

UNIVERSIDAD AMAZÓNICA DE PANDO
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y NATURALES
CARRERA INGENIERÍA AMBIENTAL



Optimización de Rutas para la Recolección de Residuos Sólidos Domiciliarios
en el Área Urbana de Porvenir-Pando

Proyecto de Grado para Optar al Grado Académico de
Licenciatura en Ingeniería Ambiental

Autora: Gemimax Añez Pérez

Tutor: Ing. David Gómez Roca

Cobija – Pando - Bolivia

2023

UNIVERSIDAD AMAZÓNICA DE PANDO
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y NATURALES
CARRERA INGENIERÍA AMBIENTAL

OPTIMIZACIÓN DE RUTAS PARA LA RECOLECCIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS
DOMICILIARIOS EN EL AREA URBANA DE PORVENIR-PANDO

Tesis de grado sometida a consideraciones de la Universidad Amazónica de Pando
Facultad de Ciencias Biológicas y Naturales. Carrera Ingeniería Ambiental

Requisito para optar al grado de:
Licenciatura en Ingeniería Ambiental

Por:

Gemimax Añez Pérez

Cobija- Pando- Bolivia

HOJA DE APROBACIÓN

Tesis aprobada por:

Ing. Félix Mauricio Elias Alí
TRIBUNAL

Ing. Richard Andrés Benítez Romero
TRIBUNAL

Ing. Marcelo Iván Saavedra Loma
TRIBUNAL

Ing. David Gómez Roca
ASESOR

Cobija, 2023

DEDICATORIA

A Dios por darme la vida.

A mi mamá Raquel Pérez, por darme incondicionalmente el amor y cariño más sincero.

A mi papá Remberto Añez por su amor, paciencia y comprensión.

A mis hermanos Fabiola, Laura, Virginia, Gerson, y a todos mis amados sobrinos.

A mi gatita Melisa y mi adorado Stormi, por ser los amigos más leales que eh tenido.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por darme la vida.

A mi madre Raquel Pérez Vaca, por todos los esfuerzos que hizo para sacarnos adelante a mis hermanos y a mí, por todo su amor incondicional.

Al M.Sc. Ing. Zenobio Mamani Rivas, por guiarme y compartir sus conocimientos durante todo el proceso de elaboración de mi proyecto.

A mi asesor Ing. David Gómez Roca, por sus colaboraciones, guías y orientaciones que me dio para lograr realizar mi trabajo

A los miembros del tribunal, Ing. Félix Mauricio Elías Ali, Ing. Richard Andrés Benítez Romero y Ing. Marcelo Iván Saavedra Loma por brindarme sus sugerencias y observaciones para realizar mi trabajo.

Al Gobierno Autónomo Municipal de Porvenir, por otorgarme la información y ayuda que se necesitaba para lograr mi proyecto de grado.

A la Lic. Benicia Becerra Baptista, por sus sugerencias y consejos que me dio durante este proceso.

Al señor Rodolfo López Aguilera, por compartir conmigo sus conocimientos sobre la recolección y transporte de residuos sólidos durante mi trabajo de campo.

Al Ing. Pedro Gómez Roca, por su ayuda y enseñanza en la elaboración de mi trabajo final.

A los Ingenieros Alain J. Ledezma Balderrama, Javier Lucio Cruz Copa y David Calliconde, por colaborarme en la elaboración de mis mapas y tabulaciones.

A mis amigas, Yeetsy Javier por su ayuda durante las encuestas realizadas, a Lis Dayana por sus orientaciones en la redacción y compañía en mi trabajo de campo, a Lixi Rivero por su apoyo en

la recolección de datos en mi trabajo de campo, a Karencita por su valiosa ayuda en la prestación de una balanza y a mi amiga yaritza Alves por darme ánimos durante todo este proceso.

Finalmente, agradezco a todas las personas, docentes, familiares y amigos, por sus comentarios de apoyo y ánimos para que pueda culminar con mis estudios universitarios.

Resumen

El presente proyecto, titulado “Optimización de Rutas para la Recolección de Residuos Sólidos Domiciliarios en el Área Urbana de Porvenir-Pando”, el mismo que tuvo como objetivos general; Diseñar estrategias eficientes para optimizar las rutas de recolección de residuos sólidos domiciliarios en la localidad de Porvenir para el periodo 2023-2025 y sus objetivos específicos fueron; realizar un diagnóstico actual del sistema de recolección de los residuos sólidos domiciliarios en el área urbana; recopilar información sobre la caracterización de residuos sólidos y proponer el diseño de rutas alternativas para el recojo eficiente de residuos sólidos domiciliarios en el área urbana del municipio de Porvenir. La metodología que se empleó para el logro de los objetivos, primeramente, se dividió el área urbana del municipio de Porvenir en tres sectores, tales como; Macro Ruta 1, Macro Ruta 2 y Macro Ruta 3 tomando en cuenta la bibliografía, tratando de que cada parte sea lo más homogénea posible. Y como conclusiones se tienen las siguientes; se evidencia que el sistema de recojo de residuos sólidos domiciliarios, no es aplicado para todos los barrios que la componen el área urbana de la ciudad de Porvenir, esto por motivo que el municipio alquila una camioneta, la cual no tiene la capacidad suficiente y mucho peor las rutas definidas de acuerdo a un estudio para la recolección de basura; la generación y caracterización de los residuos sólidos, en el área urbana del municipio de Porvenir, fueron encontrados en la Tesis titulada “Investigación Cualitativa y Cuantitativa de la Generación de los Residuos Sólidos Domiciliarios en el Área Urbana del Municipio de Porvenir-Pando”, donde menciona que la producción per cápita fue de 0,341 Kg/hab.-día; el diseño propuesto de rutas alternativas para el recojo de residuos sólidos para toda el área urbana del municipio de Porvenir, se tiene el mapa de diagnóstico Macro Ruteo, mapa de

diagnóstico Zona de Equipamiento y mapa de diagnóstico de Micro Ruteo (figuras 37, 38 y 39). Y por último tenemos las siguientes recomendaciones; que a través de la Gobierno Municipal de Porvenir, puedan gestionar la compra de un vehículo recolector de residuos domiciliarios, esto con el objetivo de optimizar el servicio para toda la población y así poder hacer el recorrido por todos sus barrios que la componen; se recomienda poner en marcha las propuestas del presente estudio, referente a las rutas optimizadas para el recojo de basura a través del vehículo recolector; gestionar la adquisición de una compactadora para garantizar al 100% la cobertura de recolección de residuos sólidos; fomentar la creación de un programa para el aprovechamiento de los residuos orgánicos generados diariamente, ya que dichos residuos presentan un gran potencial de materia orgánica que es altamente aprovechable para procesos de obtención de abonos y fertilizantes orgánicos; se recomienda hacer campañas educativas acerca de la importancia del reciclaje y clasificación de residuos sólidos con el fin de minimizar la generación de residuos, mejorando así la prestación del servicio de recolección; como también se recomienda la construcción de un relleno sanitario, para la deposición de todos los residuos domiciliarios generados por el área urbana del municipio de Porvenir y dotar de indumentarias y equipos adecuados a los funcionarios para llevar adelante el servicio de recojo de basura más eficiente y segura.

Palabras claves: Rutas, Residuos sólidos, Macro y Micro ruteo, recolección

Abstract

The present directed work project, entitled "Optimization of Routes for the Collection of Household Solid Waste in the Urban Area of Porvenir-Pando", the same one that had as general objectives; Design efficient strategies to optimize household solid waste collection routes in the town of Porvenir for the period 2023-2025 and its specific objectives were; carry out a current diagnosis of the household solid waste collection system in the urban area; collect information on the characterization of solid waste and propose the design of alternative routes for the efficient collection of household solid waste in the urban area of the municipality of Porvenir. The methodology that was used to achieve the objectives, first divided the urban area of the municipality of Porvenir into three sectors, such as; Macro Route 1, Macro Route 2 and Macro Route 3 taking into account the bibliography, trying to make each part as homogeneous as possible. And as conclusions we have the following; It is evident that the household solid waste collection system is not applied to all the neighborhoods that make up the urban area of the city of Porvenir, this is for the reason that the municipality rents a van, which does not have enough capacity and much worse the routes defined according to a study for garbage collection; the generation and characterization of solid waste, in the urban area of the municipality of Porvenir, were found in the Thesis entitled "Qualitative and Quantitative Research on the Generation of Household Solid Waste in the Urban Area of the Municipality of Porvenir-Pando", where mentions that per capita production was 0.341 Kg/inhab.-day; the proposed design of alternative routes for solid waste collection for the entire urban area of the municipality of Porvenir, there is a Macro Routing diagnostic map, Equipment Zone diagnostic map and Micro Routing diagnostic map (figures 37, 38 and 39). And finally we have the following recommendations; that through the Municipal Government of Porvenir, they can manage the purchase of a household waste collection vehicle,

this with the aim of optimizing the service for the entire population and thus be able to tour all its component neighborhoods; It is recommended to implement the proposals of this study, referring to the routes optimized for the collection of garbage through the collection vehicle; manage the acquisition of a compactor to guarantee 100% coverage of solid waste collection; encourage the creation of a program for the use of organic waste generated daily, since said waste has great potential for organic matter that is highly usable for processes to obtain organic fertilizers and fertilizers; it is recommended to carry out educational campaigns about the importance of recycling and classification of solid waste in order to minimize the generation of waste, thus improving the provision of the collection service; as well as the construction of a sanitary landfill is recommended, for the disposal of all household waste generated by the urban area of the municipality of Porvenir and to provide adequate clothing and equipment to officials to carry out the most efficient garbage collection service and safe.

Keywords: Household waste, contamination, routes,

Contenido

1.	Introducción.....	1
2.	Nombre de la Entidad Beneficiaria.....	3
2.1	Referencia Geográfica del Proyecto.....	3
3.	Denominación del Proyecto.....	4
3.1	Descripción del Problema.....	4
3.2	Formulación del Problema.....	5
4.	Justificación.....	6
5.	Objetivos.....	8
5.1	Objetivo General.....	8
5.2	Objetivos Específicos.....	8
6.	Marco Teórico.....	9
6.1	Residuos Sólidos.....	9
6.1.1	Residuos Sólidos Domiciliarios.....	9
6.1.2	Clasificación de los Residuos Sólidos Según su Origen.....	9
6.2	Recolección de Residuos Sólidos.....	10
6.2.1	Frecuencias de Recolección de Residuos Sólidos.....	11
6.2.2	Almacenamiento.....	12
6.2.3	Equipos de Recolección y Transporte.....	12
6.2.4	Métodos de Recolección.....	14
6.3	Rutas de Recolección.....	18
6.3.1	Macro Ruteo.....	18
6.3.2	Micro Ruteo.....	18
6.3.3	Métodos Para el Trazado de Rutas.....	19
6.3.4	Métodos Heurísticos Para el Trazado de Rutas.....	20
6.3.5	Algoritmos y Modelos Matemáticos.....	20
6.4	Marco Legal.....	20
7.	Metodología.....	23
7.1	Tipo de Investigación.....	23
7.2	Diseño de Investigación.....	23
7.3	Técnica e Instrumentos de Recolección de Datos.....	23

7.4	Técnica de Procesamiento de Datos.....	24
8.	Marco Referencial.....	25
9.	Diagnostico.....	26
9.1	Situación Actual del Sistema de Recolección de Residuos Sólidos.....	26
9.1.1	Organigrama.....	26
9.1.2	Recursos Humanos.....	27
9.1.3	Costos del Sistema Actual de Recolección.....	27
9.1.4	Resumen de Costos del Sistema Actual.....	29
9.2	Ruteo Actual.....	29
9.2.1	Resumen de las Rutas Actuales.....	33
9.3	Método de Recolección Actual.....	35
9.3.1	Frecuencia de Recolección.....	35
9.3.2	Disposición Final Actual.....	35
9.4	Percepción de la Población Sobre el Actual Sistema de Recolección.....	35
9.4.1	Descripción de la Determinación de la Muestra.....	36
10.	Estudio de Caracterización de Residuos Sólidos en Porvenir.....	47
10.1	Producción Per Cápita Kg/ Hab-Día.....	47
10.2	Determinación de la Generación de Residuos Sólidos en Porcentaje.....	48
10.3	Cantidad de Residuos Generados Por Día.....	49
10.4	Aspectos Generales de Porvenir.....	49
10.4.1	Población.....	49
10.4.2	Topografía.....	49
10.4.3	Vegetación.....	50
10.4.4	Clima.....	50
10.4.5	Hidrología.....	51
10.5	Aspectos Socioeconómicos.....	52
10.5.1	Servicios Básicos.....	52
11.	Propuesta del Proyecto.....	53
11.1	Medios de Protección Personal.....	54
11.1.1	Protección Para la Vista.....	54
11.1.2	Protección Para las Manos.....	54

11.1.3	Protección del Cuerpo.....	54
11.1.4	Protección de los Pies.....	55
11.1.5	Protección Para la Cabeza.....	56
11.2	Forma de Almacenamiento Conforme a la Normativa.....	56
11.2.1	Consideraciones Para el Almacenamiento en los Domicilios.....	56
11.2.2	Consideraciones Técnicas del Área de Almacenamiento Domiciliario...	57
11.3	Sistema de Cobro Propuesto Para el Servicio de Recolección.....	58
11.3.1	Propuesta de la Entidad Recaudadora.....	58
11.3.2	Determinación de Categorías Para el Cobro Por el Servicio.....	59
11.3.3	Pago de Servicio Por Recolección de Residuos Sólidos.....	60
11.4	Vehículo Recolector Propuesto.....	62
11.5	Tipo de Recolección.....	63
11.5.1	Frecuencia de Recolección.....	63
11.5.2	Horario de Recolección.....	63
11.5.3	Disposición final.....	63
12.	Macro y Micro Ruteo Propuesto.....	64
12.1	Objetivos del Macro y Micro Ruteo.....	64
12.1.1	Objetivo General.....	64
12.1.2	Objetivos Específicos.....	64
12.1.3	Macro Ruteo.....	64
12.1.4	Micro Ruteo.....	67
12.2	Modelo del Cronograma Para la Recolección de Residuos Sólidos.....	71
12.3	Cuadro Comparativo de las Rutas Actuales y la Propuesta.....	71
13.	Factibilidad.....	72
14.	Evaluación del Proyecto.....	73
14.1	Costos Asociados al Proyecto.....	73
14.2	Resumen de Costos.....	75
15.	Conclusiones.....	77
16.	Recomendaciones.....	78
17.	Bibliografía.....	79
18.	Anexos.....	82

Lista de Tablas

Tabla 1. Gastos Por Concepto de Salarios.....	27
Tabla 2. Gastos Por Concepto de Transporte de Residuos Sólidos.....	27
Tabla 3. Medios de Seguridad Para la Recolección.....	28
Tabla 4. Herramientas Para la Recolección.....	28
Tabla 5. Costo de Materiales Para el Servicio de Barrido.....	28
Tabla 6. Resumen de Costos del Sistema Actual.....	29
Tabla 7. Resumen de Rutas Actuales.....	33
Tabla 8. Frecuencia de Recolección.....	37
Tabla 9. Horario de Recolección.....	38
Tabla 10. Barrido de Calles.....	39
Tabla 11. Satisfacción del Servicio de Recolección.....	40
Tabla 12. Basureros Disponibles.....	41
Tabla 13. Que Hace con sus Residuos Sólidos Cuando no Pasa el Camión Recolector...	42
Tabla 14. Cantidad de Personas Dentro de los Domicilios.....	43
Tabla 15. Disponibilidad de Pago Por el Servicio de Recolección.....	44
Tabla 16. Interés de Recibir un Servicio Mejorado de Recolección de Residuos Solidos	45
Tabla 17. Determinación de la Producción Per-Cápita.....	46
Tabla 18. Población Actual.....	48
Tabla 19. Población Proyectada.....	49
Tabla 20. Temperatura Por Meses.....	51
Tabla 21. Número de Viviendas.....	52
Tabla 22. Energía Eléctrica.....	52
Tabla 23. Categorización y Consumo de Energía Eléctrica.....	59
Tabla 24. Especificaciones Básicas del Vehículo Propuesto.....	62

Tabla 25. Cuadro Comparativo de la Ruta Actual y la Propuesta.....	71
Tabla 26. Costos de Uniformes y Herramientas Por Año.....	73
Tabla 27. Costo del Personal.....	74
Tabla 28. Costo de Adquisición de un Vehículo Compactador.....	74
Tabla 29. Costo de Combustible.....	74
Tabla 30. Resumen de los Costos.....	75

Índice de Figuras

Figura 1. Localización del Área Urbana de Porvenir.....	3
Figura 2. Modelo de Triciclo.....	13
Figura 3. Modelos de Camiones Abiertos.....	14
Figura 4. Camiones Recolectores.....	14
Figura 5. Modelo Método de Esquina o de Parada Fija.....	15
Figura 6. Modelo Método de Acera.....	16
Figura 7. Modelo Intra Domiciliario.....	17
Figura 8. Modelo Método Contenedores Fijos.....	17
Figura 9. Modelo de Recolección Por el Método de Peine.....	19
Figura 10. Modelo de Recolección por el Método de Doble Peine.....	19
Figura 11. Organigrama.....	26
Figura 12. Primer Recorrido del Vehículo.....	30
Figura 13. Segundo Recorrido del Vehículo.....	31
Figura 14. Tercer recorrido del vehículo.....	32
Figura 15. Mapa de Diagnostico de Recolección Actual de los Residuos Sólidos.....	34
Figura 16. Frecuencia de Recolección.....	37
Figura 17. Horario de Recolección.....	38
Figura 18. Barrido de Calles.....	39
Figura 19. Satisfacción del Servicio de Recolección.....	40
Figura 20. Basureros Disponibles.....	41
Figura 21. Que Hace Con sus Residuos Sólidos Cuando no Pasa el Camión Recolector...	41
Figura 22. Cantidad de Personas Dentro de los Domicilios.....	43
Figura 23. Disponibilidad de Pago Por el Servicio de Recolección.....	44
Figura 24. Interés de Recibir un Servicio Mejorado de Recolección de Residuos Sólidos..	45

Figura 25. Determinación de la Generación de Residuos Sólidos Por Tipo en Porcentaje..	47
Figura 26. Vegetación.....	50
Figura 27. Hidrología.....	51
Figura 28. Protección Para la Vista.....	54
Figura 29. Protección Para las Manos.....	54
Figura 30. Protección del Cuerpo.....	55
Figura 31. Protección de los Pies.....	55
Figura 32. Sombreros.....	56
Figura 33. Separación de los Residuos Según la Normativa.....	57
Figura 34. Vehículo Recolector Propuesto.....	62
Figura 35. Mapa de Diseño Macro Ruteo.....	65
Figura 36. Mapa de Diagnostico Zonas de Equipamientos.....	66
Figura 37. Mapa de Diseño Micro Ruteo Optimizado.....	67
Figura 38. Diseño Primera Micro Ruta Optimizada.....	68
Figura 39. Diseño Segunda Micro Ruta Optimizada.....	69
Figura 40. Diseño Tercera Micro Ruta Optimizada.....	70
Figura 41. Modelo de Cronograma Para la Recolección.....	71

1. Introducción

Los residuos sólidos existen desde los inicios de la humanidad como subproducto de la actividad de los seres humanos. Desde luego, su composición física y química ha ido variando de acuerdo con la evolución cultural y tecnológica, Por lo tanto, se puede establecer que, a lo largo de la historia, el primer problema de los residuos sólidos ha sido su eliminación, pues su presencia es más evidente que otro tipo de residuos y su proximidad resulta molesta. La sociedad solucionó este problema quitándolo de la vista, arrojándolo a las afueras de las ciudades, cauces de los ríos o en el mar u ocultándolo mediante enterramiento. de la civilización. Dicha situación se ha venido tratando con la implementación de servicios de recolección.

