de vehículos recolectores, generación de residuos sólidos y distancia de recolección. A través del diagnóstico se pudo identificar que las rutas del sistema de recolección presentan distancias muy largas lo que incurre en costos del servicio.
- Mediante la mejora de las rutas de recolección a través del software ArcGIS 10.x y la herramienta de análisis de redes (Network Analyst), el presente trabajo de investigación muestra una optimización del 40% de distancia en kilómetros entre las rutas actuales y simuladas, reduciendo de esta manera el gasto diario de combustible. Además se evita giros innecesarios ya sea a la izquierda o reversa, contribuye de buena manera al buen uso de la recolección y traslado de los RSU de la ciudad de Riobamba.
- La ruta 1 (R1) propuesta por la presente investigación presenta una optimización en la distancia de 55 km a 36,41 km y una mayor cobertura de contenedores (de 110 a 172). El tiempo empleado pasa de 4:40:30 horas a 4:32:28 horas lo que reduce los costos de operación; así como, el tiempo de recolección. Es importante indicar que la nueva ruta sigue una secuencia lógica que no se fragmentan ni se traslapan y el comienzo de una ruta está cerca de los talleres del municipio de Riobamba y el término muy próximo de la salida al botadero de basura El Porlon. Este proceso persigue el resto de rutas es decir se enfocan en la optimización tanto en tiempo como en distancia de recorrido.
- La propuesta del rediseño de las rutas de recolección es una contribución para el GAD Municipal de Riobamba, ya que se demuestra que las nuevas rutas mejoran el servicio de recolección. En otras palabras, se aprovecha toda la capacidad de los vehículos recolectores; así como toda la jornada laboral. Por otro lado el personal al darse cuenta que los nuevos recorridos son más cortos se obtendrá mayor rendimiento.

2. Recomendaciones

- Se recomienda realizar evaluaciones periódicas del sistema de recolección de residuos sólidos, ya que permitirá dar un diagnóstico de la situación actual del servicio, permitiendo así su mejora continua.
- Se recomienda el uso de paquetes informáticos como el Software ArcGIS 10.x con las que cuenta el GADM Riobamba, con la finalidad de llevar un registro de la información respecto a las rutas de recolección de residuos sólidos de manera técnica facilitando su acceso, así como su actualización.
- Es importante indicar que un sistema de rutas bien diseñado, da como resultado un servicio de recolección más eficiente y la población se sienta a satisfecha con el servicio brindado.
- Para una continua implementación de rutas de recolección es importante realizar un estudio técnico al sistema de contenerización de Riobamba en las que se tome en cuenta el crecimiento de la ciudad y su posterior generación de RSU.

BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar, A., Antonio, J., Zambrano, J., & Eduardo, M. (2015). Mejora del servicio de recolección de residuos sólidos urbanos empleando herramientas SIG: un caso de estudio. *Ingeniería*, 19(2), 118–128.
- ArcGIS Pro. (2020). *¿Qué es Extensión ArcGIS Network Analyst?* <https://pro.arcgis.com/es/pro-app/help/analysis/networks/what-is-network-analyst-.htm>
- Bertero, F. (2015). *Optimización de recorridos en ciudades. Una aplicación al sistema de recolección de residuos sólidos urbanos en el Municipio de Concordia*. Universidad Nacional de Rosario.
- Caján, D. (2018). *Propuesta de actualización de plan de rutas de barrido manual y recolección de residuos sólidos domiciliarios del distrito de Oyotún*. Universidad de Lambayeque.
- Cárdenas, T., Santos, R., Contreras, A., Domínguez, E., & Domínguez, J. (2019). Propuesta metodológica para el sistema de gestión de los residuos sólidos urbanos en Villa Clara. *Tecnología Química*, 39(2), 471–488.
- CNC. (2019). *Informe sobre mapeo de actores generadores de información a nivel territorial e identificación de fuentes de información de la competencia de desechos sólidos*. <http://www.competencias.gob.ec/wp-content/uploads/2019/07/Manejo-desechos-solidos.pdf>
- Código Orgánico de Organización Territorial Autonomía y Descentralización, 190 (2014). <https://www.telecomunicaciones.gob.ec/wp-content/uploads/2018/01/COOTAD.pdf>
- Cusco, J., & Picón, K. (2015). *Optimización de rutas de recolección de desechos sólidos domiciliarios mediante uso de herramientas SIG* [Universidad de Cuenca]. <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/21304/1/TESIS.pdf>
- Díaz, L., & Pilataxi, E. (2018). *Evaluación de la calidad del servicio de contenerización de residuos sólidos urbanos en la ciudad de Riobamba*. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
- Díaz, L., Pilataxi, E., Jara, L., & Puente, C. (2018). Evaluación de la calidad del servicio de contenerización de residuos sólidos urbanos en la ciudad de Riobamba. *V Congreso Internacional de La Ciencia, Tecnología, Emprendimiento e Innovación Evaluación*, 19.
- Constitución de la república del Ecuador, Pub. L. No. Registro oficial 449-20 de octubre de 2008, 218 pag. (2008).
- Eguizábal, A. (2017). *Caracterización de desechos sólidos domiciliarios en colonia los naranjales, zona 4, municipio de Escuintla*. Universidad de San Carlos de Guatemala.
- ESRI. (2016). *Información general sobre el conjunto de herramientas de análisis*. ArcGIS for

Desktop. <https://desktop.arcgis.com/es/arcmap/10.3/tools/network-analyst-toolbox/an-overview-of-the-network-analysis-toolset.htm>

GADM Riobamba. (2013). *Manejo del sistema de contenerización para la recolección de residuos sólidos domiciliarios con carga lateral en la ciudad de Riobamba.*

GADM Riobamba. (2020a). *Gestión integral de residuos sólidos dentro del cantón Riobamba.*

GADM Riobamba. (2020b). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón Riobamba.*

García, C. (2018). *Diseño de la ruta de recolección de residuos sólidos urbanos de la zona comunal # 1 del municipio de Santa Clara.* Universidad Central Marta Abreu de las Villas.