Un reporte del Banco Mundial (2018), menciona que el mundo genera 2010 millones de toneladas de residuos sólidos anualmente, toda esta basura generada está ahogando los océanos, lagos y ríos; está obstruyendo los drenajes y causando inundaciones, Un informe reciente indica que para el año 2050 se generarán 3400 millones de toneladas de desechos en todo el mundo. Esto es simplemente alarmante y nos obliga a considerar las consecuencias de lo que hacemos. Las cifras de este reporte indican el latente problema de contaminación ambiental en el que se encuentra nuestro planeta, debido la deficiente administración de los residuos sólidos en casi todas las naciones del planeta.

Según el Programa Plurinacional de Gestión de Residuos Sólidos (2011) en Bolivia, la prestación de servicios de aseo se limita a atender los servicios de barrido, recolección y transporte, en algunos casos la última etapa donde se depositan los residuos sólidos, sin la visión de implementar una gestión integrada que incluya la minimización de residuos y aprovechamiento de los residuos sólidos. Las dificultades radican principalmente, en la falta de políticas, personal capacitado, recursos económicos y financieros entre otros.

En el departamento Pando, la industria no se ha desarrollado de la misma manera que en otras ciudades, sin embargo la contaminación ambiental viene siendo un factor determinante en la salud pública, en el caso específico de la ciudad de Cobija, uno de los factores que contribuye a la contaminación del ambiente y generación de enfermedades infectocontagiosas; esto se debe a varios inconvenientes uno de ellos es el servicio de aseo urbano poco técnico y deficiente (Bautista, Nùñez, & Calderòn, 2010).

Una investigación realizada en la localidad Porvenir (Flores, 2017), determinó la Producción percapita de Porvenir es 0,341 kg/día, los residuos son principalmente: alimenticios (63%), no reciclables (8%) y 26% reciclables, asimismo la investigación encontró que en esta localidad no existe un plan para los residuos desde su generación hasta su disposición final.

La investigación actual tiene como objetivo proporcionar una solución a las demandas de los residentes en relación con la recolección de residuos sólidos domiciliarios, mediante la optimización del sistema de recolección de. Asegurando principalmente reducir la contaminación ambiental.

Por lo tanto, el objetivo general de esta investigación es el siguiente: Diseñar estrategias eficientes para optimizar el sistema de recolección de residuos sólidos actual de la localidad de Porvenir para el periodo de 2023-2025, con los siguientes objetivos específicos: a) Realizar un diagnóstico actual del sistema de recolección de residuos sólidos de la zona urbana, b) Recopilar información sobre la caracterización de residuos sólidos, c) Proponer la creación de rutas alternativas para el recojo eficiente de residuos sólidos de hogares en el área urbana de Porvenir.

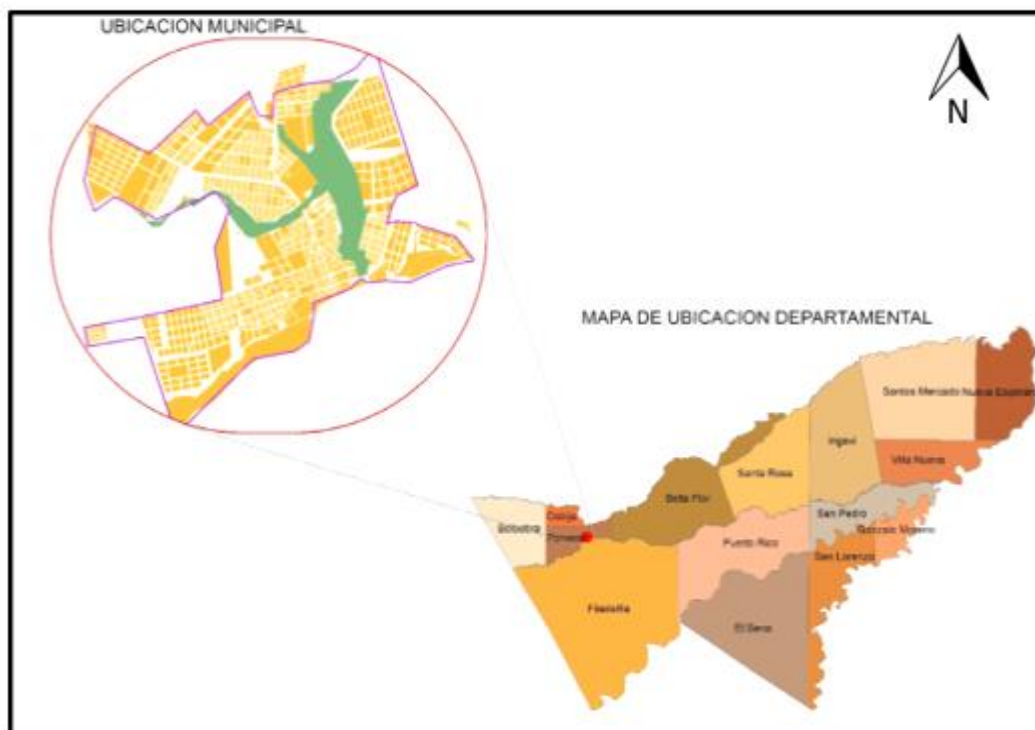
2. Nombre de la Entidad Beneficiaria

Con la presente investigación se beneficiará al Gobierno Autónomo Municipal de Porvenir del departamento Pando.

2.1 Referencia Geográfica del Proyecto

Porvenir es capital de la primera sección de la Provincia Nicolás Suárez, capital que se encuentra a 33 kilómetros de distancia de la ciudad de Cobija, carretera troncal Cobija-Porvenir. Esta, limita al norte con la Provincia Manuripi, al este con el Municipio de Filadelfia, y al oeste con la comunidad Mukden. Tiene una ubicación Geográficamente entre los 68° 11' y 69° 00' de longitud Oeste y entre los 11° 00' y 11° 38' de latitud Sur.

Figura 1. Localización del Área Urbana de Porvenir



Fuente: Elaboración propia, 2022

3. Denominación del Proyecto

En la gestión 2023-2025, se propone implementar un plan de optimización de rutas. Para lograr esto, es necesario realizar un análisis exhaustivo del sistema de recolección actual y determinar las áreas de mayor concentración de residuos, así como los horarios de mayor demanda.

3.1 Descripción del Problema

El problema de los residuos sólidos en Bolivia es una situación preocupante que requiere atención inmediata. En el año 2019, la ciudad de La Paz sufrió las consecuencias de un deslizamiento en Alpacoma, lo que generó graves problemas en el servicio de aseo urbano. Este incidente puso en evidencia una problemática que se ha venido arrastrando durante años, tanto en Bolivia como en el resto del mundo. (Gonzales, 2019).

El crecimiento poblacional es uno de los agentes de mayor generación de residuos, ya sea orgánicos como inorgánicos, estos que vienen a contaminar el suelo, agua y el aire, como también existiendo la proliferación de muchas enfermedades para los seres humanos como para los animales, en el área urbana del municipio de Porvenir actualmente se está atravesando con la problemática de la generación de muchos residuos domiciliarios, lo que está afectando a su medio ambiente y a su salud, por ser un área turística, con más razón hay que poner interés en el manejo y cuidado, con el propósito de mitigar el impacto de la contaminación.

Es por ello que en dicha investigación se pretende dar una propuesta que vaya a dar solución al mal manejo inadecuado de los residuos sólidos en el área urbana de Porvenir.

3.2 Formulación del Problema

¿Cómo optimizar las rutas de recolección de residuos sólidos domiciliarios utilizando estrategias eficientes para el área urbana de Porvenir?

4. Justificación

La recolección de residuos sólidos es un paso importante para el manejo adecuado de los mismos, ya que su presencia prolongada en lugares públicos y en los hogares puede causar una variedad de problemas. Es fundamental tener un sistema de recolección eficiente y efectivo, ya que un manejo inadecuado de los desechos sólidos no causa daño directo a la salud humana, sino que fomenta factores de riesgo que causan enfermedades por transmisión vectorial (moscas, cucarachas, ratas).

En primer lugar, un adecuado manejo de los residuos sólidos tiene un impacto positivo en el medio ambiente. Mediante la implementación de procesos de separación y reciclaje, se reduce la cantidad de residuos que terminan en vertederos o incineradoras, lo que ayuda a minimizar la contaminación del suelo, el agua y el aire. Además, la utilización de tecnologías adecuadas, como el compostaje, permite obtener abono orgánico de calidad que puede ser utilizado en la agricultura sin dañar el entorno natural. (Barreda, 2019).

Según (Galvis, 2016), La mala disposición de residuos tiene un impacto negativo en el medio ambiente, especialmente en la contaminación de fuentes hídricas. La acumulación de residuos en ríos, canales y arroyos produce una contaminación directa de las aguas superficiales. Además, en los botaderos a cielo abierto o en lugares inapropiados, la descomposición de los desechos genera líquidos percolados o lixiviados que también contaminan las aguas subterráneas.

El servicio de recojo y disposición final de los residuos sólidos en Porvenir, actualmente se realiza de manera limitada, siendo motivo para que la población bote sus residuos a la intemperie, provocando impactos ambientales negativos, generando también conflictos sociales, y problemas de salud pública de forma indirecta con la proliferación de los vectores como las moscas, mosquitos, ratas entre otros, en este ámbito se plantea una propuesta de recolección de los residuos sólidos domiciliarios, por lo mencionado, es de suma importancia primeramente

realizar un diagnóstico más detallado sobre la situación en porvenir para poder diseñar un proyecto adecuado y que se adapte a las necesidades del lugar.

Mediante la propuesta, se espera mejorar el servicio para los pobladores, asimismo mitigar los daños causados por los residuos hacia la atmosfera, agua, suelo, etc.

5. Objetivos

5.1 Objetivo General

Diseñar estrategias eficientes para optimizar las rutas de recolección de residuos sólidos domiciliarios en la localidad de Porvenir para el periodo 2023-2025.

5.2 Objetivos Específicos

- Realizar un diagnóstico actual del sistema de recolección de los residuos sólidos domiciliarios en el área urbana.
- Recopilar información sobre la caracterización de residuos sólidos.
- Proponer el diseño de rutas alternativas para el recojo eficiente de residuos sólidos domiciliarios en el área urbana del Municipio de Porvenir.

6. Marco Teórico

6.1 Residuos Sólidos

La Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos N° 755 establece de manera clara y precisa la definición de los residuos sólidos. Según esta ley, los residuos sólidos son aquellos materiales en estado sólido o semisólido que no son considerados peligrosos, pero que el generador o poseedor decide o necesita desechar. Estos residuos pueden ser susceptibles de aprovechamiento o requerir procesos de tratamiento o disposición final.

6.1.1 Residuos Sólidos Domiciliarios

Según la NB 742 en su terminología Menciona que: los residuos sólidos Domiciliarios son productos de toda actividad doméstica, son adecuados por su tamaño para ser recogidos por los servicios municipales convencionales.

6.1.2 Clasificación de los Residuos Sólidos Según su Origen

La ley 755 de Gestión Integral de Residuos Sólidos, clasifica los residuos sólidos como a continuación se detalla:

a) Por sus características

Residuos No Peligrosos: Residuos que no tienen características de peligrosidad ni son de carácter especial y comprende las siguientes fracciones: orgánicos, reciclables y no aprovechables.

Residuos Especiales: Vehículos, materiales voluminosos, muebles voluminosos llantas o neumáticos, residuos forestales, etc.

Residuos Peligrosos: Los residuos venenosos son aquellos que logran ocasionar perjuicios o destrucción en materiales, como metales, a través de reacciones químicas. Estos

residuos pueden ser ácidos o bases fuertes, y su manejo adecuado es crucial para evitar accidentes.

b) Por fuente de generación

Residuo Municipal: Residuos generados en las siguientes fuentes de generación, domicilios, comercios, empresas e instituciones, servicios de barrido y limpieza de áreas públicas.

Residuo Industrial: Residuos generados en los rubros o actividades, industrial manufacturero, mantenimiento de maquinarias o vehículos, hidrocarburífero, minero y metalúrgico.

c) Por su gestión operativa

Residuos Municipales: Son aquellos que se generan en domicilios, comercios, instituciones, en los servicios de barrido, limpieza y mantenimiento de vías públicas y áreas verde, así como los residuos similares a domicilios generados en las industrias y establecimientos de salud.

Residuos Especiales: Son aquellos que, por sus características de volumen, y composición requieren de una gestión operativa especial.

Residuos Peligrosos: se refiere a aquella materia prima que pueden causar daños o destrucción en otros objetos debido a reacciones químicas. En el ámbito deportivo, esto podría incluir productos químicos utilizados para el mantenimiento de instalaciones o equipos, como ácidos o bases fuertes.

6.2 Recolección de Residuos Sólidos

La recolección es la recogida de los residuos sólidos acondicionados por el generador para encaminarlos por el medio de transporte adecuado, a una estación de transferencia, a una

unidad de tratamiento o al lugar de disposición final, se puede decir entonces que la recolección de los residuos sólidos es el nexo entre la disposición inicial en los domicilios y el sistema de disposición final (Ortiz y Muñoz, 2021).

6.2.1 Frecuencias de Recolección de Residuos Sólidos

Uno de los factores más importantes a tener en cuenta es la cantidad de residuos generados en nuestras instalaciones deportivas. Si tenemos una alta afluencia de personas, es probable que se generen más residuos, lo que requerirá una frecuencia de recogida más frecuente. Por ejemplo, en estadios o arenas de gran capacidad, donde se celebran eventos deportivos masivos, es necesario programar recogidas más regulares para evitar la acumulación de residuos y mantener un ambiente limpio y ordenado. (Marquez, 2016).

- **Recolección diaria:**

Se recorre la totalidad de las rutas diariamente, excepto los Domingos; por lo que los lunes, los residuos que se recolecta corresponde al período Sábado Domingo. Para efectos prácticos, puede decirse que los lunes se recolecta un 100% más de residuos, que el resto de los días de la semana (Nelson, 2008, p.26).

- **Recolección cada tercer día:**

La frecuencia de recogida de residuos sólidos en nuestras instalaciones. Es importante destacar que la elección de la frecuencia de recogida puede variar según la ubicación y las necesidades específicas de cada lugar. Sin embargo, en muchos casos, se ha encontrado que una frecuencia de recolección de tres veces por semana es altamente recomendada. (Nelson, 2008, p.26).

- **Recolección dos veces por semana:**

La siguiente recolección es frecuente ya que “el camión establece un horario de servicio en el que se eligen dos días a la semana cada dos y/o tres días” en este sentido se podría decir que se espera recolectar los residuos días intercalados. (Nelson, 2008).

6.2.2 Almacenamiento

El almacenamiento es un paso muy importante a tomar en cuenta dado que “Son pocos los lugares donde se tiene un almacenamiento adecuado en los domicilios, comercios, industrias y hospitales”. A continuación, se detalla algunos tipos de almacenamiento (Figueroa, 2008).

- **Almacenamiento domiciliario:**

Los tipos de almacenamiento domiciliarios en general son inadecuados, en primer lugar, los recipientes varían, ya que se emplean desde las bolsas de papel, plásticos, cajas de cartón, hasta botes de láminas, madera o plástico, los cuales en ocasiones no son lo suficientemente resistentes para contener residuos sólidos o no son los idóneos para ser manejados por el personal de recolección (Figueroa, 2008).

- **Almacenamiento comercial:**

El almacenamiento comercial varía del tipo de residuos domésticos “Este tipo de almacenamiento comprende el que se lleva a cabo en los mercados, tiendas de abarrotes, restaurantes y hoteles” aunque para la recolección no es de mucha diferencia ya que en algunos comercios se generan casi los mismos tipo de residuos (Figueroa, 2008).

6.2.3 Equipos de Recolección y Transporte

Según un informe denominado (Reciclaje y Disposición Final Segura de Residuos Sólidos) define que el transporte es el proceso por el cual los residuos recolectados se trasladan a lugares donde serán procesados de manera sanitaria segura y ambientalmente adecuada.

A continuación, se describen algunas alternativas:

Triciclos y moto furgones: son utilizados para recolección en barrios periféricos o poblaciones donde las calles son de difícil acceso también se usan para recolección de residuos reciclables a cargo de recicladores. La capacidad de carga es variable y está entre 0.4 a 1.5 m³ (Tello, 2018).

Figura 2. Modelo de Triciclo



Fuente: Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos 2018

Camiones abiertos: estos camiones pueden ser con o sin volteo, normalmente se utilizan como una alternativa a la falta de camiones diseñados específicamente para la recolección de residuos sólido, este tipo de equipos no son recomendables, por su altura se requiere que un obrero este en la parte alta al recibir los recipientes o bolsas de basura, lo que demanda más personal de recolección, las capacidades son variables, estos equipos llevan alrededor de 2 a 4 toneladas 5 a 10m³ (Tello, 2018).

Figura 3. Modelos de Camiones Abiertos



Fuente: Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos 2018

Camiones recolectores: los equipos de recolección cuentan con un sistema de compactación que permite lograr una mayor densidad de los residuos y por lo tanto contar con una mayor capacidad de carga. Al ser equipos cerrados, se evita que se desparramen residuos y lixiviados en las vías y permiten un control de los olores. Por otra parte, permiten mejorar la imagen del servicio de recolección hacia los usuarios (Tello, 2018).

Figura 4. Camiones Recolectores



Fuente: Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos, 2018

6.2.4 Métodos de Recolección

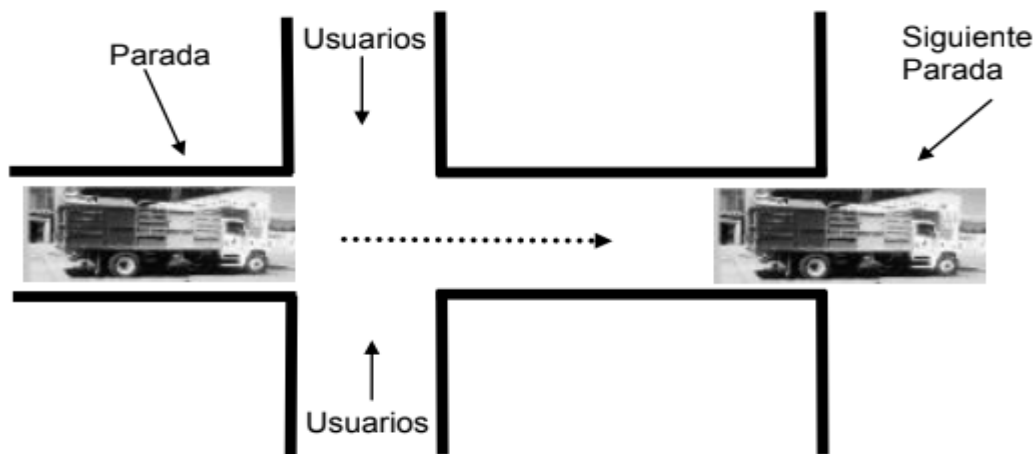
Existen diferentes métodos a la hora de diseñar por lo que “La recolección mediante camiones con contenedores es común en instalaciones deportivas más grandes. En este caso, se

instalan contenedores estratégicamente ubicados en diferentes áreas, y los camiones recolectores pasan regularmente para vaciarlos.” Para elegir el equipo que se desee obtener en un sistema de recolección es importante tomar en cuenta todos los instrumentos que se requieran (Nelson, 2008).

- **Método de esquina o de parada fija:**

El método de esquina o de parada fija es una estrategia de recolección de residuos sólidos que se considera fundamental dentro del sistema de gestión. Este método se destaca por su eficiencia y su impacto económico positivo, llevan sus recipientes hasta el vehículo recolector se estaciona para brindar el servicio. El método consiste en llevar el vehículo a ciertos puntos predeterminados y esperar a que los usuarios lleven los residuos en los horarios predefinidos.

Figura 5. Modelo Método de Esquina o de Parada Fija

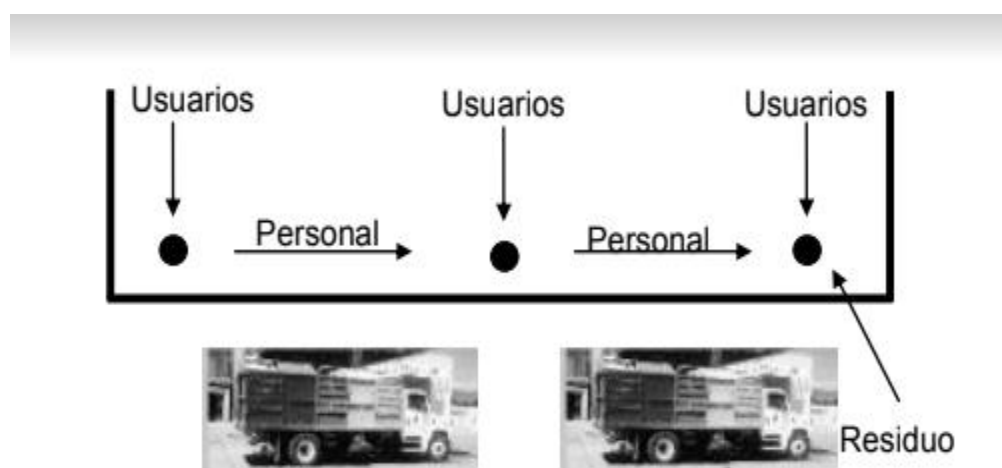


Fuente: Macro y Micro Ruteo de Residuos Sólidos Domiciliarios, 2008.

- **Método de acera:**

Este proceso es fundamental para garantizar una recolección efectiva y ordenada. Al utilizar los recipientes colocados por los usuarios en puntos de parada fija, se evita la dispersión de los residuos y se facilita el trabajo del personal operario. Los recipientes suelen ser diseñados de manera ergonómica y con capacidad adecuada, lo que facilita su manejo y transporte hacia el vehículo recolector.

Figura 6. Modelo Método de Acera

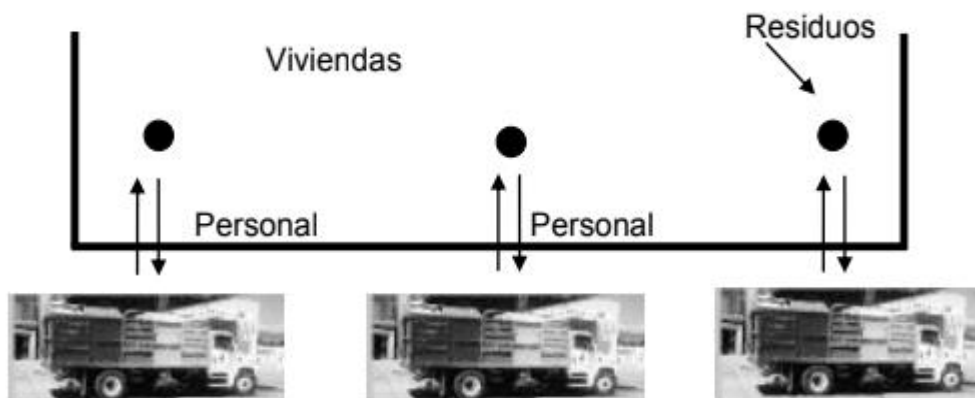


Fuente: Macro y Micro Ruteo de Residuos Sólidos Domiciliarios 2008

- **Método intradomiciliario:**

Este método presenta algunas ventajas clave. En primer lugar, permite una recolección más conveniente para los usuarios, ya que no tienen que llevar los recipientes hasta la acera o el punto de parada fija. Los operarios se encargan de recoger los residuos directamente desde el interior de las viviendas, facilitando el proceso y ahorrando tiempo y esfuerzo a los usuarios.

Figura 7. Modelo Método intra domiciliario.

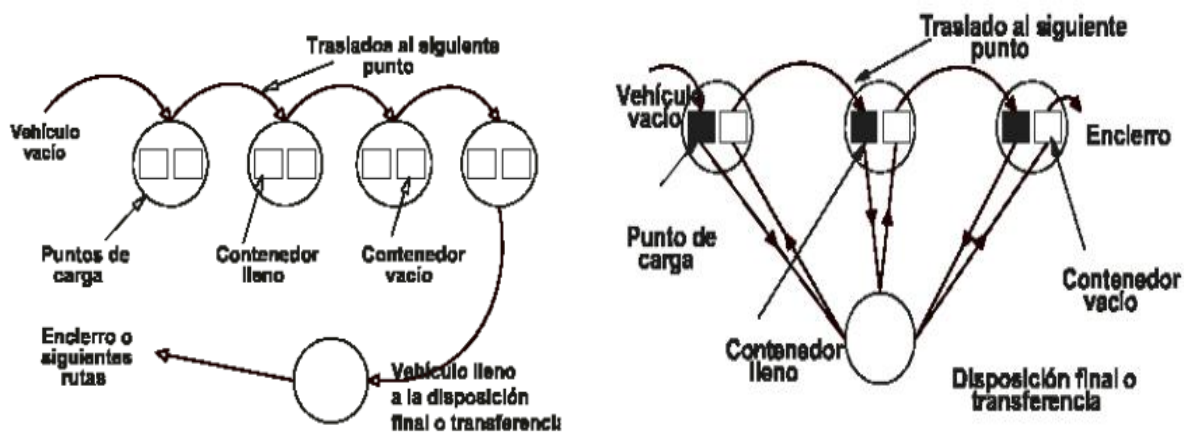


Fuente: Macro y Micro Ruteo de Residuos Sólidos Domiciliarios, 2008.

- **Método de contenedores (fijos y móviles):**

En este método, se disponen contenedores fijos y móviles en ubicaciones estratégicas. Los contenedores fijos se instalan en lugares de gran generación de residuos, mientras que los contenedores móviles se utilizan en áreas de difícil acceso donde los camiones recolectores no pueden llegar fácilmente.

Figura 8. Modelo Método Contenedores Fijos



Fuente: Macro y Micro Ruteo de Residuos Sólidos Domiciliarios 2008

6.3 Rutas de Recolección

El diseño de las rutas de recolección cumple varios propósitos clave. En primer lugar, al dividir la ciudad en sectores, se asegura que cada equipo de recolección tenga una carga de trabajo equilibrada. Esto significa que no se les asignará demasiado trabajo ni muy poco, lo que garantiza una recolección eficiente y oportuna en cada área. (Nelson, 2008).

6.3.1 Macro Ruteo

El macro ruteo es una estrategia clave para optimizar la recolección de residuos en una ciudad. Al dividir la ciudad en sectores operativos, se puede asignar de manera eficiente la cantidad adecuada de camiones recolectores a cada área. Esto garantiza una cobertura equitativa y oportuna en toda la ciudad, evitando la sobrecarga de trabajo en algunos sectores y la subutilización de recursos en otros. (Nelson, 2008).

Básicamente se trata de determinar el tamaño de cada una de las rutas.

No existe algoritmo o programa para macro rutear, el diseñador de las macro rutas, contando con los elementos descritos, dividirá la ciudad en N áreas iguales, de tal forma que cada una de esas áreas genere aproximadamente la cantidad de residuos residenciales que llene un camión durante su recorrido dentro de estas.

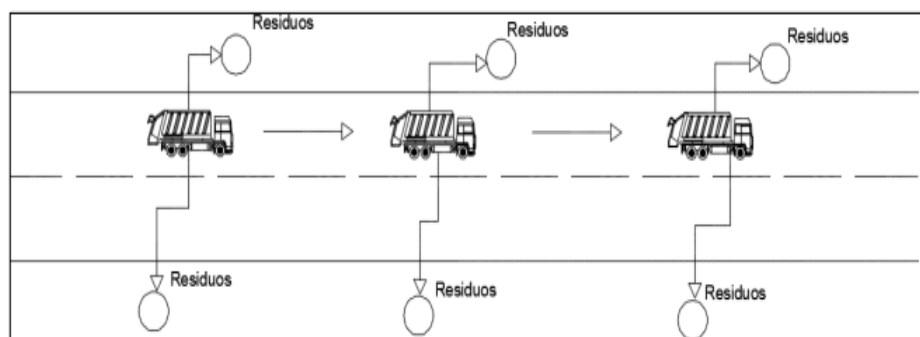
6.3.2 Micro Ruteo

En un diseño de recolección la “Micro ruta es la descripción detallada a nivel de las calles y manzanas del trayecto de un vehículo o cuadrilla, para la prestación de servicio público de recolección de residuos, de barrido y limpieza de vías y áreas públicas” por lo tanto es de gran importancia realizar este paso (Rivas, 2018).

6.3.3 Métodos para el Trazado de Rutas

Dentro del método “Peine: recolección de ambos lados de las vías a la misma hora, se recorre solamente una vez por cada vía, se recomienda en zonas de escasa densidad de población y por lo mismo” es decir se van levantando los residuos de uno y el otro lado de la calle.

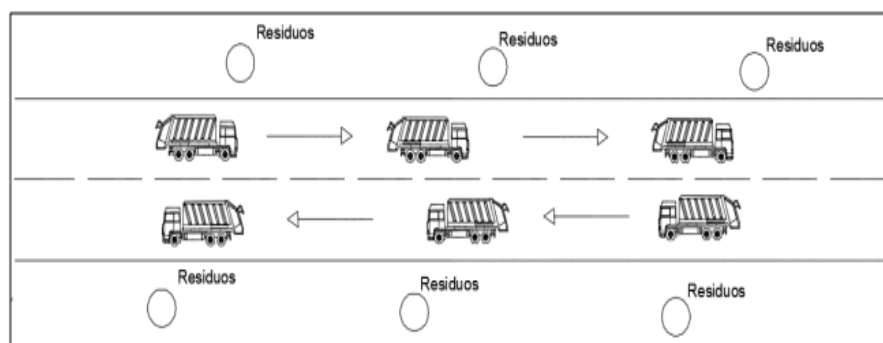
Figura 9. Modelo de Recolección por el Método de Peine



Fuente: Rediseño Para Las Macro y Micro Rutas De Recolección De Residuos Sólidos 2022

Se tiene como un diferente paso este es “Doble peine: recolección de un lado de las vías, se recorre por lo menos dos veces por cada vía, recomendables Para zonas de alta densidad de población y principalmente en zonas comerciales” actualmente este método se realiza para ciudades grandes (Nelson, 2008).

Figura 10. Modelo de Recolección por el Método de Doble Peine



Fuente: Rediseño Para Las Macro y Micro Rutas De Recolección De Residuos Sólidos 2022

6.3.4 Métodos heurísticos para el trazado de rutas

Al planificar las rutas de recolección, es importante seguir lineamientos heurísticos que nos ayuden a optimizar el proceso. Considerar las políticas y regulaciones, coordinar las características de los vehículos y planificar las rutas cerca de calles arteriales nos permitirá llevar a cabo una recolección efectiva de residuos.

6.3.5 Algoritmos y Modelos Matemáticos

Uno de los métodos determinísticos más utilizados es el algoritmo del problema del Agente Viajero. Este algoritmo nos ayuda a diseñar rutas óptimas, es decir, aquellas que minimizan el costo y el tiempo de recolección al tiempo que maximizan la cantidad de residuos sólidos recolectados. Este método se puede aplicar tanto al diseño de rutas con paradas fijas como al diseño de rutas que involucran contenedores.

6.4 Marco Legal

Constitución Política del estado, Art. 33 (2009).

La presente ley menciona que “Las personas tienen derecho a un medio ambiente saludable, protegido y equilibrado. El ejercicio de este derecho debe permitir a los individuos y colectividades de las presentes y futuras generaciones, además de otros seres vivos” por lo que es importante tomar medidas y para brindar un ambiente libre de residuos que puedan contaminar el medio ambiente.

Constitución Política del estado, Art. 34 (2009).

Asimismo, se establece que “Cualquier persona, a título individual o en representación de una colectividad, está facultada para ejercitar las acciones legales en defensa del derecho al medio ambiente, sin perjuicio de la obligación de las instituciones públicas de actuar de oficio

frente a los atentados contra el medio ambiente” esto conlleva una responsabilidad tanto para los ciudadanos como para las autoridades.

Constitución Política del estado, Art. 33 (2009).

A su vez en este artículo se expone que “Es deber del Estado y de la población conservar, proteger y aprovechar de manera sustentable los recursos naturales y la biodiversidad, así como mantener el equilibrio del medio ambiente”, con esto se trata de cuidar el estado natural de los espacios públicos.

Ley Nª 1333 ley del medio ambiente, Art. 1 (1992).

Todas las personas que viven en un determinado lugar son responsables de su cuidado “La Ley del medio ambiente tiene por objeto la protección y conservación del medio ambiente y los recursos naturales, regulando las acciones del hombre con relación a la naturaleza y promoviendo el desarrollo sostenible con la finalidad de mejorar la calidad de vida de la población” a su vez es necesario trabajar en coordinación con los responsables del municipio.

Ley Nª 1333 ley del medio ambiente, Art. 17 (1992).

Se dice que “Es deber del Estado y la sociedad, garantizar el derecho que tiene toda persona y ser viviente a disfrutar de un ambiente sano y agradable en el desarrollo y ejercicio de sus actividades” la ley del medio ambiente regula los servicios para que las personas estén encaminadas a mitigar la contaminación ambiental.

Ley 755 ley de gestión integral de residuos sólidos, Art. 1 (2015).

La presente Ley tiene por objeto establecer la política general y el régimen jurídico de la Gestión Integral de Residuos en el Estado Plurinacional de Bolivia, priorizando la prevención

para reducción de la producción de residuos, así como su uso adecuado y eliminación final segura.

Ley 755 ley de gestión integral de residuos sólidos, Art. 28 (2015).

La recolección y transporte de los residuos estará acorde a los grupos de separación establecidos en el Parágrafo I del Artículo precedentes, Los medios de transporte de residuos deben contar con las condiciones técnicas que los hagan seguros y eficientes.

7. Metodología

7.1 Tipo de investigación

El proyecto es de tipo descriptivo, ya que, según, (Sampieri, Fernandez, & Baptista, 2014), estos tipos de investigaciones pretenden medir o recoger información de manera independiente o conjunta sobre los conceptos o las variables a los que se refieren.

La investigación es descriptiva porque pretende detectar, identificar, precisar y describir las condiciones actuales y requeridas respecto al recojo de residuos sólidos, con el fin de optimizar el servicio de recolección.

7.2 Diseño de investigación

Sampieri, Fernandez, & Baptista definen 2 diseños de investigación: el experimental y el no experimental, dentro del diseño no experimental no es posible realizar la manipulación de las variables, lo que realiza es la observación de situaciones ya existentes, no provocadas de forma intencional por parte del investigador, por lo tanto, el diseño de esta investigación es **no experimental** (2014).

Dado que en el presente trabajo se estudiará lo ya existente, mediante observaciones directas en el lugar.

7.3 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Para la obtención de datos y procesamiento del trabajo se aplicarán los siguientes pasos:

Observación directa: la observación directa nos facilitó identificar los sentidos de las calles para poder aplicar el método, identificar los puntos críticos o de sobre acumulación de residuos sólidos en zonas de Porvenir. Con el fin de que este procedimiento nos ayudase en el trazado de rutas.

Entrevista: la entrevista se efectuó primeramente con la alcaldesa del municipio de Porvenir, luego con el director del servicio de recolección asimismo se entrevistó a los trabajadores y el chofer que realizan el servicio. Con el fin de coordinar visitas cuando se estuviese por realizar el trabajo de campo.

Análisis documentario: la información obtenida desde documentos, datos estadísticos, censos, etc. Sirvió para regirnos y plantear cuidadosamente la propuesta en base a las consultas y opiniones de expertos en el tema.

Fotografías: nos ayudó a evidenciar cada acontecimiento que se realiza desde la situación actual hasta la implementación de la misma.

Guías de observación: para la observación se realizaron formularios que ayude a levantar información en campo, como los tiempos de recolección, lugares atendidos por el servicio, números de viajes, etc.

Cuestionarios: se generó una pequeña encuesta a la población para conocer la percepción que estos tienen sobre el sistema actual de recolección, con la finalidad de tener como base la demanda de la población y diseñar la propuesta.

Georreferenciación: la georreferenciación nos sirvió para determinar las rutas actuales que se tiene en Porvenir, ya que actualmente no se tienen rutas definidas y/o planeadas.

7.4 Técnica de procesamiento de datos

Se aplicaron los instrumentos diseñados (ver en anexos), mediante estos sirvieron para procesar y diseñar la propuesta mediante la metodología de Macro y Micro ruteo. Con el uso de las herramientas S.I.G (sistemas de información geográfica).

8. Marco Referencial

Dado que la cantidad de residuos sólidos sólo crece a medida que avanza cada año, la suma producida varía según la época del año, pero en los últimos cinco años, el monto total de residuos sólidos recolectados a nivel nacional ha aumentado en un promedio de 100 millones de toneladas, Aunque la problemática por residuos sólidos es muy grave y pese a que no se tengan soluciones a muchas de estas dificultades existen algunos proyectos como a continuación se menciona.

El proyecto de “Basura O” en el país, busca contribuir a generar modelos de gestión de residuos sólidos y mejorar los existentes donde se priorice el aprovechamiento el reciclaje inclusivo y así como la disposición final en los gobiernos municipales.

Para alcanzar el propósito de este proyecto, no solo se tomó en cuenta consolidar sistemas eficientes de recolección transporte y disposición final, sino que es necesario desarrollar sistemas de aprovechamiento y comercialización de residuos sólidos. (Proy. Basura 0 L. P.)

Hoy por hoy, en el municipio de Porvenir aún no existe un proyecto de manejo de residuos sólidos, ni mucho menos de una recolección que se adapte a las necesidades del lugar. Cabe mencionar que en dicha localidad vive aproximadamente 4269 personas que necesitan recibir un sistema de recolección de residuos sólidos adecuado.

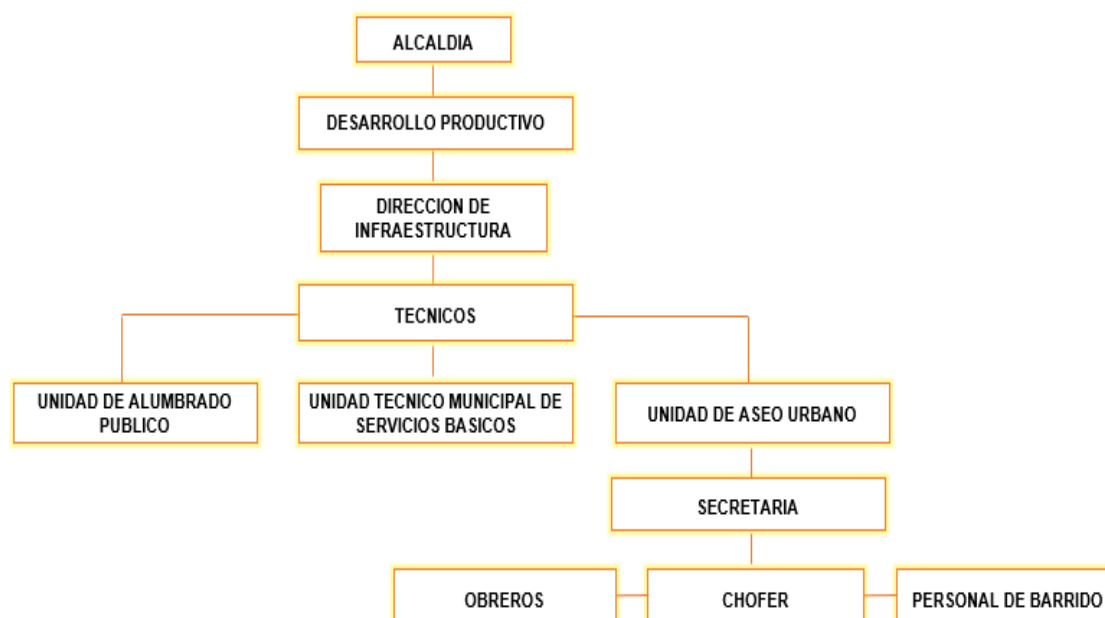
9. Diagnostico

9.1 Situación Actual del Sistema de Recolección de Residuos Sólidos

La Unidad de Aseo Urbano, Alumbrado Público y la Unidad Técnico Municipal de Servicios Básicos, estas siendo dependientes de la Dirección de Infraestructura del municipio de Porvenir, actualmente para el recojo de residuos sólidos domiciliarios por parte de la UAU, está a través de la MAE, gestionan el alquiler a través de contratos de un vehículo para realizar la prestación del servicio de recolección de los residuos sólidos, brindando un servicio de forma incompleta, ya que el chofer realiza el recorrido de las rutas al azar sobre el área urbana de Porvenir, esto pasa por lo que no tienen planificación ni programación de ruteo, para hacer el recorrido de todas las avenidas, calles, áreas verdes entre otras, dejando así muchos barrios sin el servicio adecuado por parte de la alcaldía municipal de Porvenir.