García, R., Socorro, A., & Maldonado, A. (2019). Manejo y gestión ambiental de los desechos sólidos, estudio de casos. *Universidad y Sociedad, 11*(1), 265–271.

Gelves, N., Mora, R., & Lamos, H. (2016). Solución del problema de ruteo de vehículos con demandas estocásticas mediante la optimización por espiral. *Revista Facultad de Ingeniería, 25*(42), 7–19.

Herrera, I., Collaguazo, G., Lorente, L., Montero, Y., & Valencia, R. (2016). Una revisión del estado del arte de la optimización de rutas de recolección de residuos sólidos municipales en países en vías de desarrollo. *Residuos, 6*, 1–12.

Mejía, P., & Patarón, I. (2014). *Propuesta de un plan integral para el manejo de los residuos sólidos del cantón Tisaleo.* Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Minitab. (2016). Getting Started with Minitab 17. Minitab. In *Reference manual* (p. 88). https://www.minitab.com/uploadedFiles/Documents/getting-started/Minitab17_GettingStarted-en.pdf

Santacruz, K., Pástor, S., & Calva, D. (2019). *Análisis en la zona periférica de la ciudad de Riobamba, para la implementación del sistema de contenerización.*

SNGR. (2018). *Glosario de términos de gestión de riesgos de desastres guía de consulta.*

Timm, J. (2013). *Gestión de residuos sólidos urbanos.* http://servicios2.abc.gov.ar/lainstitucion/caj/descargas/documentos/edu.ambiental/22.Gestion_residuos_solidos_urbanos_FAMUNI.pdf

ANEXOS

Anexo 1. Fase de campo.



Imagen 1. Registro del numero de contenedores.



Imagen 2. Carro recolector de carga lateral.



Imagen 3. Verificación del estado actual del contenedor.



Imagen 4. Recopilación de información en el formulario de campo.



Imagen 5. Carga y descarga de contenedores.



Imagen 6. Carga y descarga de contenedores.



Imagen 7. Carga y descarga de contenedores.



Imagen 8. Residuos Sólidos que superan la capacidad del contenedor.



Imagen 9. Residuos Sólidos que superan la capacidad del contenedor.

Anexo 2. Resumen comparativo de distancias recorridas.

Resumen comparativo de distancias recorridas																			
Ruta	Longitud total ruta (km)	N° Contenedores	Repeticiones	Hora inicial	N° de viajes al Porlon	Hora de llenado	N° Contenedor	Hora inicial de carga	N° Contenedor	Tiempo de viaje al Porlon	Total de tiempo de viaje al Porlon	Promedio de tiempo de viaje al Porlon	Hora final incluido el recorrido al Porlon	Tiempo de viaje al Porlon	Número de horas de recorrido hasta el Porlon	Número de horas de Recorrido por Ruta	Hora de recorrido hasta final de la Ruta	Promedio	Velocidad (km/h)
R1	55	110	R1	4:18:00	1	6:04:00	44	7:05:00	45	1:01:00	1:01:00	1:01:30	9:24:00	1:01:00	5:06:00	4:05:00	8:23:00	4:40:30	40
			R2	4:02:00	1	6:11:00	51	7:13:00	52	1:02:00	1:02:00		10:20:00	1:02:00	6:18:00	5:16:00	9:18:00		40
R2	65	212	R1	22:57:00	3	3:07:00	92	3:45:00	93	0:38:00	1:42:00	1:49:30	9:27:00	1:42:00	10:30:00	8:48:00	7:45:00	8:24:00	40
						5:34:00	142	6:14:00	143	0:40:00									
						8:26:00	198	8:50:00	199	0:24:00									
			R2	23:50:00	3	1:31:00	39	2:02:00	40	0:31:00	1:57:00								
						3:02:00	86	3:49:00	87	0:47:00									
						5:27:00	130	6:06:00	131	0:39:00									
R3	57	114	R1	21:17:00	1	23:35:00	44	0:35:00	45	1:00:00	1:00:00	0:57:30	2:58:00	1:00:00	5:41:00	4:41:00	1:58:00	4:49:30	40
			R2	21:15:00	1	23:41:00	50	0:36:00	51	0:55:00	0:55:00		3:08:00	0:55:00	5:53:00	4:58:00	2:13:00		40
R4	61	156	R1	15:05:00	2	17:20:00	48	18:03:00	49	0:43:00	1:39:00	1:37:00	23:25:00	1:39:00	8:20:00	6:41:00	21:46:00	6:34:30	40
						20:23:00	119	21:19:00	120	0:56:00									