9.1.1 Organigrama

Figura 11. Organigrama



Fuente: Honorable Alcaldía Municipal de Porvenir, 2022

9.1.2 Recursos Humanos

Los recursos humanos con los que cuenta la Unidad de Aseo Urbano del municipio de Porvenir es de 24 personas; de los cuales cuentan con una secretaria, 13 obreros se encargan de la recolección de la limpieza de malezas presentes en los diferentes barrios, plazas y parques, todos los obreros adoptan la modalidad de turnos (rotatorio), para colaborar en el recojo de los residuos se asignan 3 varones que acompañan al vehículo los días de trabajo asignados de acuerdo al turno que les toca, distribuidos de la siguiente manera; un ayudante de pala que es la persona que se queda arriba del vehículo recibiendo y acomodando los residuos y dos que realizan el recojo desde la calle.

9.1.3 Costos del Sistema Actual de Recolección

En este punto desarrollaremos la estructura de los costos del sistema actual de recolección.

Tabla 1. Gastos por concepto de salarios

Nº	Sueldos	Número de personal	Sueldo Bs	Costo Mes Bs	Costo Anual Bs
1	Director	1	6.000	6.000	72.000
2	Jefe	1	3.500	3.500	42.000
3	Secretaria	1	2.800	2.800	33.600
4	Obreros	13	2.260	29.380	352.560
5	Personal de barrido	8	2.260	18.080	216.960
Total					717.120.00

Fuente: Elaboración propia 2022

Tabla 2. Gastos por concepto del transporte de residuos solidos

Nº	Equipos de recolección	Forma de pago	Costo Mes Bs	Costo Total Anual Bs
1	Camión	Alquiler	4000	48.000
Total				48.000,00

Fuente: Elaboración propia, 2022

Tabla 3. Medios de seguridad para la recolección

N°	Materiales	Costo Unitario Bs	Cantidad	Tiempo de uso	Costo Mes Bs	Costo Anual Bs
1	Guantes	10	13 pares	1 mes	130	1.560
Total						1.560,00

Fuente: Elaboración propia. 2022

Tabla 4. Herramientas para la recolección

N°	Herramientas	Costo Unitario Bs	Cantidad	Tiempo de uso	Costo cada seis	Costo Total
					Meses Bs	Anual Bs
1	Rastrillos	25	15	3 meses	750	1500
2	Lampas	45	15	3 meses	1350	2700
Total						4.200,00

Fuente: Elaboración propia.2022

Tabla 5. Costo de materiales para el servicio de barrido

Barrido						
N°	Limpieza	Costo Unitario Bs	Cantidad	Tiempo de uso	Costo cada	Costo Total
					seis Meses Bs	Anual Bs
1	Escobas	35	15	3 meses	1050	2100
2	Bolsas de yute	4.50	30 pares	1 mes	810	1620
3	Lampas	45	15	12 meses	1350	2700
4	Guantes	10	8 pares	1 mes	480	960
Total						7.380,00

Fuente: Elaboración propia, 2022

9.1.4 Resumen de Costos del Sistema Actual

Tabla 6. Resumen de costos del sistema actual

Costo total del sistema actual	
Costo de Sueldos	717.120
Transporte	48.000
Medios De Seguridad Para La Recolección	1.560
Herramientas Para La Recolección	4.200
Barrido	7.380
TOTAL Bs.	778.260,00

Fuente: Elaboración propia, 2022

9.2 Ruteo Actual

Actualmente el recorrido es de forma experimental, por ello se procedió primeramente a identificar las rutas, para esto se acompañó al camión recolector en sus recorridos los días de trabajo (lunes y viernes).

Para obtener datos y luego trazar las rutas actuales se utilizó el software CarryMap, esta es una aplicación de navegación para teléfonos móviles que utilizan el sistema operativo Android. Se manejó esta aplicación porque sirvió de mucha ayuda en el levantamiento de datos ya que cuenta con un sistema el GPS, además es de fácil manipulación.

Los datos se tomaron a partir de horas 08:00 am a 16:00 pm, con salida del vehículo recolector, desde las oficinas de Aseo Urbano, ubicada sobre la “avenida columna porvenir”.

9.2.1 Resumen de las Rutas Actuales

Para efectuar el servicio de recolección de los residuos sólidos actualmente Porvenir ha sido dividida en tres zonas, contando con 3 rutas de recolección. Las rutas recorridas se describen en la siguiente tabla.

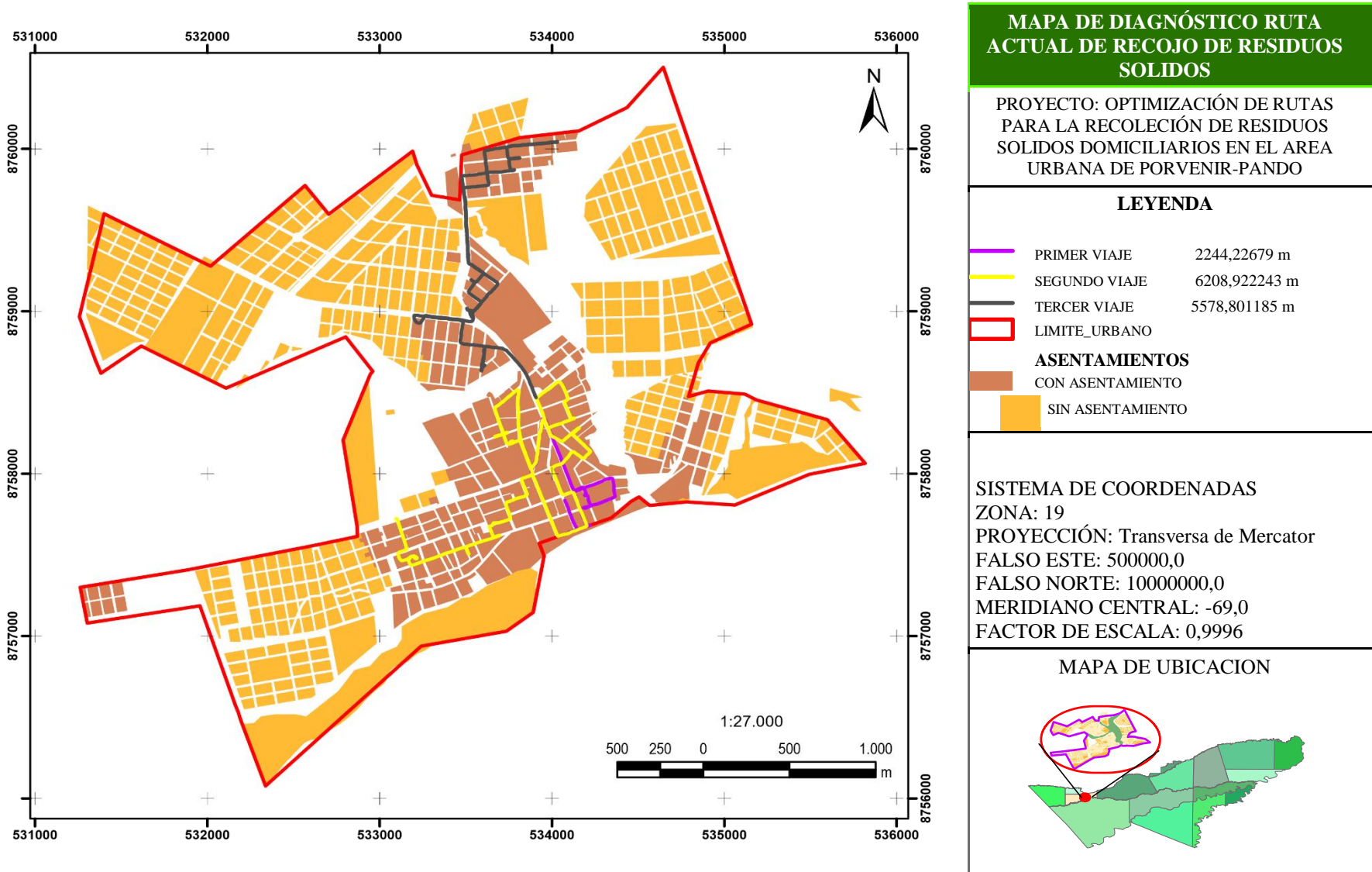
Tabla 7. Resumen de rutas actuales

Nº Rutas	Longitud	Barrios atendidos	Minutos		Ton. Recolectadas	Giros Izquierda
			Tr	Tm		
1	2.25 Km	Central, San Jorge, 13 de octubre,	118	12	1.45	4
2	6.21 Km	Senac, Gral. F. Román, Alto Cocama, 26 de agosto	130	26	1.45	16
3	5.58 Km	Universitario, Carachama, Urb. San Sebastián	105	52	1.45	13
TOTAL	14.04 Km	10 Barrios	443min. (7 Hrs. 23 min.)		4.35 Ton.	33

Fuente: Elaboración Propia, 2022

De los 11 barrios establecidos oficialmente en el lugar, se atiende a una urbanización denominada San Sebastián y diez barrios excepto el barrio Rene Gonzales. Luego de terminar la primera ruta recorrida el vehículo se dirige hacia el sitio de disposición final donde se tarda aproximadamente unos 30 minutos en ir y regresar para continuar con la siguiente ruta.

Figura 15. Mapa de Diagnóstico de Recolección Actual de los Residuos Sólidos



Fuente: Elaboración Propia, 2023

9.3 Método de Recolección Actual

El método actual de recolección es intra domiciliario, los operarios recolectan los residuos sólidos que se encuentran en las aceras y cercos sobre las viviendas domiciliaria, una vez recolectada la basura, están son depositadas en la camioneta encargada de la recogida de desechos. El vehículo recolector inicia la ruta desde las oficinas de Aseo Urbano y recorre primeramente el mercado Central de Porvenir, posteriormente se dirige a las avenidas principales y luego culmina su recorrido en los barrios (Consulte las imágenes en los archivos adjuntos).

9.3.1 Frecuencia de Recolección

La recolección tiene lugar dos veces a la semana, los lunes y viernes de 8:00 a.m. hasta las 16:00 p. m., y el consumo de combustible durante estos días es de 20 a 24 litros de diésel por día, considerando también el viaje hasta el botadero municipal y el regreso a las oficinas de Aseo Urbano.

9.3.2 Disposición Final Actual

A 2,2 km hay un botadero a cielo abierto. del área urbana que va a la vía del municipio de Filadelfia tiene una superficie de aproximadamente 1,5 hectáreas y comenzó a funcionar en 2004. Actualmente, no se tiene control y los trabajadores queman para obtener más espacio. No hay ningún proyecto previsto para el lugar y no hay segregadores (Consulte las imágenes en los archivos adjuntos).

9.4 Percepción de la Población sobre el actual sistema de recolección

Para conocer la satisfacción de los usuarios de la población se ha realizado una encuesta de tipo cualitativo.

9.4.1 Descripción de la Determinación de Muestra

Después de seleccionar la muestra, se creó una boleta de información y se transcribió en un formulario de Google Forms. Con nueve preguntas, se examinaron los aspectos relacionados con el servicio de recolección de residuos sólidos del aseo urbano.

El programa spss stadis versión 25 se utilizó para procesar los datos generales de la encuesta.

A continuación, se describen los resultados de la encuesta.

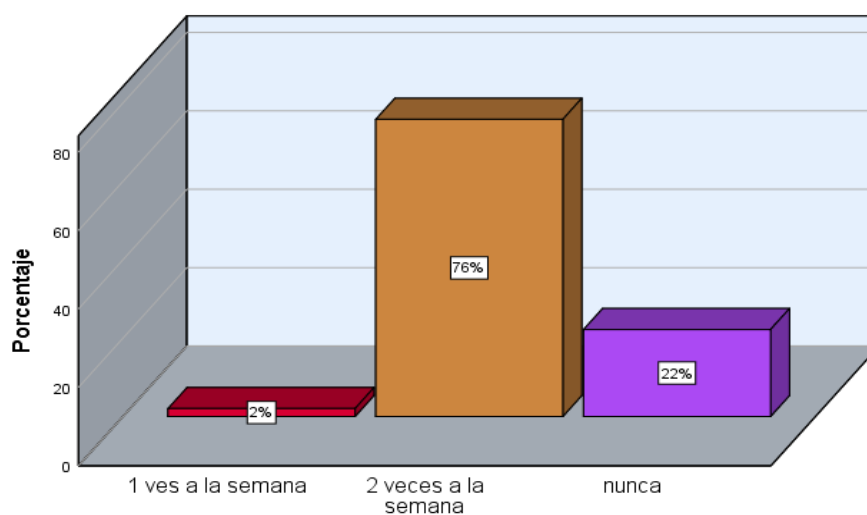
Tabla 8. Frecuencia de recolección

¿Cuántas veces a la semana pasa el camión recolector por su calle?

Frecuencia de recolección	Nº Personas encuestadas	Porcentaje
1 vez a la semana	5	2,0
2 veces a la semana	188	75,8
Nunca	55	22,2
TOTAL	248	100,0

Fuente: Elaboración propia, 2023

Figura 16. Frecuencia de recolección



Fuente: Elaboración propia, 2023

El 75% de los encuestados dicen que el camión que recoge los residuos sólidos pasa por sus calles dos veces a la semana, mientras que el 20% indican que solo pasa una vez a la semana y el 22,2% señalan que nunca pasa por sus calles. Esto es lo que se muestra en la Figura 15.

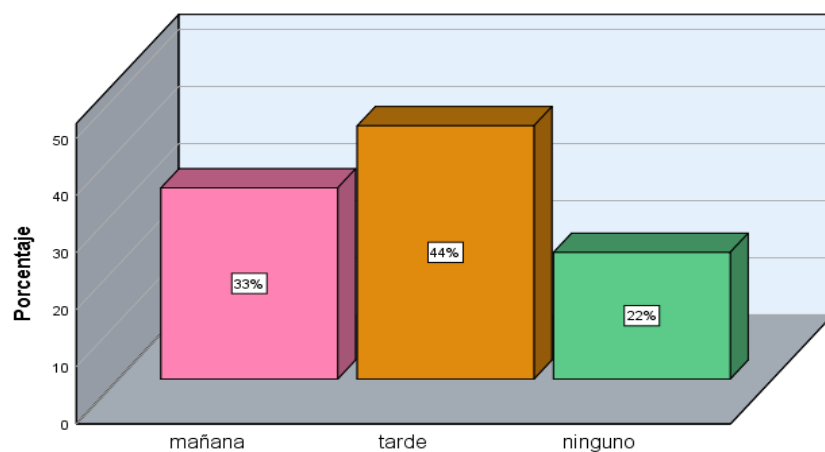
Tabla 9. Horario de recolección

¿En qué horario pasa el camión recolector por su calle?

Horario	Nº Personas encuestadas	Porcentaje
Mañana	83	33.5%
Tarde	110	44.4%
Ninguno	55	22.2%
TOTAL	248	100.0

Fuente: Elaboración propia, 2023

Figura 17. Horario de recolección



Fuente Elaboración propia, 2023

Según los datos obtenidos el 44% de personas mencionaron que el camión que recoge la basura pasa en las tardes, mientras que el 33% mencionó que pasa por las mañanas, el 22% refiere que en ningún momento pasa el camión por su calle u domicilio.

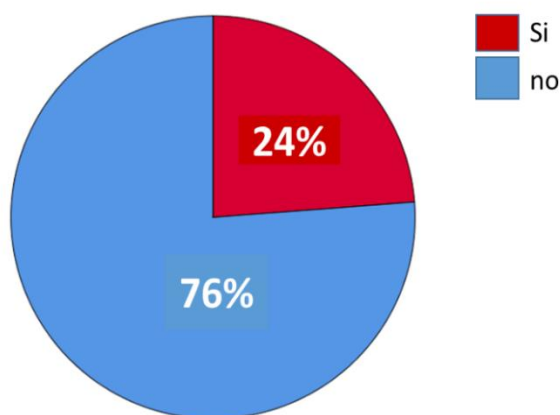
Tabla 10. Barrido de calles

¿El personal de aseo urbano realiza el barrido de las vías?

Respuestas	Nº Personas encuestadas	Porcentaje
Si	59	23.8%
No	189	76.2%
TOTAL	248	100.0

Fuente: Elaboración propia, 2023

Figura 18. Barrido de calles



Fuente: Elaboración propia, 2023

Como se muestra en la figura 3, 76% de los pobladores indicaron que no pasa el personal de barrido por su calle mientras el 24% dice que si pasa.

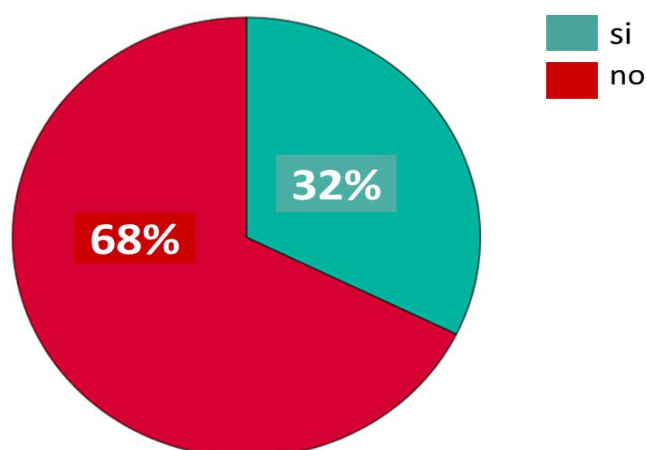
Tabla 11. Satisfacción del servicio de recolección

¿Está satisfecho con el servicio de recolección de residuos sólidos?

Respuestas	Nº Personas Encuestadas	Porcentaje
Si	80	32.3
No	168	67.7
Total	248	100.0

Fuente: Elaboración propia, 2023

Figura 19. Satisfacción del servicio de recolección



Fuente: Elaboración propia, 2023

Los resultados de la tabla 14 indican que un 68% de las personas no están satisfechas con el servicio de recolección de los residuos sólidos, mientras que el 32% si está satisfecho. El barrido es los que se realizan en la avenida y en la plaza.

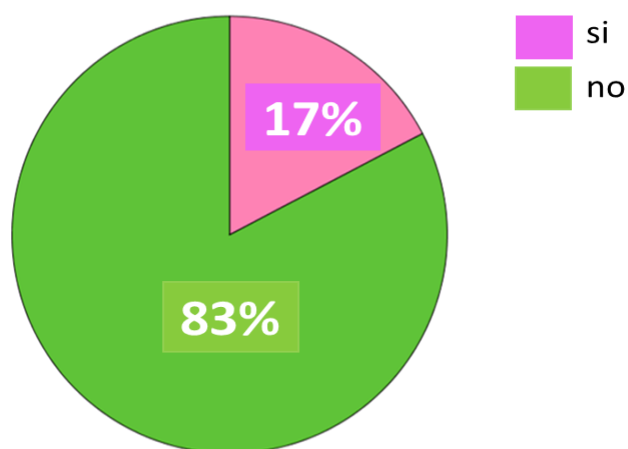
Tabla 12. Basureros disponibles

¿Existen contenedores cerca de donde vive?

Respuestas	N° Personas Encuestadas	Porcentaje
Si	43	17.3
No	205	82.7
TOTAL	248	100.0

Fuente: Elaboración propia, 2023

Figura 20. Basureros disponibles



Fuente: Elaboración propia, 2023

El 83% de la población respondió que no existen basureros cerca de su hogar y el 17% mencionaron que si tienen.

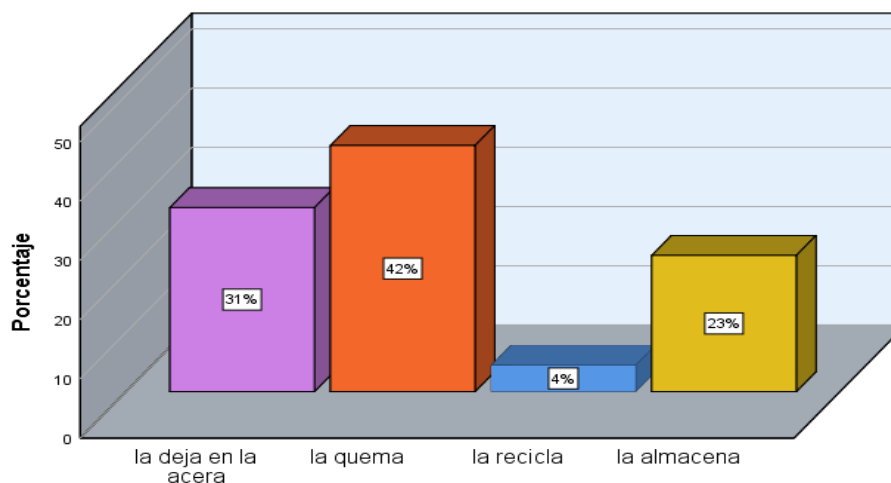
Tabla 13. *Que hace con sus residuos sólidos cuando no pasa el camión recolector*

¿Cuándo no pasa el camión recolector por su casa, donde deposita sus residuos sólidos?

Pregunta	N° de Personas Encuestadas	Porcentaje
La deja en la acera	77	31.0
La quema	103	41.5
La recicla	11	4.4
La almacena	57	23.0
TOTAL	248	100.0

Fuente: Elaboración propia, 2023

Figura 21. *Que hace con sus residuos sólidos cuando no pasa el camión recolección*



Fuente: Elaboración propia, 2023

Como se muestra en la figura 20, el 42% de personas encuestadas respondieron que cuando no pasa el camión recolector de basura por su casa, ellos queman sus basuras, un 31% respondieron que dejan sus basuras en las aceras, mientras que un 23% señalaron que las almacenan en sus hogares, y un 4% respondieron que reciclan sus basuras.

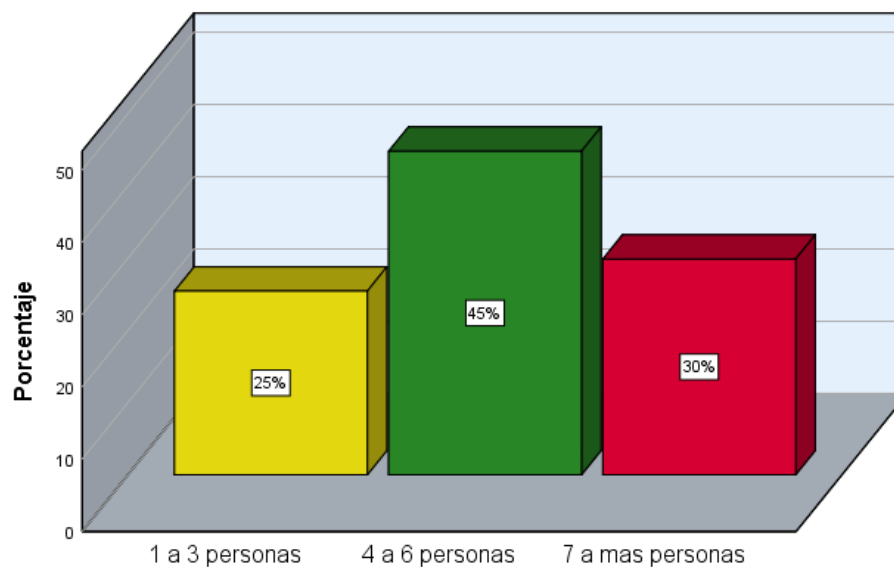
Tabla 14. Cantidad de personas dentro de los domicilios

¿Cuántas personas viven en su domicilio?

Pregunta	Nº de Personas encuestadas	Porcentaje
1 a 3 personas	63	25.4
4 a 6 personas	111	44.8
7 a más personas	74	29.8
TOTAL	248	100.0

Fuente: Elaboración propia, 2023

Figura 22. Cantidad de personas dentro de los domicilios



Fuente: Elaboración propia, 2023

Como se muestra en la figura 21, el 44,8% de personas encuestadas respondieron, que dentro de sus domicilios viven de 4 a 6 personas, mientras que el 29.8% señalan que dentro de sus hogares viven de 7 a más personas, y un 25,4% respondieron que en sus hogares viven de 1 a 3 personas.

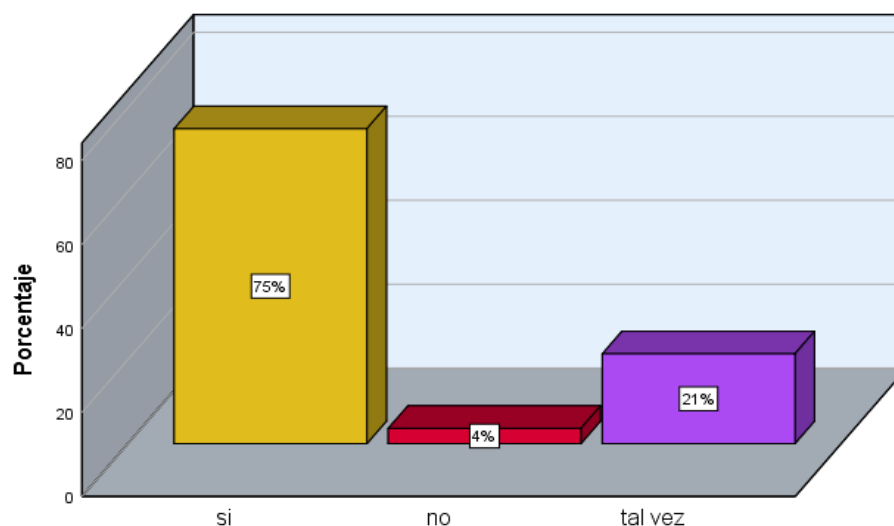
Tabla 15. Disponibilidad de pago por el servicio de recolección

¿Estaría dispuesto a pagar por el servicio de recolección de los residuos sólidos?

Pregunta	Nº de Personas encuestadas	Porcentaje
Si	186	75.0
No	9	3.6
Tal vez	53	21.4
TOTAL	248	100.0

Fuente: Elaboración propia, 2023

Figura 23. Disponibilidad de pago por el servicio de recolección



Fuente: Elaboración propia, 2023

Según los datos obtenidos, el 75% de encuestados refieren que, si estarían dispuestos a pagar por el servicio de recolección de los residuos sólidos, mientras que un 21,4% señalan que tal vez estarían dispuestos a pagar por el servicio, y un 3,6, respondieron que no.

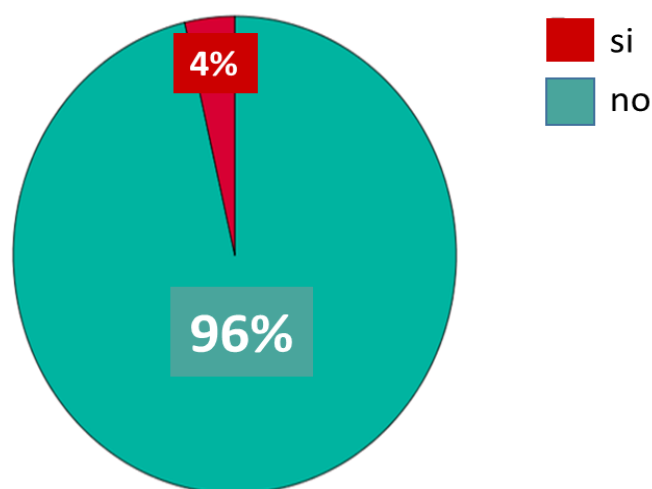
Tabla 16. Interés de recibir un servicio mejorado de recolección de los residuos sólidos

¿Le interesaría tener un servicio de recolección de residuos sólidos a través de un servicio municipal mejorado?

Pregunta	Nº de Personas Encuestadas	Porcentaje
Si	239	96.4
No	9	3.6
TOTAL	248	100.0

Fuente: Elaboración propia, 2023

Figura 24. Interés de recibir un servicio mejorado de recolección de los residuos sólidos



Fuente: Elaboración propia, 2023

Como se muestra en la figura 23, el 96,4% de personas encuestadas, señalan que, si les interesaría tener un servicio de recolección de residuos sólidos a través de un servicio municipal mejorado, mientras que el 3,6 mencionan que no les interesa.

Es importante mencionar que el presente diagnóstico y percepción de la población es fundamental para la toma de decisiones en el cual se diseñara la propuesta optimizada

1. Estudio de Caracterización de residuos sólidos en Porvenir

Cumpliendo con el segundo objetivo específico se procedió a buscar información en base al estudio “Investigación Cualitativa y Cuantitativa de la Generación de los Residuos Sólidos Domiciliarios en el Área Urbana del Municipio de Porvenir-Pando”. Con el fin de conocer la generación de los residuos sólidos.

La información extraída del mencionado estudio se detalla a continuación.

- Producción per cápita Kg/ hab - día
- Determinación del tipo de residuos generados según su origen
- Cantidad de residuo generados por día

10.1 Producción per cápita Kg/ hab - día

Tabla 17. Determinación de la producción per cápita

NRO.	BARRIO	DIA 08/01/2017	DIA 09/01/2018	DIA 10/01/2019	DIA 11/01/2020	DIA 12/01/2021	DIA 13/01/2022	DIA 14/01/2023
		kg/día	kg/día	kg/día	kg/día	kg/día	kg/día	kg/día
1	CARACHAMA	0.345	0.252	0.477	0.198	0.373	0.501	0.513
2	CENTRAL	0.366	0.360	0.390	0.367	0.297	0.345	0.377
3	RENE GONZALES	0.351	0.415	0.300	0.355	0.404	0.420	0.383
4	ALTO COCAMA	0.320	0.231	0.229	0.323	0.261	0.334	0.318
5	SAN JORGE	0.394	0.429	0.494	0.413	0.414	0.401	0.419
6	13 DE OCTUBRE	0.331	0.347	0.345	0.279	0.319	0.256	0.275
7	GRAL. ROMAN	0.288	0.337	0.415	0.322	0.313	0.397	0.338
8	SENAC	0.295	0.340	0.224	0.275	0.319	0.248	0.273
9	26 DE AGOSTO	0.435	0.355	0.325	0.281	0.326	0.362	0.279
10	ALBERTO NAY	0.161	0.203	0.233	0.232	0.379	0.425	0.485
11	UNIVERSITARIO	0.583	0.224	0.347	0.313	0.183	0.408	0.414
	PROMEDIO	0.352	0.317	0.344	0.305	0.326	0.373	0.370

Fuente: Flores, 2017

A través de la recolección de residuos sólidos domiciliarios en los distintos barrios del área urbana de Porvenir y el pesado de los mismos de manera diaria, se obtuvo distintos promedios

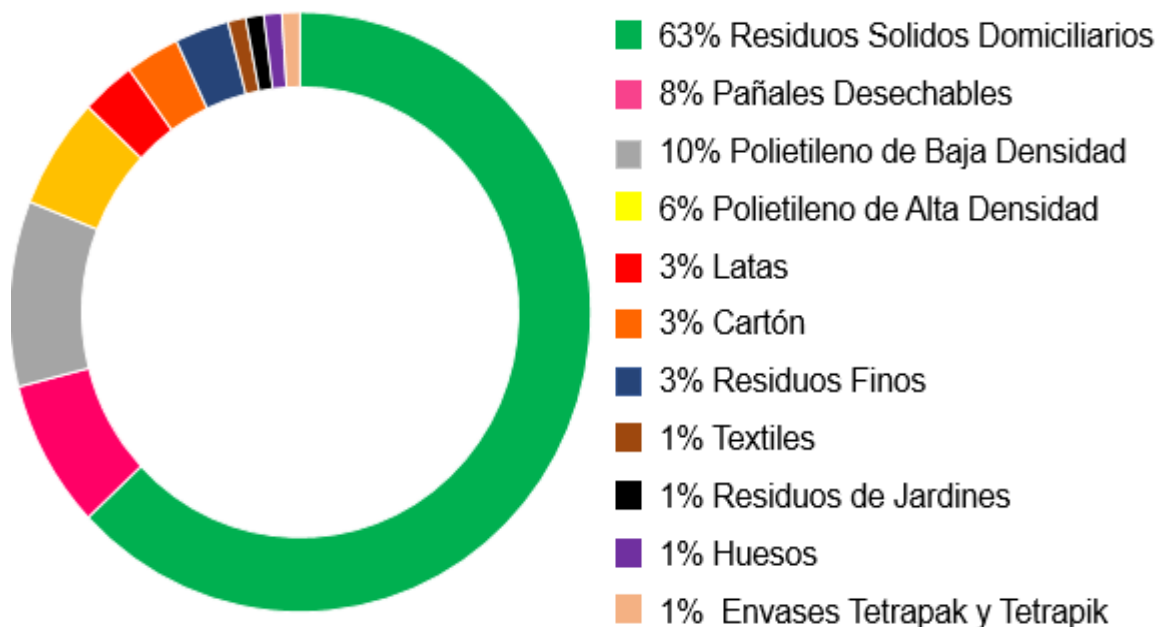
del total de los barrios como se puede apreciar en la tabla 24, donde a través de los promedios encontrados, se realizó la suma de los mismos y dividiendo por los siete días de esta manera de identifico la producción per cápita del área urbana de Porvenir, siendo **0.341 Kg/hab.-día**.

10.2 Determinación de la generación de residuos sólidos en porcentaje

De acuerdo a los datos obtenidos en el estudio de caracterización de residuos sólidos en Porvenir se determinó que:

La producción de residuos sólidos por tipo, en el área urbana del Municipio de Porvenir es, (63%) residuos domiciliarios, pañales desechables (8%), polietileno de baja densidad (10%), polietileno de alta densidad (6%), latas (3%), cartón (3%), Residuos finos (mallas) (3), textiles (1%), residuos de jardines (1%), huesos (1%), envases tetrapak y tetrabrik (1%).

Figura 25. Determinación de la generación de residuos sólidos por tipo en porcentaje



Fuente: Adaptado de Flores, 2017

Como puede observarse, existe mayor presencia de **Residuos orgánicos**, lo que se convierte en una razón más para el diseño del presente proyecto, ya que los domicilios son los que mayor generación de residuos realizan.

10.3 Cantidad de residuos generados por día

Para obtener el dato sobre la cantidad de residuos generados por día en el área urbana de Porvenir se basó en la proyección del estudio, en donde indica que en el año 2022 se generarían 531.35 toneladas de residuos.

De acuerdo a este dato se procedió a dividir 531.35 por el número de días del año 365 obteniendo como resultado una cantidad de 1.45 toneladas equivalentes a **1.450 kg. Por día**

Pero al pasar el vehículo recolector 2 veces por semana, la cantidad de toneladas generadas el sábado y domingo recae en lunes lo que suma **a 4.35 toneladas**. Asimismo, los días martes, miércoles, jueves y viernes suma a 5.8 toneladas.

10.4 Aspectos Generales de Porvenir

10.4.1 Población

A) población actual

Según la proyección estimada por el Instituto Nacional de Estadística (INE 2012), Porvenir cuenta con 8243 habitantes hasta el año 2022.

Tabla 18. Población actual

URBANO			RURAL			TOTAL
H	M	Total	H	M	Total	8243
2.283	1.986	4.269	2.213	1.761	3.974	

Fuente: Instituto Nacional de Estadística, 2012

B) Población proyectada

La proyección poblacional es importante para estimar la generación de residuos sólidos a futuro, para ello, fue necesario conocer el comportamiento actual de la población asentada en la zona de estudio.

Para realizar la proyección poblacional se utilizó como base la información del Instituto Nacional de Estadísticas (INE 2012), donde indica que el número de habitantes en Porvenir para el año 2022 es de 8243.

Para conocer la proyección poblacional futura se aplicaron los siguientes métodos: aritmético, exponencial y geométrico.

Tabla 19. Población proyectada

AÑOS	LINEAL	EXPONENCIAL	GEOMETRICO	PROMEDIO
2022	8243	8243	8243	8243
2023	8601	8648	8449	8566
2024	8960	9073	8660	8898
2025	9318	9519	8877	9238
2026	9677	9988	9099	9588
2027	10035	10479	9326	9947
2028	10393	10994	9559	10315
2029	10752	11535	9798	10695
2030	11110	12102	10043	11085
2031	11469	12697	10294	11487
2032	11827	13321	10552	11900

Fuente: Elaboración propia, 2023

10.4.2 Topografía

Según el Informe Final de investigación Formativa de Pando, (2010). Menciona que la topografía de Porvenir va generalmente de **plana a ondulada**, en el resto del Departamento se tiene pendientes parejas que dejan ver pequeñas variaciones tanto en las orillas de los ríos como en los sectores más cercanos al Municipio de Cobija.

10.4.3 Vegetación

El bosque de Porvenir alberga muchas de las especies arbóreas emblemáticas de la amazonia Boliviana, como el árbol de caucho (*Hevea brasiliensis*), el árbol de la castaña (*Bertholletia excelsa*), el árbol de la trompeta rosada (*Tabebuia impetiginosa*) y la palma de acai (*Euterpe precatoria*). (Andes Amazon Fund, 2020).

Figura 26. Vegetación

Árbol de trompeta rosada



Palma de Asaí



Fuente: Andes Amazon Fund, 2020

10.4.4 Clima

Según el Instituto Nacional de Estadística (INE 2021), el clima de Porvenir varía dependiendo de las épocas del año, sin embargo, la región presenta una temperatura media anual de 26, 8°, Las temperaturas medias mensual descienden entre los meses de abril y junio con un mínimo de 18, 1°, y asciende nuevamente a partir de julio, manteniéndose en 35, 1° desde el mes de septiembre hasta marzo.

A continuación, se muestran los datos de temperaturas en cada mes del año.

Tabla 20. Temperatura por meses

Mes	Temperatura
Enero	27, 0°
Febrero	26, 9°
Marzo	27, 3°
Abril	26, 1°
Mayo	24, 8°
Junio	24, 5°
Julio	25, 0°
Agosto	27, 5°
Septiembre	27, 4°
Octubre	28, 2°
Noviembre	28, 9°
Diciembre	27, 9°

Fuente: Instituto Nacional de Estadística INE 2021

10.4.5 Hidrología

La red hidrográfica de Porvenir está formada por el río Tahuamanu y otros arroyos menores el arroyo San Pedro y Cocamita que pertenecen a la cuenca amazónica, en su generalidad los ríos y las vertientes mantienen un caudal regular durante todo el año, presentando disminuciones en época seca (Plan Territorial de Desarrollo Integral, 2020).