			R2	15:18:00	2	17:09:00 0	43	18:01:00 0	44	0:52:00 0	1:35:00 0		23:21:00 0	1:35:00 0	8:03:00	6:28:00	21:46:00 0		40
						20:46:00 0	113	21:29:00 0	114	0:43:00 0									
R5	115	98	R1	17:10:00	0	0:00:00	1	0:00:00	98	0:00:00 0	0:00:00 0	0:00:00	21:18:00 0	0:00:00 0	4:08:00	4:08:00	21:18:00 0	4:22:00	40
			R2	17:23:00	0	0:00:00	1	0:00:00	98	0:00:00 0	0:00:00 0		21:59:00 0	0:00:00 0	4:36:00	4:36:00	21:59:00 0		40
R6	112	188	R1	18:11:00	2	20:17:00 0	51	21:11:00 0	52	0:54:00 0	2:13:00 0	02:19:00	4:09:00	2:13:00 0	9:58:00	7:45:00	1:56:00	8:42:30	40
						23:26:00 0	107	0:45:00	108	1:19:00 0									
			R2	18:05:00	2	20:25:00 0	53	21:57:00 0	54	1:32:00 0	2:25:00 0		6:10:00	2:25:00 0	12:05:00 0	9:40:00	3:45:00		40
						3:08:00	159	4:01:00	160	0:53:00 0									
R7	37	152	R1	5:32:00	0	0:00:00	1	0:00:00	152	0:00:00 0	0:00:00 0	0:00:00	12:43:00 0	0:00:00 0	7:11:00	7:11:00	12:43:00 0	7:51:00	40
			R2	5:02:00	0	0:00:00	1	0:00:00	152	0:00:00 0	0:00:00 0		13:33:00 0	0:00:00 0	8:31:00	8:31:00	13:33:00 0		40

Anexo 3. Recorrido Ruta 1 repetición 1.

RUTA 1						KM INICIAL	53454		
HORA SALIDA DE TALLERES:	4:15:00	MARCA:	IVECO			KM FINAL	53509		
RESPONSABLE: EFRAIN LOZANO								55	
						TIEMPO MUERTO			
RUTA	FECHA	CONTENEDOR	PARADA	CARGA	DESCARGA	HORA	TIEMPO	OBSERVACIONES	CALLE
1	01/03/2021	1	4:18:00	4:22:00	00:00:17	04:19	02:01	OBSTRUCCION VEHICULAR	AV LA PRENSA
1	01/03/2021	2	4:24:00	4:25:00	00:00:25				AV LA PRENSA
1	01/03/2021	3	4:26:00	4:26:00	00:00:32				AV LA PRENSA
1	01/03/2021	4	4:27:00	4:27:00	00:00:38				AV LA PRENSA
1	01/03/2021	5	4:28:00	4:29:00	00:00:21	04:29	0:0:22' 83	DA RETRO	GONZALO DAVALOS
1	01/03/2021	6	4:30:00	4:31:00	00:00:24				GONZALO DAVALOS
1	01/03/2021	7	4:32:00	4:33:00	00:00:27	04:33	0:0:14' 23	RECOGE BASURA REGADA ALREDEDOR	LAS PALMERAS
1	01/03/2021	8	4:33:00	4:34:00	00:00:21				LAS PALMERAS
1	01/03/2021	9	4:35:00	4:36:00	00:00:24				LA PRENSA
1	01/03/2021	10	4:37:00	4:38:00	00:00:17				LA PRENSA
1	01/03/2021	11	4:39:00	4:40:00	00:00:28				LOS ARRAYANES
1	01/03/2021	12	4:41:00	4:42:00	00:01:15				LOS ARRAYANES
1	01/03/2021	13	4:43:00	4:44:00	00:00:38	04:44	0:01:06' 02	RECOGE BASURA REGADA ALREDERO	LOS SAUCES
1	01/03/2021	14	4:46:00	4:47:00	00:00:23				LOS ARRAYANES
1	01/03/2021	15	4:48:00	4:49:00	00:00:26				EPLICACHIMA
1	01/03/2021	16	4:50:00	4:50:00	00:00:41				JACINTO GONZALES
1	01/03/2021	17	4:52:00	4:52:00	00:00:48				LAS PALMERAS
1	01/03/2021	18	4:53:00	4:54:00	00:01:29				BALTAZAR
1	01/03/2021	19	4:55:00	4:57:00	00:00:36	04:55	0:0:57'34	RECOGE BASURA DE ALREDEDOR	JACINTO GONZALES

1	01/03/2021	20	4:59:00	5:00:00	00:00:19				AV LA PRENSA	
1	01/03/2021	21	5:01:00	5:02:00	00:00:24				AV LA PRENSA	
1	01/03/2021	22	5:02:00						CUARTEL	
1	01/03/2021	23							CUARTEL	
1	01/03/2021	24	5:20:00	5:22:00	00:00:39	05:20	0:01:17'02	RECOGE BASURA REGADA	GONZALO DAVALOS	
1	01/03/2021	25	5:23:00	5:23:00	00:00:24				GONZALO DAVALOS	
1	01/03/2021	26	5:24:00	5:24:00	00:00:36				GONZALO DAVALOS	
1	01/03/2021	27	5:25:00	5:26:00	00:00:46				GONZALO DAVALOS	
1	01/03/2021	28	5:27:00	5:27:00	00:00:23				CARLOS ZAMBRANO	
1	01/03/2021	29	5:29:00	5:30:00	00:00:20				TENIENTE LATUS	
1	01/03/2021	30	5:30:00	5:31:00	00:00:48				TENIENTE LATUS	
1	01/03/2021	31	5:32:00	5:33:00	00:00:00	05:32	0:1:17'03		TENIENTE LATUS	
1	01/03/2021	32	5:35:00	5:35:00	00:00:20				AV CARLOS ZAMBRANO	
1	01/03/2021	33	5:36:00	5:37:00	00:00:33				LOS CIPRECES	
1	01/03/2021	34	5:38:00	5:39:00	00:00:31				LOS CIPRECES	
1	01/03/2021	35	5:40:00	5:41:00	00:00:18	05:40	0:05:23,10	RECOGE BASURA	CARLOS ZAMBRANO	
1	01/03/2021	36	5:46:00	5:48:00	00:00:26				CARLOS ZAMBRANO	
1	01/03/2021	37	5:47:00	5:48:00	00:00:29				LOS ALAMOS	
1	01/03/2021	38	5:49:00	5:51:00	00:00:31				LOS ALAMOS	
1	01/03/2021	39	5:52:00	5:52:00	00:00:22				LOS ALAMOS	
1	01/03/2021	40	5:53:00	5:54:00	00:00:25				LOS OLIVOS	
1	01/03/2021	41	5:56:00	5:57:00	00:00:31				CALLE 28	
1	01/03/2021	42	5:58:00	6:00:00	00:00:24	06:00	0:00:10,17	RECOGE BASURA	SANTOS LEOPOLDE CABEZAS	
1	01/03/2021	43	6:01:00	6:02:00	00:00:00				LOS OLIVOS	
1	01/03/2021	44	6:03:00	6:04:00	00:00:41	06:04	0:00:33,31	RECOGE BASURA	AV LA PRENSA	PORLON
1	01/03/2021	45	7:05:00	7:06:00	00:00:00			VACIO	ARGENTINOS	
1	01/03/2021	46	7:07:00	7:09:00	00:00:46				ARGENTINOS	
1	01/03/2021	47	7:09:00	7:10:00	00:00:00				BALTAZAR	

1	01/03/2021	48	7:13:00	7:14:00	00:00:42				EPLICACHIMA	
1	01/03/2021	49	7:15:00	7:16:00	00:00:19				TERMINAL TERRESTRE	
1	01/03/2021	50	7:17:00	7:18:00	00:00:51				EPLICACHIMA	
1	01/03/2021	51	7:18:00	7:19:00	00:00:00				EPLICACHIMA	
1	01/03/2021	52	7:20:00	7:21:00	00:00:37				AV UNIDAD NACIONAL	
1	01/03/2021	53	7:23:00	7:24:00	00:00:20	07:23	0:00:20,00	DA LA VUELTA	COLEGIO JEFFERSON	
1	01/03/2021	54	7:27:00	7:28:00	00:00:19				9 DE OCTUBRE	
1	01/03/2021	55	7:29:00	7:30:00	00:00:54				AV UNIDAD NACIONAL	
1	01/03/2021	56	7:33:00	7:34:00	00:00:21				9 DE OCTUBRE	
1	01/03/2021	57	7:35:00	7:36:00	00:00:13				ENRIQUE BARRIGA	
1	01/03/2021	58	7:36:00	7:37:00	00:00:39				ENRIQUE BARRIGA	
1	01/03/2021	59	7:38:00	7:39:00	00:01:03				AUGUSTO ZAMORA	
1	01/03/2021	60	7:40:00	7:41:00	00:00:00				LEONARDO DAVALOS	
1	01/03/2021	61	7:41:00	7:42:00	00:00:36				RODRIGO ALARCON	
1	01/03/2021	62	7:44:00	7:45:00	00:00:50				BOLIVAR CHIRIBOGA	
1	01/03/2021	63	7:46:00	7:47:00	00:00:26				DUCHICELA	
1	01/03/2021	64	7:47:00	7:48:00	00:00:34				DUCHICELA	
1	01/03/2021	65	7:50:00	7:51:00	00:00:25				DUCHICELA	
1	01/03/2021	66	7:52:00	7:52:00	00:00:28				DUCHICELA	
1	01/03/2021	67	7:54:00	7:55:00	00:01:06				CONDORAZO	
1	01/03/2021	68	7:55:00	7:56:00	00:00:21				CALICUCHIMA	
1	01/03/2021	69	7:57:00	7:58:00	00:00:00				JACINTO GONZALES	
1	01/03/2021	70	7:59:00	8:00:00	00:00:38				JACINTO GONZALES	
1	01/03/2021	71	8:01:00	8:02:00	00:00:24				JACINTO GONZALES	
1	01/03/2021	72	8:02:00	8:03:00	00:00:45				AUTACHI	
1	01/03/2021	73	8:04:00	8:05:00	00:00:26				CALICUCHIMA	
1	01/03/2021	74	8:05:00	8:06:00	00:00:41				CONDORAZO	
1	01/03/2021	75	8:08:00	8:09:00	00:00:27				DUCHICELA	