Figura 27. Hidrología “Río Tahuamanu”



Fuente: Informe Final de investigación Formativa de Pando, 2010

10.5 Aspectos Socioeconómicos

10.5.1 Servicios Básicos

Tabla 21. Número de Viviendas

Viviendas	
Número de viviendas particulares	1786
Número de viviendas colectivas	30
Número de viviendas ocupadas con personas presentes	1655
TOTAL	3471

Fuente: Instituto Nacional de Estadística, Unidad de Análisis de Políticas Sociales

Tabla 22. Energía eléctrica

Energía eléctrica	Nº de Viviendas con energía eléctrica
Tiene	1265
No tiene	390
TOTAL	1655

Fuente: Instituto Nacional de Estadística, Unidad de Análisis de Políticas Sociales

2. Propuesta del Proyecto

La presente propuesta, pretende atender a las necesidades observadas en el diagnóstico de la situación actual, optimizando el servicio de recolección asimismo mejorando la calidad de vida de las personas y disminuyendo la contaminación ambiental provocada por la generación de residuos sólidos. Para ello se requiere los siguientes componentes:

- ✓ Medios de protección personal para los operarios
- ✓ Forma de almacenamiento adecuado
- ✓ Sistema de cobro por el servicio de recolección
- ✓ vehículo compactador de residuos solidos
- ✓ Diseño de un sistema de recolección optimizado a través del Macro y Micro ruteo

11.1 Medios de Protección Personal

El personal operario debe y tiene que estar íntegramente y correctamente vestido con los uniformes de protección personal, de acuerdo a las características de las prendas establecidas en el trabajo que vaya a realizar.

Es fundamental tener presente que la protección personal debe considerarse un recurso de reducción de peligros en el lugar de trabajo a lo que los trabajadores están expuestos durante el servicio de recolección, de esta manera el presente proyecto sugiere los siguientes equipos de seguridad conforme lo establecido en la **Ley General de Higiene y Seguridad Ocupacional y Bienestar (LGHSOB)**.

11.1.1 Protección para la Vista

(LGHSOB) Art, 378. Todos los trabajadores que ejecuten cualquier operación que puede poner en peligro sus ojos, dispondrán de protección apropiada para la vista.

Figura 28. Protección para la vista



Fuente: Galva, “Ferretería & Construcción”

11.1.2 Protección de las Manos

(LGHSOB) Art, 384. La protección de las manos, antebrazos y brazos se hará por medio de guantes, mangas y mitones seleccionados para prevenir los riesgos existentes y para evitar la dificultad de movimientos al trabajador, estos elementos serán de goma o gaúcho, cloruro de polivinilo, cuero, amianto, plano o malla metálica u otro material según las características o riesgos del trabajo a realizar.

Figura 29. Protección para las manos



Fuente: Global Service tu aliado estratégico

11.1.3 Protección del Cuerpo

(LGHSOB) Art, 371. Son ropas de trabajo las prendas de vestir que además de cumplir con la función básica de toda vestimenta, son las etapas aptas para realizar determinados trabajos por razón de su resistencia o diseño, ejemplo: Overoles, Pantalones reforzados, etc.

Figura 30. Protección del cuerpo



Fuente: Gecko Ferrería y Seguridad Industrial

11.1.4 Protección de los Pies.

(LGHSOB) Art, 386. La protección de piernas, pies y muslos se hará por medio de calzados, botas, polianas, rodilleras, musleras, seleccionadas para prevenir los riesgos existentes y asegurar la facilidad de movimiento del trabajador.

Figura 31. Protección de los pies



Fuente: Huqvarna

11.1.5 Protección para la Cabeza

(LGHSOB) Art, 377. Los trabajadores expuestos a objetos que caigan o salten (objetos volantes), y a golpes en la cabeza deben usar gorras, cascos de seguridad.

Figura 32. Sombreros



Fuente: PNGWING

Art, 7. Es deber del trabajador usar obligatoriamente los medios de protección personal y cuidar su conservación.

Dichos materiales deberán ser otorgados exclusivamente para el personal operario y habrán de ser sustituidos cada 6 meses máximo.

11.2 Forma de Almacenamiento conforme a la normativa

El almacenamiento domiciliario de residuos sólidos es responsabilidad exclusivamente del generador, además de ser una de las primeras operaciones en el manejo de los residuos sólidos, esto debido a que los residuos que se producen no pueden ser eliminados de inmediato.

11.2.1 Consideraciones para el Almacenamiento en los Domicilios

La ley 755, Ley de Gestión Integral de Residuos, otorga algunos pasos para el correcto almacenamiento.

Art, 27. (II) El almacenamiento de los residuos, debe cumplirse dentro del predio del generador, de acuerdo a sus características, requerimientos y condiciones de separación de manera que se minimicen los riesgos para la salud y el medio ambiente

Art, 27. (I) todo generador debe separar sus residuos en origen, como mínimo en los siguientes pasos:

- a) Orgánicos
- b) Reciclables
- c) No aprovechables
- d) Especiales y peligrosos

Figura 33. Separación de residuos sólidos según la normativa



Fuente: Aseca S.R.L

11.2.2 Condiciones Técnicas del Área de Almacenamiento Domiciliario

Especificaciones, NB-756, Requisitos que deben cumplir los recipientes para el almacenamiento.

- ✓ Los recipientes deberán estar colocados a una distancia mínima de 20 centímetros sobre el nivel del piso.
- ✓ La zona de almacenamiento tiene que estar inaccesible a animales.
- ✓ Alrededor de los recipientes no deben haber objetos en desorden, ni materiales no destinados a entregar al servicio de recolección.

✓ La zona de almacenamiento deberá contar con la ventilación e iluminación necesaria para una buena operación durante la prestación del servicio de recolección.

11.3 Sistema de Cobro Propuesto para el Servicio de Recolección

De acuerdo al diagnóstico de la gestión integral de residuos sólidos, en Bolivia existen variadas modalidades de cobro de la tasa de aseo urbano.

Para la cobranza de los servicios, se ha identificado tres medios: (1) factura de consumo de energía eléctrica, (2) recibo de consumo de agua potable y (3) recaudación directa municipal, que consiste en el cobro a través del sistema de recaudación y/o puerta a puerta.

La Constitución de los Estados Unidos (CPE), quien realice actividades que tengan un impacto en el medio ambiente deberá, en todas las etapas de producción, evitar, minimizar, mitigar, reparar y restaurar cualquier daño causado al medio ambiente y a la salud humana.

De las características y fuente de ingresos de una persona, el artículo 11 (inciso f) de la ley 755 establece que toda persona está obligada a pagar los costos asociados a la gestión operativa de los residuos.

Por el contrario, el principio de sostenibilidad está incluido en el artículo 6 y establece que " la gestión total de residuos debe adaptarse a las condiciones locales basándose en criterios técnicos, económicos y sociales ".

11.3.1 Propuesta de la Entidad Recaudadora

El presente proyecto proyecta utilizar los servicios de la de energía eléctrica, ENDE esta empresa actualmente cuenta con 1655 usuarios solo en el área urbana.

11.3.2 Determinación de Categorías para el Cobro por el Servicio

Para el planteamiento de las categorías se tomó en cuenta las recomendaciones realizadas por la guía metodológica para la determinación de la tasa de aseo municipal, Bolivia tomando en cuenta que la mayor representación de usuarios de energía eléctrica en Porvenir es domiciliarios y comercial. La tasa se aplicará por categorías, establecidas en función a las particularidades propias de los usuarios, de acuerdo a su capacidad económica y el consumo de energía eléctrica.

Según la guía metodológica para la determinación de la tasa de aseo municipal, el municipio puede optar por separar el cobro por consumo de energía eléctrica sujeto a rangos y categorías tal como se muestra a continuación.

Tabla 23. Categorización y consumo de energía eléctrica

CATEGORIAS		
Consumo de energía eléctrica (Kwh/mes) en porcentaje		
DMI	Domiciliaria	48%
GEI	General	33.5%
INI	Industrial	9.8%
ALI	Alumbrado Publico	6.4%
SCI	Seguridad Ciudadana	0.3%
II2	Industrial Menor	0.0%
API	Agua Potable	1.1%

Fuente: ENDE – Cobija

La tabla 27 se muestra el consumo Kwh/mes por categorías, evidenciándose que los domicilios son los que más energía eléctrica consumen.

11.3.3 Pago de Servicio por Recolección de Residuos Sólidos

Conforme lo establece el párrafo I numeral 20 del artículo 302 de la Constitución Política del Estado (CPE), es competencia de los Gobiernos Autónomos Municipales la creación y administración de tasas, patentes a la actividad económica y contribuciones especiales de carácter municipal.

Las tasas son tributos cuyo hecho imponible consiste en la prestación de servicios o realización de actividades inherentes al Estado, a solicitud o recepción obligatoria del sujeto pasivo, cuya recaudación no debe tener un destino ajeno al servicio o actividad que constituye la causa de la obligación. En tal sentido, el proyecto de norma debe contar con un estudio técnico que permita establecer el costo unitario de cada servicio, demostrar la sostenibilidad económica y financiera y reflejar que el costo de cada servicio responde al nivel de las tasas propuestas, conforme establece el Artículo 11 del CTB.

La creación de tasas por parte de los GAM, debe realizarse mediante leyes emitidas por su órgano legislativo, previo Informe Técnico que emita el Ministerio de Economía y Finanzas Públicas (MEFP) a través del Viceministerio de Política Tributaria (VPT), sobre el cumplimiento de las condiciones establecidas en los Parágrafos I y IV del Artículo 323 de la CPE y los elementos constitutivos del tributo, conforme señalan las Disposiciones Adicionales Primera y Segunda de la Ley N° 031.

Es evidente que ninguna metodología permite el cobro exacto por el servicio recibido, pero son aproximaciones que determinan el costo que representa la prestación del servicio y de esa forma se pueda aminorar la subvención por parte del GAM. Además, bajo las condiciones técnicas de los municipios es imposible determinar una tasa diferenciada por individuo en función al volumen de residuos per cápita producidos.

Para calcular la TAM, se debe considerar lo previsto en el Artículo 11 de la Ley N° 2492 que define a la tasa como un tributo cuyo hecho generador consiste en la prestación de un servicio, individualizado en el contribuyente, y que la recaudación por el cobro no debe tener un destino diferente al que genera la obligación.

Por lo tanto, toda catalogación para la prestación del servicio se financia por los ingresos cobrados a los contribuyentes, los que idealmente deben cubrir todos los costos; en ese sentido, y para que el cobro se destine enteramente a la financiación de la actividad debe ser el mismo que el costo total.

Si bien con esta metodología de cálculo se establece un valor único como TAM, corresponde hacer notar que aquellas personas con baja capacidad económica pagarían un mismo importe que otras con mayor grado de ingresos y que viven en áreas residenciales.

En este caso el GAM puede aplicar la subvención cruzada entre los contribuyentes, donde quienes tengan mayor capacidad económica contribuyan con tasas más altas respecto a aquellas con bajos ingresos. En ese sentido, se recomienda, que los municipios que cobran el impuesto municipal que grava la propiedad de bienes inmuebles, diferencien el cobro en base a las tablas de valuación de zonificación de terrenos y construcciones, aplicando estos parámetros para identificar la capacidad de pago del contribuyente.

Por otro lado, bajo el criterio de que un mayor consumo de energía eléctrica tiene una relación directamente proporcional con la cantidad de residuos generado por vivienda, se puede ajustar el cobro por kw.

11.4 Vehículo recolector propuesto

Figura 34 Vehículo recolector propuesto



Fuente: Made-in-China Comercing Bugers With Chinese Supliers

Tabla 24. Especificaciones Básicas del Vehículo propuesto

Costo del Vehículo:	124.376 Bs.
Información Básica	
Modelo	CLWGC5089ZY5B5
Capacidad	6 toneladas
Marca	FOTON Chino
Uso	Tipo de Comprensión
Velocidades	95 km/h
Combustible	Diésel
Origen	Hubei, Minland, China

Fuente: Elaboración Propia, 2022

11.5 Tipo de recolección

El método de recolección a emplear será el (intradomiciliario). Se recomienda mantener este método porque es el que actualmente se da en Porvenir y para cambiar o sugerir otro se tendría que primeramente realizar sensibilizaciones a los vecinos, ordenanzas y avisos para que los usuarios procedan a entregar sus residuos de forma adecuada al servicio.

11.5.1 Frecuencia de recolección

La recolección de los residuos en toda el área urbana de la localidad de Porvenir, serán los días lunes y viernes (2 veces por semana), mintiéndose la frecuencia actual de recojo de basura propuesto por las autoridades pertinentes municipales.

11.5.2 Horario de recolección

Desde las primeras horas de la mañana comenzando desde las 8:00 a.m. hasta las 16:00 p.m.

11.5.3 Disposición Final

Todos los residuos sólidos recolectados, serán llevados al botadero municipal.

3. Macro y micro ruteo Propuesto

12.1 Objetivos del Macro y Micro ruteo

12.1.1 Objetivo General

Proveer a los administradores y operadores la base técnica necesaria que debe ser contemplada en el diseño de las macro rutas y micro rutas, para los servicios de, recolección y transporte de residuos sólidos en el área urbana de Porvenir

12.1.2 Objetivos específicos

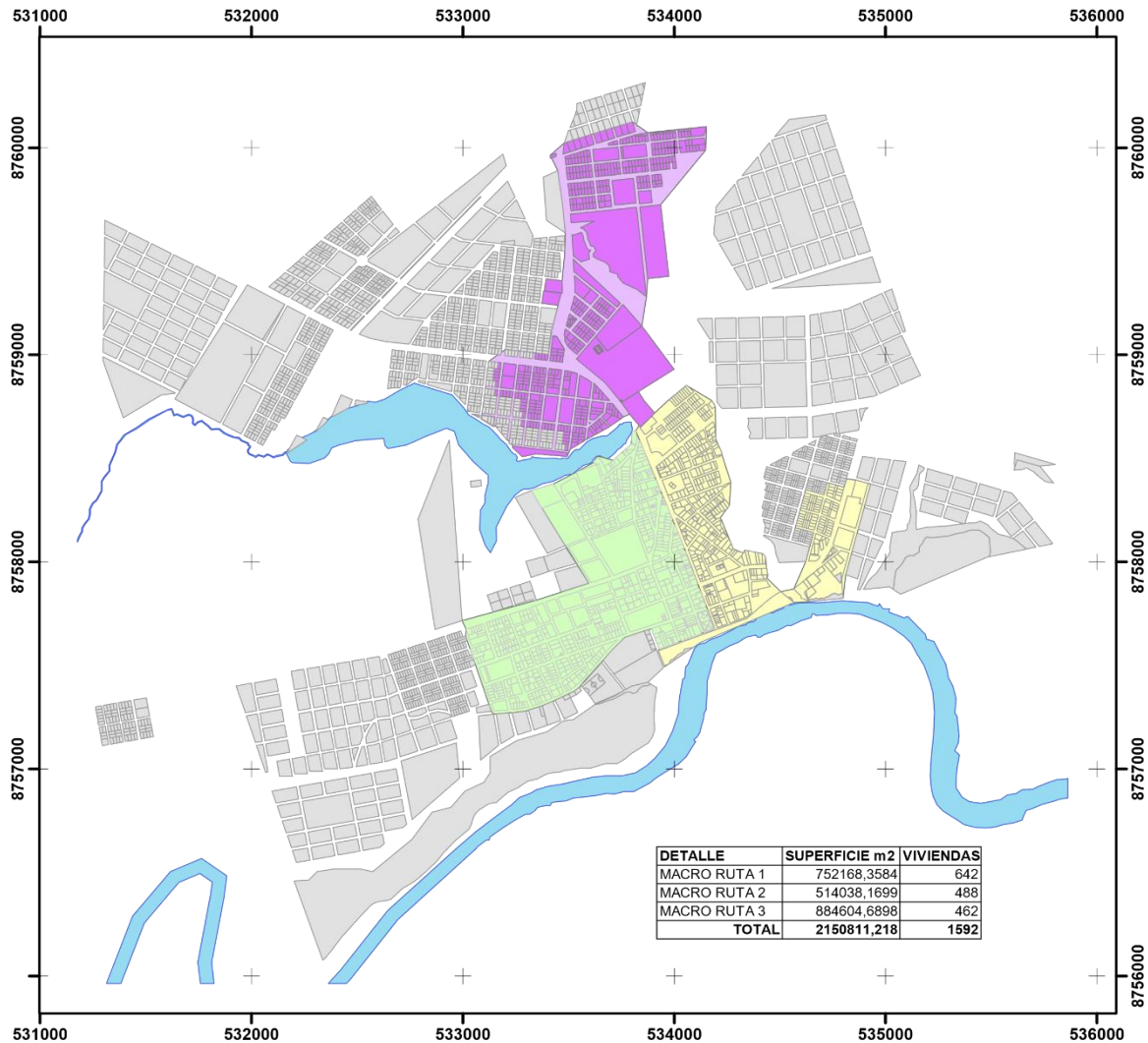
- Proporcionar las metodologías de un sistema adecuado de diseño para el servicio de recolección y transporte de residuos sólidos domiciliarios del área urbana de Porvenir.
- Definir indicadores operacionales que sirvan como herramientas de gestión gerencial en el manejo de residuos sólidos.
- Proporcionar un modelo micro y macro rutas, para lograr procesos de mejoramiento continuo del servicio de aseo público en el área urbana de Porvenir.

12.1.3 Macro Ruteo

Para el presente proyecto se procedió primeramente a dividir Porvenir en 3 sectores, Macro Ruta 1, Macro Ruta 2 y Macro Ruta 3 tomando en cuenta la bibliografía realizada por (Nelson, 2008), tratando de que cada parte sea lo más homogénea posible.

A continuación, se muestra el modelo de las dos macro rutas.

Figura 35. Mapa de Diseño Macro Ruteo



DETALLE	SUPERFICIE m2	VIVIENDAS
MACRO RUTA 1	752168,3584	642
MACRO RUTA 2	514038,1699	488
MACRO RUTA 3	884604,6898	462
TOTAL	2150811,218	1592

**MAPA
MACRO RUTEO
AREA URBANA DE PORVENIR**

PROYECTO: OPTIMIZACIÓN DE RUTAS PARA LA RECOLECCIÓN DE RESIDUOS SOLIDOS DOMICILIARIOS EN EL AREA URBANA DE PORVENIR-PANDO

LEYENDA

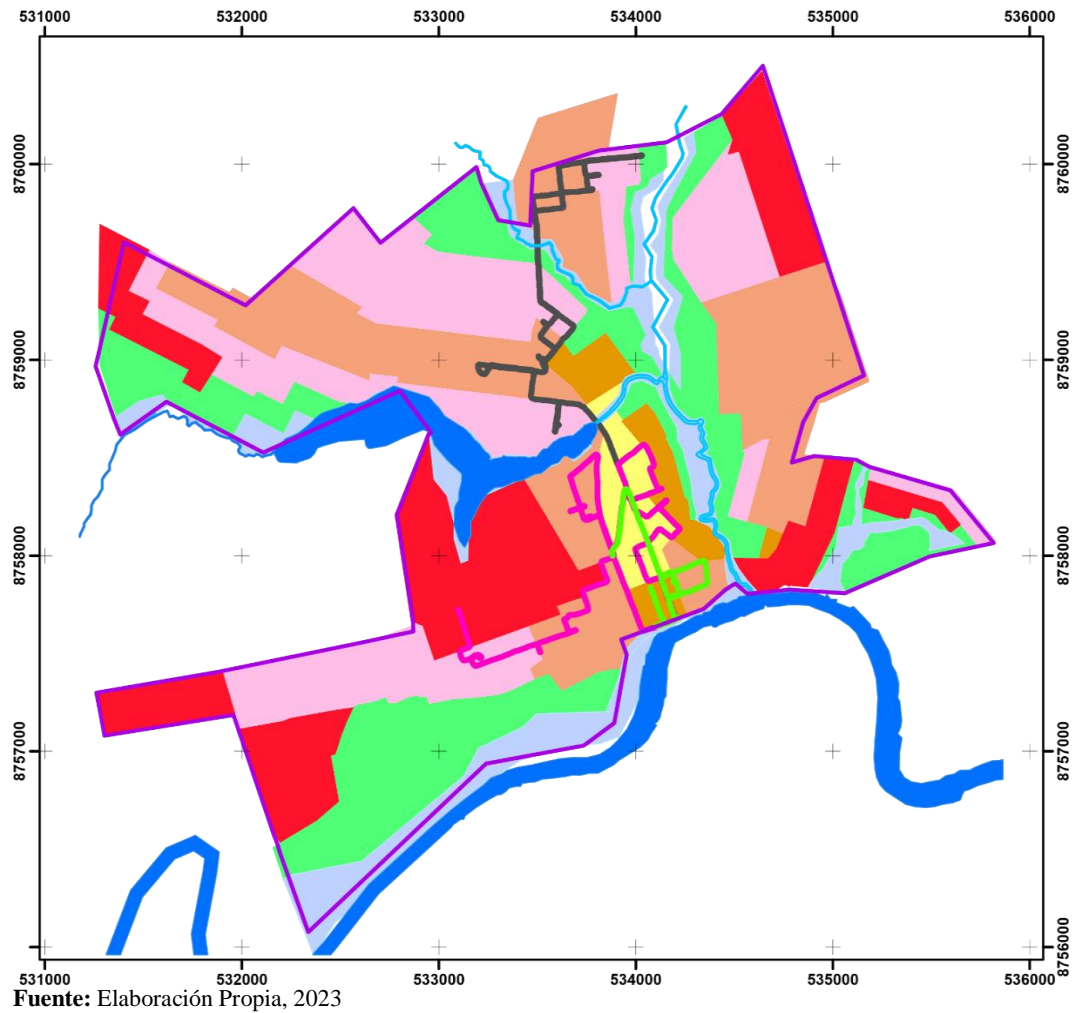
MACRO RUTA	SUPERFICIE
 MACRO RUTA 1	752168,358355
 MACRO RUTA 2	514038,169901
 MACRO RUTA 3	884604,68983
 RIO TAHUAMANU	

SISTEMA DE COORDENADAS
 ZONA: 19
 PROYECCIÓN: Transversa de Mercator
 FALSO ESTE: 500000,0
 FALSO NORTE: 10000000,0
 MERIDIANO CENTRAL: -69,0
 FACTOR DE ESCALA: 0,9996

MAPA DE UBICACION

Fuente: Elaboración Propia, 2023

Figura 36. Mapa de Diagnóstico Zonas de Equipamientos



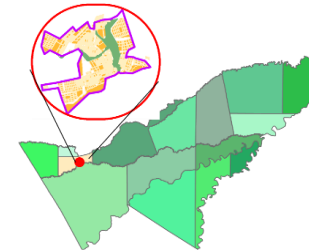
MAPA DE DIAGNÓSTICO ZONAS DE EQUIPAMIENTO

PROYECTO: OPTIMIZACIÓN DE RUTAS PARA LA RECOLECCIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS EN EL ÁREA URBANA DE PORVENIR-PANDO

LEYENDA

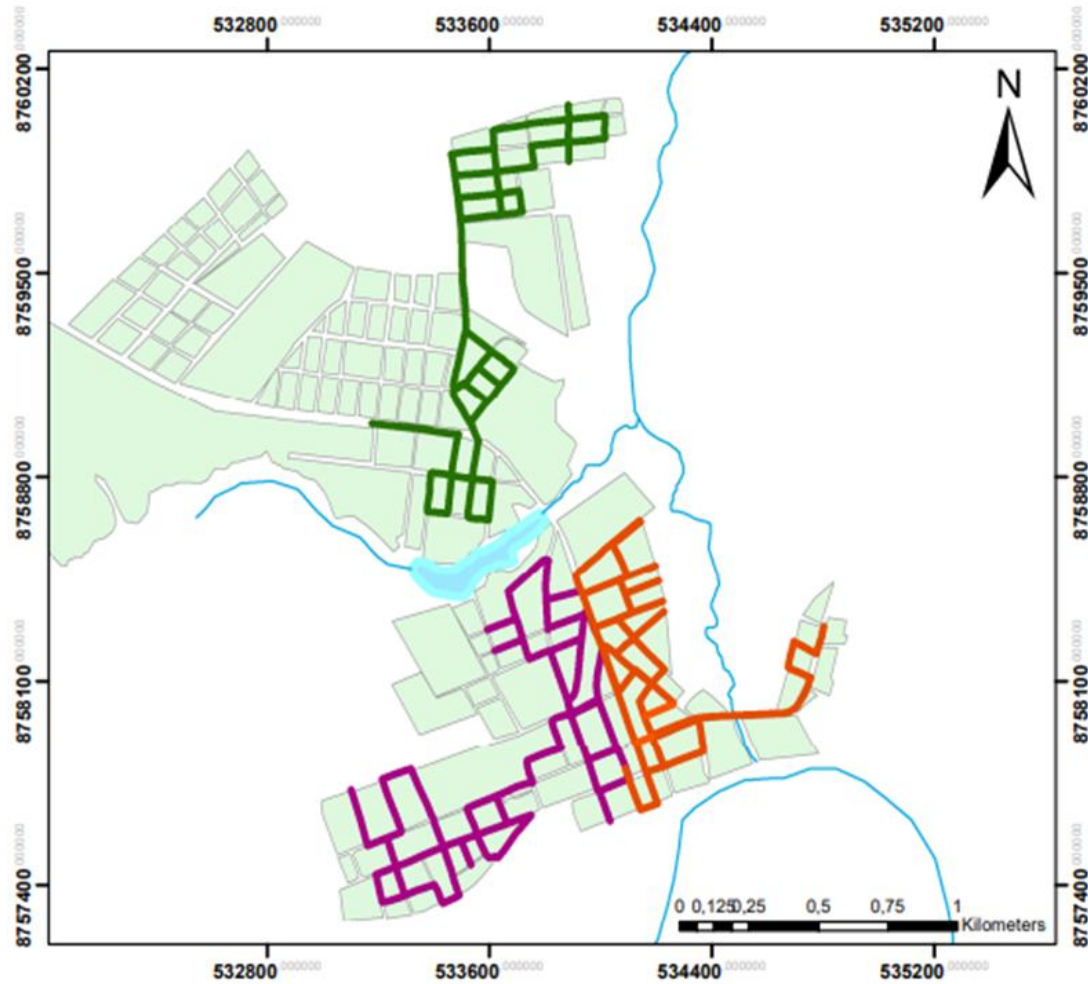
-  LIMITE URBANO
-  RIO TAHUAMANU
-  HIDROGRAFIA
-  PRIMER VIAJE
-  SEGUNDO VIAJE
-  TERCER VIAJE
-  ZONA "A"- COMERCIAL
-  ZONA "B"- RESIDENCIAL
-  ZONA "C"- RESIDENCIAL 2
-  ZONA "D"- RESIDENCIAL 3
-  ZONA "E"- INDUSTRIAL
-  ZONA "F"- ACROPECUARIA
-  ZONA "G"- RIBERA DE RIO

MAPA DE UBICACION



12.1.4 Micro Rutas

Figura 37. Mapa de Diseño Micro Ruteo Optimizado



Fuente: Elaboración Propia, 2023

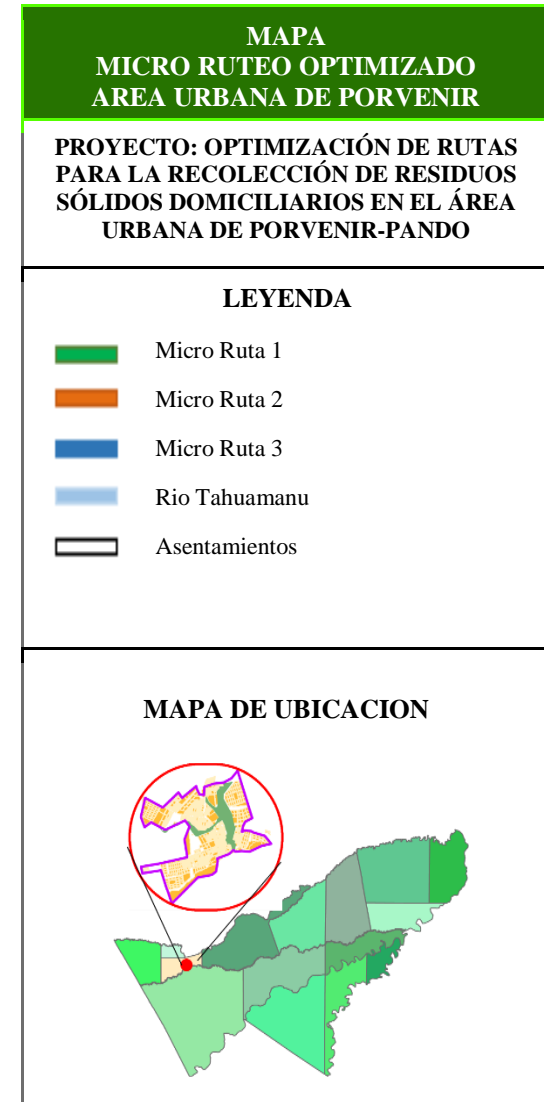
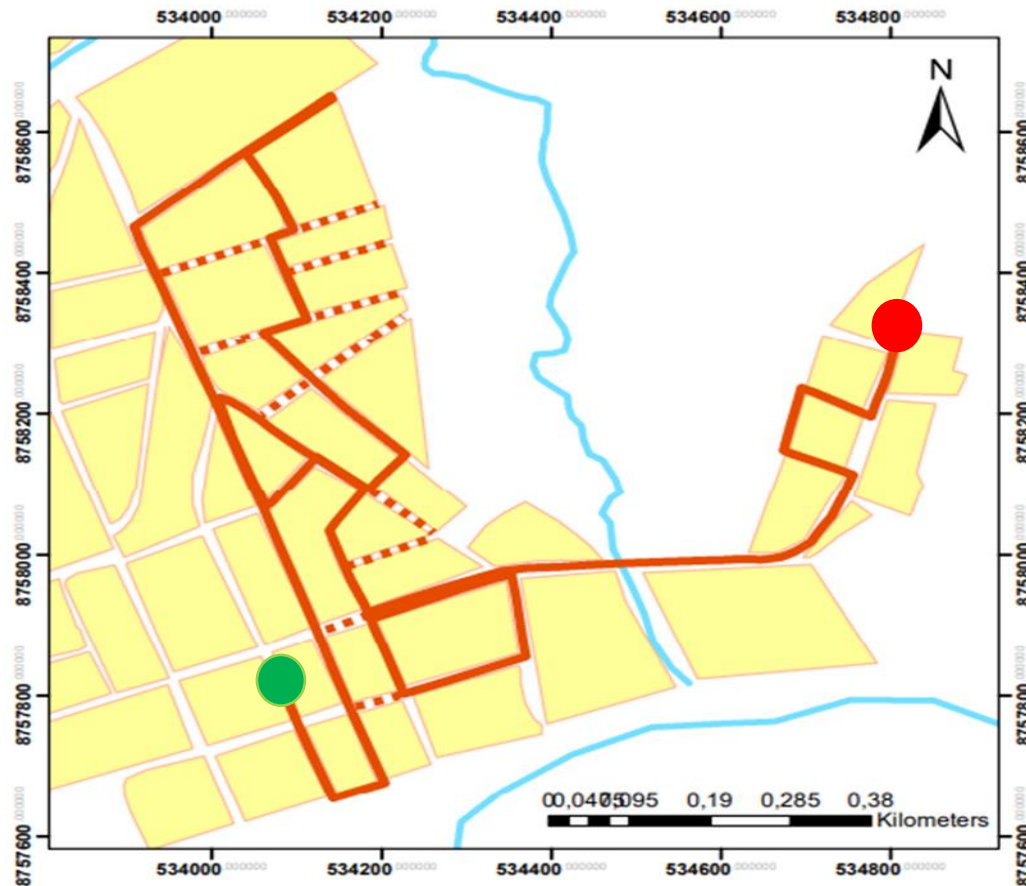


Figura 38. Diseño Primera Micro ruta Optimizada



Fuente: Elaboración Propia, 2023

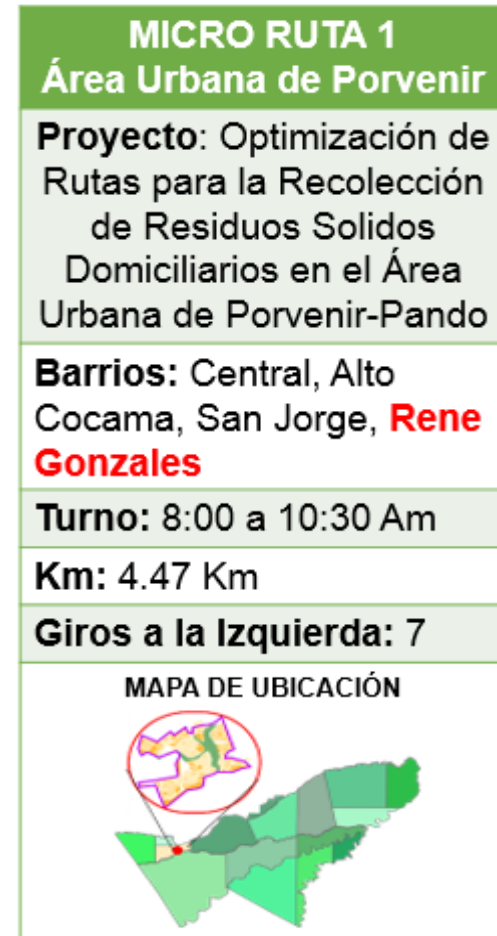
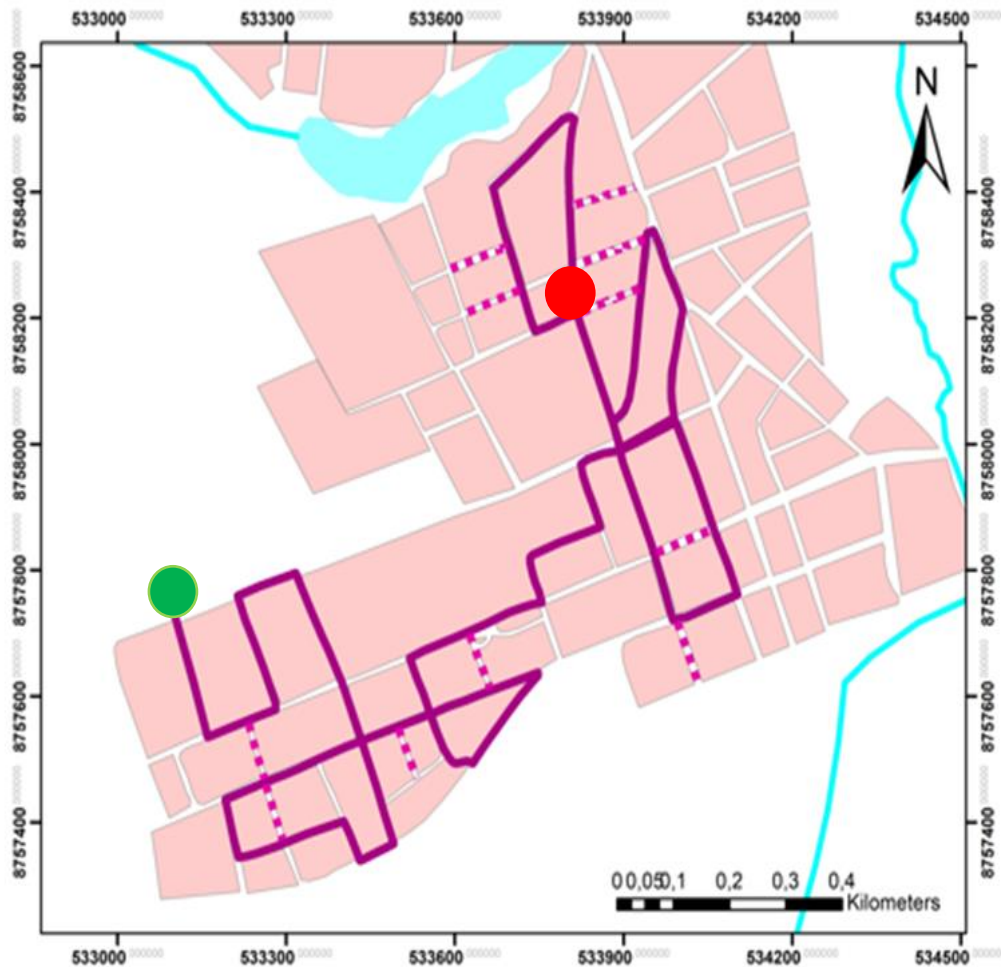


Figura 39. Diseño Segunda Micro Ruta Optimizada



MICRO RUTA 2 Área Urbana de Porvenir

Proyecto: Optimización de Rutas para la Recolección de Residuos Sólidos Domiciliarios en el Área Urbana de Porvenir-Pando

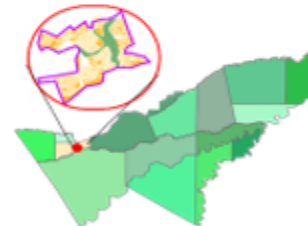
Barrios: Senac, General Federico Román, 26 de Octubre, 13 de Octubre

Turno: 10:30 Am, 1:00 Pm

Km: 5.73 Km

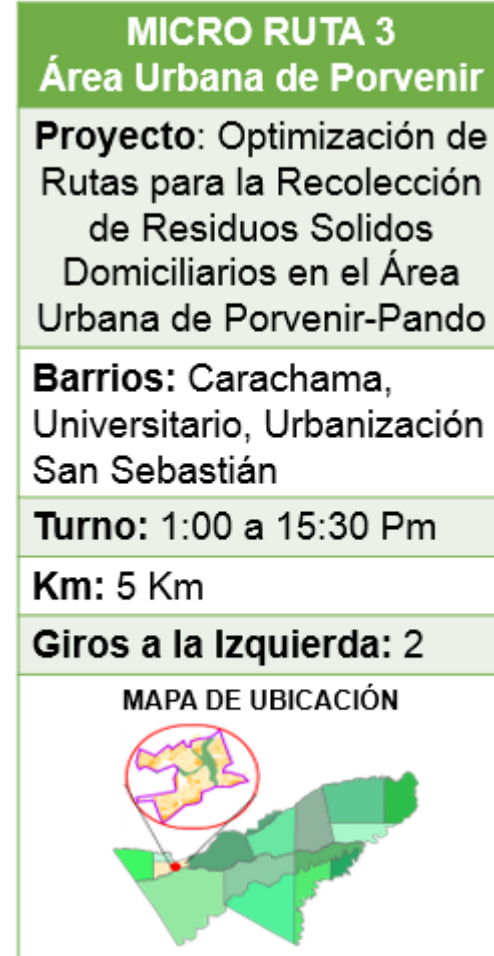
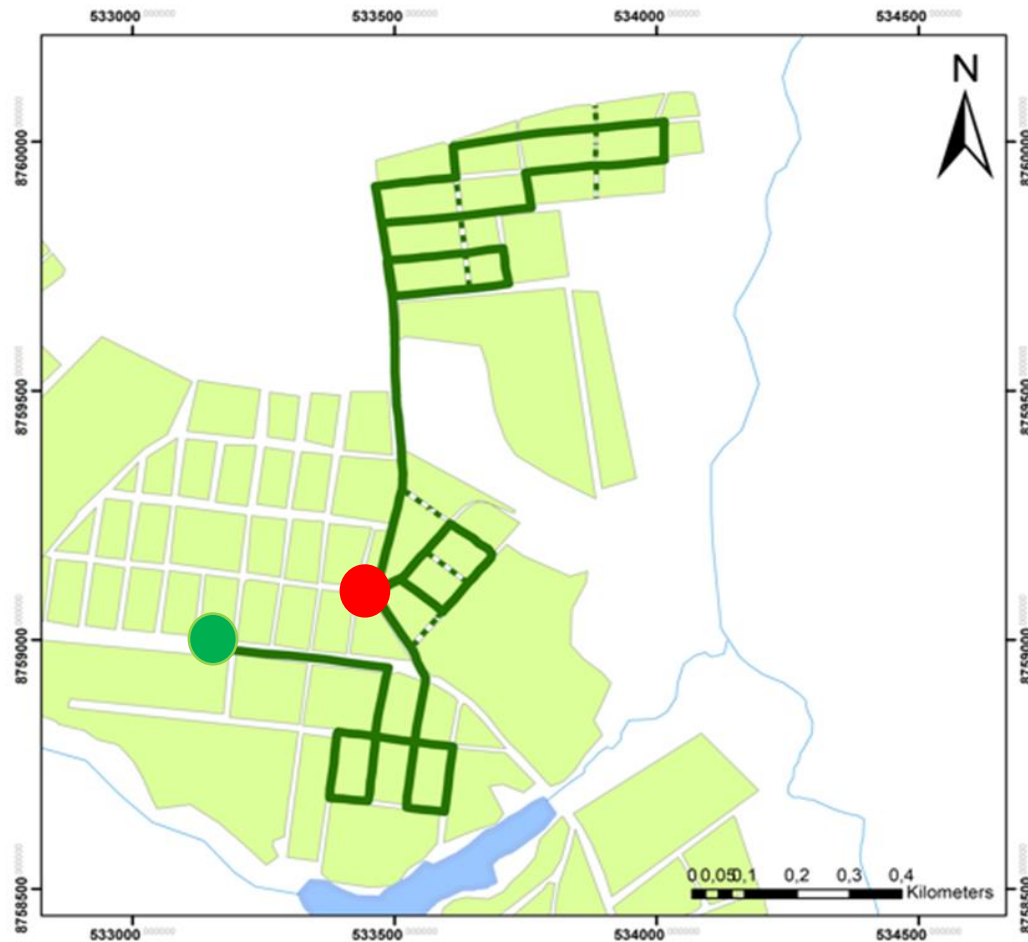
Giros a la Izquierda: 4

MAPA DE UBICACIÓN



Fuente: Elaboración Propia, 2023

Figura 40. Diseño tercera Micro Ruta Optimizada



Fuente: Elaboración Propia, 2023

12.2 Modelo del Cronograma para la Recolección de Residuos Sólidos

Figura 41. modelo de cronograma para la recolección



Fuente: Elaboración Propia, 2023

12.3 Cuadro comparativo de las Rutas actuales y la propuesta

Tabla 25. Cuadro comparativo de la ruta actual y la propuesta

	Actual	Propuesta
Cobertura	No se atiende la totalidad de los barrios	Se considera la recolección para todos los barrios
Giros a la Izquierda	33	14
Kilómetros	14	15
Transporte	Tipo de vehículo inadecuado para la recolección	Vehículo compactador apropiado para brindar el servicio de recolección

Fuente: Elaboración Propia, 2023

La tabla 25 compara los beneficios que puede tener la implementación del proyecto, en el se muestran algunos de los componentes más importantes a optimizar.