1	01/03/2021	76	8:10:00	8:11:00	00:00:38			*	DUCHICELA	PORLON
1	01/03/2021	77	8:15:00	8:16:00	00:00:27				AV LA PRENSA	
1	01/03/2021	78	8:19:00	8:21:00	00:00:40				SIN NOMBRE	
1	01/03/2021	79	8:23:00	8:23:00	00:01:31				VILLAS BRIGADA	
1	01/03/2021	80	8:24:00	8:25:00	00:00:36				AV LA PRENSA	
1	01/03/2021	81	8:26:00	8:27:00	00:00:00				BRASIL	
1	01/03/2021	82	8:28:00	8:28:00	00:01:12				BRASIL	
1	01/03/2021	83	8:30:00	8:31:00	00:00:41				BRASIL	
1	01/03/2021	84	8:32:00	8:34:00	00:00:27				BRASIL	
1	01/03/2021	85	8:35:00	8:36:00	00:00:24				AUTACHI	
1	01/03/2021	86	8:37:00	8:38:00	00:00:22				LOS SAUCES	
1	01/03/2021	87	8:40:00	8:40:00	00:01:51				AUTACHI	
1	01/03/2021	88	8:41:00	8:41:00	00:01:10				EPLICACHIMA	
1	01/03/2021	89	8:42:00	8:43:00	00:01:04				EPLICACHIMA	
1	01/03/2021	90	8:44:00	8:44:00	00:00:47				JACINTO GONZALES	
1	01/03/2021	91	8:45:00	8:46:00	00:00:54				PRINCESA CORI	
1	01/03/2021	92	8:48:00	8:49:00	00:00:30				PRINCESA CORI	
1	01/03/2021	93	8:50:00	8:52:00	00:00:35				PRIMERAS OLIMPIADAS	
1	01/03/2021	94	8:53:00	8:54:00	00:00:32				PRIMERAS OLIMPIADAS	
1	01/03/2021	95	8:55:00	8:55:00	00:03:10				CARLOS ZAMBRANO	
1	01/03/2021	96	8:56:00	8:57:00	00:00:25				CARLOS ZAMBRANO	
1	01/03/2021	97	8:58:00	8:58:00	00:00:00			VACIO	CARLOS ZAMBRANO	
1	01/03/2021	98	9:01:00	9:02:00	00:01:37				BRASIL	
1	01/03/2021	99	9:04:00	9:04:00	00:00:00			VACIO	BRASIL	
1	01/03/2021	100	9:05:00	9:05:00	00:00:00			VACIO	BRASIL	
1	01/03/2021	101	9:06:00	9:07:00	00:00:20				BRASIL	
1	01/03/2021	102	9:08:00	9:08:00	00:00:00			VACIO	BRASIL	
1	01/03/2021	103	9:09:00	9:10:00	00:00:42				PEDRO JOSE ARTETA	

1	01/03/2021	104	9:10:00	9:11:00	00:00:17	09:10	0:00:35,08	RECOGE BASURA	PEDRO JOSE ARTETA	
1	01/03/2021	105	9:12:00	9:14:00	00:00:58				HUMBERTO MERINO	
1	01/03/2021	106	9:14:00	9:15:00	00:00:00			VACIO	HUMBERTO MERINO	
1	01/03/2021	107	9:15:00	9:16:00	00:00:18				HUMBERTO MERINO	
1	01/03/2021	108	9:17:00	9:18:00	00:00:00			VACIO	BRASIL	
1	01/03/2021	109	9:19:00	9:20:00	00:01:21	09:19	0:00:42,12	RECOGE BASURA	URUGUAY	
1	01/03/2021	110	9:23:00	9:24:00	00:00:25	09:23	0:00:57,01	RECOGE BASURA	URUGUAY	
					00:00:33					
	REGRESO TALLERES		10:40:00		KM FINAL	53509				

Anexo 4. Recorrido Ruta 7 repetición 2.

RUTA 7					km Inicial	53356				
HORA SALIDA DE TALLERES:	5:31:00				km Final	53393				
RESPONSABLE: JOEL GAVIN					Total	37				
							TIEMPO MUERTO			
RUTA	FECHA	CONTENEDOR		PARADA	CARGA	DESCARGA	HORA	TIEMPO	OBSERVACIONES	
7	08/03/2021	1	816	5:32:00	5:33:00	00:00:17	05:32:00	00:00:12	RECOGE BASURA	AUGUSTIN TORRES
7	08/03/2021	2	817	5:34:00	5:35:00	00:00:25				AUGUSTIN TORRES
7	08/03/2021	3	818	5:36:00	5:36:00	00:00:32				JUAN CHIRIBOGA
7	08/03/2021	4	819	5:37:00	5:38:00	00:00:38	05:37:00	00:01:17	RECOGE BASURA	AUGUSTIN CASCANTE
7	08/03/2021	5	820	5:39:00	5:40:00	00:00:21				JUAN CHIRIBOGA
7	08/03/2021	6	821	5:41:00	5:41:00	00:00:24				MANUAL ARAUZ JIJON
7	08/03/2021	7	822	5:42:00	5:42:00	00:00:27				MANUAL ARAUZ JIJON
7	08/03/2021	8	823	5:43:00	5:44:00	00:00:21				JUAN CHIRIBOGA
7	08/03/2021	9	824	5:44:00	5:45:00	00:00:24				JUAN CHIRIBOGA
7	08/03/2021	10	825	5:45:00	5:46:00	00:00:17				AV. 11 DE NOVIEMBRE
7	08/03/2021	11	826	5:47:00	5:47:00	00:00:28				OSWALDO GUAYASAMIN
7	08/03/2021	12	827	5:48:00	5:50:00	00:01:15			FALLA LAS PINZAS	OSWALDO GUAYASAMIN
7	08/03/2021	13	828	5:51:00	5:52:00	00:00:38				JOAQUIN PINTO
7	08/03/2021	14	829	5:52:00	5:53:00	00:00:23				CAMILO EGAS
7	08/03/2021	15	830	5:54:00	5:54:00	00:00:26				CAMILO EGAS
7	08/03/2021	16	831	5:55:00	5:56:00	00:00:41	05:56:00	00:02:34	RECOGE BASURA	GILBERT

7	08/03/2021	17	83 2	5:57:00	5:58:00	00:01:01				KINGMAN
7	08/03/2021	18	83 3	5:58:00	5:59:00	00:00:33			DA RETRO	KINGMAN
7	08/03/2021	19	83 4	6:01:00	6:02:00	00:00:43				AV. 11 DE NOVIEMBRE
7	08/03/2021	20	83 5	6:03:00	6:03:00	00:00:00			VACIO	AV. 11 DE NOVIEMBRE
7	08/03/2021	21	83 6	6:04:00	6:04:00	00:00:46				M. RENDON
7	08/03/2021	22	83 7	6:06:00	6:08:00	00:00:33	06:08:00	00:02:17	DA LA VUELTA	AV. 11 DE NOVIEMBRE
7	08/03/2021	23	83 8	6:08:00	6:09:00	00:00:48				AV. 11 DE NOVIEMBRE
7	08/03/2021	24	83 9	6:09:00	6:10:00	00:01:29			RECOGE BASURA	AV. 11 DE NOVIEMBRE
7	08/03/2021	25	84 0	6:11:00	6:12:00	00:00:36				EMILIA COLINA
7	08/03/2021	26	84 1	6:13:00	6:13:00	00:00:19				EMILIA COLINA
7	08/03/2021	27	84 2	6:14:00	6:14:00	00:00:24				OROZCO
7	08/03/2021	28	84 3	6:15:00	6:16:00	00:00:20				OROZCO
7	08/03/2021	29	84 4	6:17:00	6:20:00	00:03:14			RECOGE BASURA DE ALREDEDOR	OROZCO
7	08/03/2021	30	84 5	6:21:00	6:22:00	00:00:32				TEOFILO SAENZ
7	08/03/2021	31	84 6	6:23:00	6:23:00	00:00:17				TEOFILO SAENZ
7	08/03/2021	32	84 7	6:24:00	6:25:00	00:00:59	06:25:00	00:02:23	DA LA VUELTA	TEOFILO SAENZ
7	08/03/2021	33	84 8	6:28:00	6:28:00	00:00:49				SAINT AMAND
7	08/03/2021	34	84 9	6:29:00	6:30:00	00:00:40				SAINT AMAND
7	08/03/2021	35	85 0	6:30:00	6:31:00	00:00:26				SAINT AMAND
7	08/03/2021	36	85 1	6:32:00	6:33:00	00:00:41				AV. CANONIGO RAMOS
7	08/03/2021	37	85 2	6:34:00	6:35:00	00:00:38				AV. CANONIGO RAMOS
7	08/03/2021	38	85 3	6:36:00	6:37:00	00:00:23				AV. CANONIGO RAMOS
7	08/03/2021	39	85 4	6:38:00	6:38:00	00:00:31				AV. CANONIGO RAMOS

7	08/03/2021	40	85 5	6:39:00	6:40:00	00:01:04				AV. CANONIGO RAMOS
7	08/03/2021	41	85 6	6:41:00	6:41:00	00:00:34				AV. CANONIGO RAMOS
7	08/03/2021	42	85 7	6:42:00	6:43:00	00:00:54			RECOGE BASURA	AV. CANONIGO RAMOS
7	08/03/2021	43	85 8	6:44:00	6:45:00	00:00:26	06:45:00	00:02:13	RECOGE BASURA REGADA	AV. CANONIGO RAMOS
7	08/03/2021	44	85 9	6:47:00	6:47:00	00:00:31				AV. CANONIGO RAMOS
7	08/03/2021	45	86 0	6:48:00	6:50:00	00:00:40	06:50:00	00:03:06	RECOGE BASURA REGADA	AV. CANONIGO RAMOS
7	08/03/2021	46	86 1	6:51:00	6:52:00	00:00:41				AV. PANAMERICANA
7	08/03/2021	47	86 2	6:53:00	6:54:00	00:00:29				AV. PANAMERICANA
7	08/03/2021	48	86 3	6:55:00	6:57:00	00:00:31				AV. PANAMERICANA
7	08/03/2021	49	86 4	6:58:00	6:58:00	00:01:14	06:58:00	00:00:58	FALLA EN LAS PINZAS	AV. PANAMERICANA
7	08/03/2021	50	86 5	8:02:00	8:03:00	00:00:45				AV. LIZARZABURU
7	08/03/2021	51	86 6	8:04:00	8:05:00	00:00:36				AV. LIZARZABURU
7	08/03/2021	52	86 7	8:06:00	8:07:00	00:00:00				AV. LIZARZABURU
7	08/03/2021	53	86 8	8:08:00	8:09:00	00:01:09			FALLA EN LAS PINZAS	AV. LIZARZABURU
7	08/03/2021	54	86 9	8:11:00	8:12:00	00:00:23	08:12:00	00:03:03	DA LA VUELTA	AV. MONSEÑOR LEONIDAS PROAÑO
7	08/03/2021	55	87 0	8:15:00	8:16:00	00:00:21				AV PANAMERICANA
7	08/03/2021	56	87 1	8:16:00	8:17:00	00:00:23				AV PANAMERICANA
7	08/03/2021	57	87 2	8:18:00	8:20:00	00:02:10			RECOGE BASURA	AV PANAMERICANA
7	08/03/2021	58	87 3	8:20:00	8:21:00	00:00:23				AV PANAMERICANA
7	08/03/2021	59	87 4	8:22:00	8:23:00	00:00:36				AV PANAMERICANA
7	08/03/2021	60	87 5	8:23:00	8:24:00	00:00:00			VACIO	AV PANAMERICANA
7	08/03/2021	61	87 6	8:25:00	8:26:00	00:01:14				AV PANAMERICANA
7	08/03/2021	62	87 7	8:26:00	8:27:00	00:00:20				AV PANAMERICANA

7	08/03/2021	63	87 8	8:28:00	8:28:00	00:00:00			VACIO	AV PANAMERICANA
7	08/03/2021	64	87 9	8:29:00	8:29:00	00:00:53			DEMASIADO LLENO	AV PANAMERICANA
7	08/03/2021	65	88 0	8:30:00	8:32:00	00:01:08			DEMASIADO LLENO	AV PANAMERICANA
7	08/03/2021	66	88 1	8:32:00	8:33:00	00:00:21				AV PANAMERICANA
7	08/03/2021	67	88 2	8:34:00	8:34:00	00:00:22				AV. LEONIDAS PROAÑO
7	08/03/2021	68	88 3	8:35:00	8:37:00	00:01:02			MUCHA BASURA EN EL CONTENEDOR	AV. LEONIDAS PROAÑO
7	08/03/2021	69	88 4	8:38:00	8:43:00	00:00:24				AV. LEONIDAS PROAÑO
7	08/03/2021	70	88 5	8:44:00	8:46:00	00:01:43			FALLA EN LAS PINZAS	AV. LEONIDAS PROAÑO
7	08/03/2021	71	88 6	8:47:00	8:48:00	00:00:54				AV. PANAMERICANA
7	08/03/2021	72	88 7	8:49:00	8:50:00	00:00:51				AV. PANAMERICANA
7	08/03/2021	73	88 8	8:51:00	8:51:00	00:00:00			VACIO	AV. PANAMERICANA
7	08/03/2021	74	88 9	8:52:00	8:52:00	00:00:36				AV. PANAMERICANA
7	08/03/2021	75	89 0	8:53:00	8:56:00	00:00:51				AV. PANAMERICANA
7	08/03/2021	76	89 1	8:56:00	8:57:00	00:00:21				AV. PANAMERICANA
7	08/03/2021	77	89 2	8:58:00	8:59:00	00:00:19	08:59:00	00:03:49	DA LA VUELTA	AV. PANAMERICANA
7	08/03/2021	78	89 3	9:04:00	9:05:00	00:00:21				ALBERTO COLOMA
7	08/03/2021	79	89 4	9:08:00	9:08:00	00:00:20				ANTONIO SALAS
7	08/03/2021	80	89 5	9:12:00	9:13:00	00:00:23				GONZALO ENDARA
7	08/03/2021	81	89 6	9:14:00	9:14:00	00:00:00			NO RECOGE CONTENEDOR DAÑADO	ANTONIO SALAS
7	08/03/2021	82	89 7	9:15:00	9:17:00	00:00:27				J.M. ROURA
7	08/03/2021	83	89 8	9:18:00	9:19:00	00:00:42	09:19:00	00:03:15	DA LA VUELTA	J.M. ROURA
7	08/03/2021	84	89 9	9:22:00	9:23:00	00:00:28				AV. 11 DE NOVIEMBRE
7	08/03/2021	85	90 0	9:24:00	9:24:00	00:00:00			CONTENEDOR CHOCADO	AV. 11 DE NOVIEMBRE

7	08/03/2021	86	90 1	9:25:00	9:26:00	00:00:36				AV. 11 DE NOVIEMBRE
7	08/03/2021	87	90 2	9:26:00	9:27:00	00:00:22	09:27:00	00:02:11	RECOGE BASURA Y SUBE OTRA VEZ EL CONTENEDOR	AV. 11 DE NOVIEMBRE
7	08/03/2021	88	90 3	9:28:00	9:28:00	00:00:25				AV. 11 DE NOVIEMBRE
7	08/03/2021	89	90 4	9:29:00	9:30:00	00:00:31				AV. 11 DE NOVIEMBRE
7	08/03/2021	90	90 5	9:31:00	9:32:00	00:00:24	09:32:00	00:02:54	DA LA VUELTA	AV. 11 DE NOVIEMBRE
7	08/03/2021	91	90 6	9:35:00	9:35:00	00:00:00			VACIO	A. CARRIO
7	08/03/2021	92	90 7	9:36:00	9:37:00	00:00:41				A. CARRIO
7	08/03/2021	93	90 8	9:37:00	9:38:00	00:00:00			VACIO	A. CARRIO
7	08/03/2021	94	90 9	9:39:00	9:40:00	00:00:46				A. CARRION
7	08/03/2021	95	91 0	9:41:00	9:41:00	00:00:00			DAÑADO	A. CARRION
7	08/03/2021	96	91 1	9:45:00	9:46:00	00:00:42				AGUSTIN CUEVA
7	08/03/2021	97	91 2	9:47:00	9:47:00	00:00:19				AGUSTIN CUEVA
7	08/03/2021	98	91 3	9:48:00	9:49:00	00:00:51			DEMASIADO LLENO	AGUSTIN CUEVA
7	08/03/2021	99	91 4	9:50:00	9:51:00	00:00:00			DAÑAD NO PUDO LEVANTAR	AGUSTIN CUEVA
7	08/03/2021	100	91 5	9:52:00	9:52:00	00:00:37				AGUSTIN CUEVA
7	08/03/2021	101	91 6	9:53:00	9:53:00	00:00:20				AGUSTIN CUEVA
7	08/03/2021	102	91 7	9:54:00	9:55:00	00:00:19				AGUSTIN CUEVA
7	08/03/2021	103	91 8	9:56:00	9:57:00	00:00:54	09:57:00	00:03:41	DA LA VUELTA	AGUSTIN CUEVA
7	08/03/2021	104	91 9	11:01:00	11:02:00	00:00:21				EMILIO ESTRADA
7	08/03/2021	105	92 0	11:03:00	11:04:00	00:00:13				EMILIO ESTRADA
7	08/03/2021	106	92 1	11:05:00	11:05:00	00:00:39				EMILIO ESTRADA
7	08/03/2021	107	92 2	11:08:00	11:08:00	00:00:00				GUSTAVO VALLEJO
7	08/03/2021	108	92 3	11:09:00	11:10:00	00:00:00			VACIO	GUSTAVO VALLEJO

7	08/03/2021	109	92 4	11:14:00	11:15:00	00:00:19	11:15:00	00:03:12	DA LA VUELTA	VICENTE SOLANO
7	08/03/2021	110	92 5	11:19:00	11:20:00	00:00:00	11:20:00	00:02:51	DA LA VUELTA	RICARDO DISCALZI
7	08/03/2021	111	92 6	11:21:00	11:22:00	00:00:23				VICENTE SOLANO
7	08/03/2021	112	92 7	11:23:00	11:24:00	00:00:19				S/N
7	08/03/2021	113	92 8	11:25:00	11:26:00	00:00:24				MANUELA SANCHEZ
7	08/03/2021	114	92 9	11:26:00	11:27:00	00:00:29				MANUELA SANCHEZ
7	08/03/2021	115	93 0	11:28:00	11:28:00	00:00:30				ROMERO Y CORDERO
7	08/03/2021	116	93 1	11:31:00	11:32:00	00:00:42	11:32:00	00:00:54	RECOGE BASURA	DEMETRIO AGUILERA
7	08/03/2021	117	93 2	11:33:00	11:34:00	00:00:00			DAÑADO	ROMERO Y CORDERO
7	08/03/2021	118	93 3	11:35:00	11:36:00	00:00:27				ROMERO Y CORDERO
7	08/03/2021	119	93 4	11:37:00	11:27:00	00:00:24				PADRE M OROZCO
7	08/03/2021	120	93 5	11:28:00	11:28:00	00:00:51			MUY LLENO	PADRE M OROZCO
7	08/03/2021	121	93 6	11:34:00	11:35:00	00:00:38				AV. LIZARZABURU
7	08/03/2021	122	93 7	11:36:00	11:37:00	00:00:18				PADRE M OROZCO
7	08/03/2021	123	93 8	11:38:00	11:39:00	00:00:26				RIO BULUBULU
7	08/03/2021	124	93 9	11:40:00	11:40:00	00:00:00			VACIO	RIO BULUBULU
7	08/03/2021	125	94 0	11:41:00	11:42:00	00:00:36				RIO CHIMBO
7	08/03/2021	126	94 1	11:43:00	11:43:00	00:00:24				RIO CHIMBO
7	08/03/2021	127	94 2	11:44:00	11:45:00	00:00:26				RIO QUEVEDO
7	08/03/2021	128	94 3	11:46:00	11:47:00	00:00:00			DAÑADO	RIO QUEVEDO
7	08/03/2021	129	94 4	11:48:00	11:49:00	00:00:31				RIO CURARAY
7	08/03/2021	130	94 5	11:50:00	11:51:00	00:00:20				RIO CUTUCHI
7	08/03/2021	131	94 6	11:51:00	11:52:00	00:00:29				RIO QUININDE

7	08/03/2021	132	94 7	11:52:00	11:53:00	00:00:17					RIO QUININDE	
7	08/03/2021	133	94 8	11:49:00	11:50:00	00:00:20	11:50:00	00:00:57	RECOGE BASURA		RIO QUININDE	
7	08/03/2021	134	94 9	11:54:00	11:55:00	00:00:26					ANGEL MARTINEZ	
7	08/03/2021	135	95 0	11:51:00	11:54:00	00:02:04			RECOGE BASURA		ANGEL MARTINEZ	
7	08/03/2021	136	95 1	11:55:00	11:56:00	00:00:36	11:56:00	00:02:03	DA LA VUELTA		ANGEL MARTINEZ	
7	08/03/2021	137	95 2	11:57:00	11:58:00	00:00:46					RIO SANTIAGO	
7	08/03/2021	138	95 3	11:59:00	12:00:00	00:00:23					RIO SANTIAGO	
7	08/03/2021	139	95 4	12:02:00	12:03:00	00:00:20					RIO VINCES	
7	08/03/2021	140	95 5	12:04:00	12:06:00	00:00:48					RIO SANTIAGO	
7	08/03/2021	141	95 6	12:09:00	12:11:00	00:00:00			DAÑADO		RIO BLANCO	
7	08/03/2021	142	95 7	12:12:00	12:12:00	00:00:32					RIO GUALLABAMBA	
7	08/03/2021	143	95 8	12:13:00	12:15:00	00:00:42					RIO GUALLABAMBA	
7	08/03/2021	144	95 9	12:15:00	12:17:00	00:00:38					RIO GUALLABAMBA	
7	08/03/2021	145	96 0	12:19:00	12:25:00	00:02:26	12:19:00	00:01:14	RECOGE BASURA		RIO COCA	
7	08/03/2021	146	96 1	12:26:00	12:27:00	00:00:00			VACIO		RIO COCA	
7	08/03/2021	147	96 2	12:28:00	12:28:00	00:00:16					RIO COCA	
7	08/03/2021	148	96 3	12:29:00	12:30:00	00:00:26	12:30:00	00:04:11	DA LA VUELTA		S/N	
7	08/03/2021	149	96 4	12:36:00	12:37:00	00:00:27					AV. LIZARZABURU	
7	08/03/2021	150	96 5	12:39:00	12:41:00	00:01:14					AV. PANAMERICANA	
7	08/03/2021	151	96 6	12:41:00	12:42:00	00:01:17					AV. PANAMERICANA	
7	08/03/2021	152	96 7	12:42:00	12:43:00	00:00:00			NO RECOGE		AV. PANAMERICANA	
		HORA DE RESGRESO A TALLERES			13:28:00		KM FINAL	53393				