13. Factibilidad

a) Técnica

Se poseen los recursos humanos necesarios para llevar a cabo el servicio de recolección, un conductor y cuatro trabajadores. Actualmente, para garantizar la seguridad de los obreros, se utilizan solo guantes. Además, hay escasez de materiales y herramientas como pala, bolsa de yute y lámpara.

El presente proyecto es técnicamente viable porque cuenta con todos los recursos humanos necesarios para brindar un servicio efectivo a la localidad. No obstante, se demuestra que los elementos que faltarían reforzar serían los equipos de protección personal, herramientas y materiales, La dotación de equipos y herramientas como el uniforme de trabajo (overoles), botas, gafas, guantes, entre otros, que son de gran importancia.

b) Económica

El sistema actual de recolección requiere 778.260.00 Bs. Por otra parte, el presente proyecto demandaría una suma de Bs. 922.048.00 para su ejecución. La diferencia es de 143.788.00 Bs. Es evidente que la diferencia no es significativa. En comparación con la disminución de la contaminación en el suelo, el aire y el agua son algunos de los beneficios potenciales. Por lo tanto, se evitarán indirectamente enfermedades transmitidas por vectores, y el proyecto optimizado reducirá costos.

c) Operacional

El personal encargado de la recolección, será el encargado de llevar a cabo la prestación del servicio, este personal es adecuado para este trabajo ya que tienen conocimiento previo de la manipulación y manejo de los residuos sólidos, sin embargo, es importante que se le otorguen capacitaciones, para brindar seguridad a los trabajadores.

14. Evaluación del Proyecto

a) Evaluación Económica

La evaluación económica es una manera de medir y comparar los diversos beneficios al efectuar un proyecto en relación a los gastos con el fin de determinar si son suficientes para soportar el servicio de la deuda y de retribuir adecuadamente el capital aportado por los usuarios.

14.1 Costos Asociados al Proyecto.

En este punto desarrollaremos la estructura de los costos asociados al presente proyecto.

Tabla 26. Costos de uniformes y herramientas por año

Nº	Material	Unidad	Costo Unitario Bs	Cantidad Anual	Costo Total Anual Bs
1	Overol	Pieza	150	21	3.150
2	Guantes	Pares	10	84	840
3	Botas	Pares	120	42	5.040
4	Sombreros	Unidad	30	42	1.260
5	Lampas	Unidad	45	15	675
6	Escobas	Unidad	35	15	525
7	Rastrillos	Unidad	25	15	375
8	Bolsas de Yute	Unidad	4.50	40	180
9	Gafas	Pieza	35	21	735
10	Botiquín	Pieza	315	2	630
TOTAL					13.410,00

Fuente: Elaboración propia en base a cotizaciones en tiendas de la ciudad de Cobija, 2023

Tabla 27. Costo del personal

Nº	Personal	Número de Personal	Sueldo Bs	Costo Mes Bs	Costo Anual Bs
1	Director	1	6.000	6.000	72.000
2	Secretaria	1	2.800	2.800	33.600
3	Jefe Supervisor	1	3.500	3.500	42.000
4	Obreros	13	2.260	29.380	352.560
5	Chofer	1	4.000	4.000	48.000
6	Personal de Barrido	8	2.260	18.080	216.960
TOTAL					765.120,00

Fuente: Elaboración propia, 2023

Tabla 28. Costo de Adquisición de un vehículo compactador

Nº	Rubro	Costo Unitario Bs	Costo total Bs
1	Vehículo compactador	124.376	124.376
2	Mantenimiento cada mes	1000	12.000(anual)
TOTAL			136.378

Fuente: cotización en base a: Made-in-China Comercing Bugers With Chinese Suppliers

Tabla 29. Costo de Combustible

Tipo de combustible	Disponibilidad al mes	Cantidad de litros requeridos por día	Cantidad de litros requerido al mes	Costo unitario Bs.	Precio total Bs. por mes
diésel	8 Días	20	160	3.72.00	595.00
TOTAL POR AÑO					7.140.00

Fuente: Elaboración propia, 2023

14.2 Resumen de Costos

Tabla 30. Resumen de los costos

COSTO TOTAL DEL PROYECTO	
Costos de Uniformes y Herramientas Para Barrido y Recolección	13.410
Costos del personal	765.120
Adquisición de Vehículo Recolector y Mantenimiento	136.378
Costo de Combustible al año	7.140.00
TOTAL Bs.	922.048.00

Fuente: Elaboración propia, 2023

b) Evaluación Social

Aparte de los costos que pueden ser cuantificados, existen otros factores sociales que es de importancia prestar atención, estos beneficios no representan cifras, si no la mejora de la calidad de vida de los pobladores, sin embargo, deben ser considerados ya que determinan y tienen una gran influencia sobre las decisiones que se tomen, estos son:

- **Para el trabajador:** aumento de la seguridad en el trabajo para los operarios.
- **Para las familias:** disminución de plagas y enfermedades.
- **Para la sociedad:** mejoramiento de la calidad de vida, mejora de la estética y aseo

de Porvenir.

Por todo ello es de suma importancia implementar una nueva mentalidad para cada uno de los actores involucrados en este tema. En esta etapa no solo deben participar autoridades mediante la reglamentación establecida sino también los operarios del servicio y los vecinos que habitan en Porvenir.

d) Evaluación Ambiental

Actualmente el área urbana del municipio de Porvenir, no cuenta con un servicio eficiente y ambientalmente conveniente de recolección de residuos sólidos. Siendo esto un factor determinante para la contaminación del aire por el flujo de contaminantes provenientes del tráfico, residuos sólidos, etc. Así también es afectada el agua por las prácticas agrícolas y sobre todo por derrames de residuos a las vertientes que existen cerca del lugar, ya que el agua transporta los contaminantes. Por otra parte, la contaminación de ruido y olores afectan la calidad de vida y la salud de las personas, por último, la generación de los residuos sólidos es un problema grave ya que se generan de todas las actividades que se realizan y su mal manejo desencadena un daño para todo el medio ambiente.

Por lo tanto, sin el presente proyecto:

1. La prestación del servicio de recolección de residuos sólidos este sujeto a otras actividades de otros programas del municipio.
2. No existe una adecuada protección laboral para los trabajadores
3. No se garantiza un servicio de recolección eficiente para los trabajadores
4. Se contamina y degrada la vista visual al lugar

Con el Proyecto:

1. Con el presente proyecto, existe una estructuración, planificación, organización, ejecución, control de calidad y evaluación del servicio.
2. Se cumplirá las necesidades que establecen las normativas ambientales.
3. Existirá mejoras en la mitigación en el medio ambiente.
4. Se proporcionará equipos y elementos adecuados para los trabajadores.

15. Conclusiones

✓ De acuerdo al diagnóstico realizado, se evidencia que el sistema de recojo de residuos sólidos domiciliarios, no cubre todos los barrios que componen el área urbana de la localidad de Porvenir, debido a que el municipio alquila una camioneta, la cual no tiene la capacidad suficiente, como tampoco rutas definidas, ni establecido las formas de cobro por este servicio.

✓ Los datos de generación de residuos sólidos en Porvenir muestran que la producción per cápita es de 0.341 Kg/hab.-día. Los residuos sólidos en porcentaje por tipo fueron los siguientes: Residuos domiciliarios (63%), pañales desechables (8 %), polietileno de baja densidad. (10 %), polietileno de alta densidad (6 %), latas (3 %), cartón (3 %), Residuos fino (mallas) (3), textiles (1 %), desechos de jardines (1 %), huesos (1 %) y envases tetrapak (1%). Asimismo, se menciona que se generan 1.450 kg por día de residuos sólidos, lo que equivale a 1,45 toneladas diarias.

✓ El diseño propuesto de rutas óptimas para el recojo de residuos sólidos en toda el área urbana del municipio de Porvenir, considera las macro rutas como las micro rutas con un inicio y un fin, respetando el diagnóstico, las Zonas de Equipamiento (figuras 37, 38 y 39)., el mismo permite proponer los costos para cobrar por este servicio.

16. Recomendaciones

- ✓ Que, a través del Gobierno Municipal de Porvenir, puedan gestionar la compra de un vehículo recolector de residuos domiciliarios, esto con el objetivo de optimizar el servicio para toda la población y así poder hacer el recorrido por todos sus barrios que la componen.
- ✓ Se recomienda poner en marcha las propuestas del presente estudio, referente a las rutas optimizadas para el recojo de basura a través del vehículo recolector.
- ✓ Gestionar la adquisición de una compactadora para garantizar al 100% la cobertura de recolección de residuos sólidos.
- ✓ Fomentar la creación de un programa para el aprovechamiento de los residuos orgánicos generados diariamente, ya que dichos residuos presentan un gran potencial de materia orgánica que es altamente aprovechable para procesos de obtención de abonos y fertilizantes orgánicos.
- ✓ Se recomienda hacer campañas educativas acerca de la importancia del reciclaje y clasificación de residuos sólidos con el fin de minimizar la generación de residuos, mejorando así la prestación del servicio de recolección.
- ✓ Como también se recomienda la construcción de un relleno sanitario, para la deposición de todos los residuos domiciliarios generados por el área urbana del municipio de Porvenir.
- ✓ Fortalecer la unidad de recolección de residuos sólidos mediante programas como el P.O.A del Gobierno Autónomo Municipal de Porvenir de acuerdo a Normas Bolivianas.

17. Bibliografía

- Aguilera, J. (2021). *El Senado Aprueba Rendir Homenaje al Municipio de Porvenir del Departamento de Pando*. <https://web.senado.gob.bo/prensa/noticias/el-senado-aprueba-rendir-homenaje-al-municipio-del-porvenir-del-departamento-de#:~:text=El%20municipio%20del%20Porvenir%20tiene,jochi%20pintado%20y%20jochi%20colorado>.
- Asamblea Legislativa Plirunacional. (28 de Octubre de 2015). *Ley de Gestion Integral de Residuos*. Obtenido de <https://bolivia.infoleyes.com/norma/5736/ley-de-gesti%C3%B3n-integral-de-residuos-755>
- Barreda, E. A. (2019). *Analisis y Diseño de la Recogida Separada de Residuos Solidos Urbanos*. file:///C:/Users/HP/Downloads/tfm_BarredaAlbert_Esther.pdf.
- Bautista, I., Nùñez, S., & Calderòn, S. (2010). *Gestion de Residuos Solidos en Cobija*. Pando: https://www.academia.edu/44472374/Gesti%C3%B3n_y_residuos_s%C3%B3lidos_en_Cobija.
- Figuroa, M. B. (2008). *Descripcion de las Etapas de Almacenamiento, Recoleccion y transporte de los Residuos Solidos en el Sistema de Aseo Urbano del Municipio de Chinu-Cordoba*. Sucre : <https://repositorio.unisucre.edu.co/bitstream/handle/001/297/628.44F475.pdf;jsessionid=B62E9232D531ED7705A1FA1A8E235F33?sequence=2>.
- Flores, H. (2017). *Investigaciòn Cualitativa y Cuantitativa de la Generaciòn de Residuos Sòlidos Domiciliarios en el Area Urbana del Municipio de Porvenir, 2017*. Cobija, Bolivia.

Gaceta Oficial de Bolivia. (15 de Junio 1992). *Ley del Medio Ambiente*. Obtenido de

https://www.oas.org/dsd/fida/laws/legislation/bolivia/bolivia_1333.pdf

Galvis, J. A. (2016). *Residuos Solidos, Problema, Conceptos Basicos y Algunas Estreategias de*

Solucion . file:///C:/Users/HP/Downloads/149-Texto%20del%20art%C3%ADculo-253-1-10-20190525%20(1).pdf.

Gonzales, A. R. (2019). *La Basura, Un Problema Creciente en Bolivia* .

<https://www.iisec.ucb.edu.bo/publicacion/la-basura-un-problema-creciente-en-bolivia>.

Justicia Bolivia. (7 febrero 2009). *Constitucion Politica del Estado*. Obtenido de

<https://bolivia.justia.com/nacionales/nueva-constitucion-politica-del-estado/cuarta-parte/titulo-ii/capitulo-primero/>

Marquez, L. B. (2016). *Residuos Solidos: Un Enfoque Multidisciplinario Vol. 1* .

https://www.researchgate.net/publication/308057682_Residuos_Solidos_Un_enfoque_multidisciplinario_Vol_I.

Nelson, J. P. (2008). *Macro y Micro Ruteo de Residuos Solidos Domiciliarios* .

<https://repositorio.unisucre.edu.co/bitstream/handle/001/299/628.442M357.pdf?sequence=2&isAllowed=y>.

Observatorio del Principio 10 . (15 de Julio 1992). Obtenido de

<https://observatoriop10.cepal.org/en/node/113>

Ortiz Gerrero, D. M. (2021). *Optimizacion de Rutas Para la Recolecion de Residuos Solidos del*

Canton Latacunga. Universidad Tecnica de Ambato. Obtenido de
<https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/32721>

- Rivas, C. A. (2018). *Piensa un Minuto Antes de Actuar: Gestion Integral de Resodios Solidos* .
<https://www.mincit.gov.co/getattachment/c957c5b4-4f22-4a75-be4d-73e7b64e4736/17-10-2018-Uso-Eficiente-de-Recursos-Agua-y-Energi.aspx>.
- Rondon, E. T., Contreras, E., & Galves, A. (2016). *Guia General Para la Gestion de Residuos Solidos Domiciliarios* . Chile :
https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/40407/1/S1500804_es.pdf.
- Tello, P. E. (2018). *Gestion Integral de Residuos Solidos Urbanos* . <https://aidisnet.org/wp-content/uploads/2019/08/GESTION-INTEGRAL-DE-RESIDUOS-SOLIDOS-URBANOS-LIBRO-AIDIS.pdf>.

18. Anexos

Fotografía 1: Lugar de salida del vehículo recolector



Fotografía 2 y 3: Recolección de residuos sólidos en el mercado central de Porvenir



Fotografía 4 y 5: Recolección de residuos sólidos en la avenida principal de Porvenir



Fotografía 6 y 7: Recolección de residuos sólidos en domicilios



Fotografía 8 y 9: Recolección de residuos sólidos en escuelas



Fotografía 10 y 11: Recolección de residuos sólidos en el hospital de Porvenir



Fotografía 12: recepción del plan de trabajo a realizar en Porvenir



Fotografía 13: Reunión con el jefe del servicio de recolección



Fotografía 14: Disposición final a cielo abierto



Formato de cuestionario para la evaluación de las rutas de recolección

Fecha	N.º día	Hora	Km. Recorridos por día	Consumo combustible por día:
				Número de trabajadores:
Características de las rutas de recolección				
Categorías	Hora		Lugares atendidos (Barrios)	
	Inicio	Fin		
Primer llenado del vehículo				
Llegada al sitio de disp. Final				
Descarga en el sitio				
Salida del sitio de disp. Final				
Llegada al lugar de recolección				
Segundo llenado del vehículo				
Llegada al sitio de disp. Final				
Descarga en el sitio				
Salida del sitio de disp. Final				
Llegada al lugar de recolección				
Tercer llenado del vehículo				
Llegada al sitio de disp. Final				
Descarga en el sitio				
Salida del sitio de disp. Final				
Fin de la recolección				

Formato cuestionario de entrevista a la oficina encargada de la prestación del servicio de recolección de los residuos

Entrevista realizada al señor:

Miguel Velarde monasterio
DIRECTOR DE INFRAESTRUCTURA

1. ¿Cómo está compuesto el sistema administrativo?

R;

¿Cómo están compuestos los recursos humanos de la unidad de aseo urbano?

R;

¿Cuál es el tipo de recolección que se realiza?

R;

¿En cuántas zonas está dividida la localidad para realizar el servicio de recolección?

R;

¿Cuántas personas realizan el trabajo de recolección?

R;

¿Cuántas rutas de recolección hay?

R;

¿Cuántos turnos de recolección hay?

R;

¿Cómo es la distribución de las rutas?

R;

¿Días de recolección?

R;

¿Cuántos vehículos recolectores disponibles hay para el servicio de recolección?

R;

¿Cómo es la forma de cobro por el servicio?

R;

**Formato cuestionario de entrevista por el cobro del servicio de recolección de
residuos solidos**

Entrevista realizada a la señora:

Silvia Eugenia roca flores

RESPONSABLE DE LA INTENDENCIA

1. ¿Cómo se realiza el cobro por el servicio de aseo urbano?

R.

2. ¿Cuánto es el costo por el servicio?

R.

3. ¿Cuántos domicilios pagan por el servicio?

R.

4. ¿Cobertura por el servicio?

R.

5. ¿Cuánto es el ingreso por mes, por el cobro del servicio?

R.

Formato guía revisión documentaria

Fecha:

Documentos	Existe		Observaciones
	Si	No	
Plano de porvenir			
Plano de rutas del recojo de residuos solidos			
Plan integral de gestión ambiental de residuos solidos			
Estudio de caracterización de residuos solidos			
Proyecto anterior de residuos sólidos para el municipio			
Se tiene establecido un plan para el barrido y limpieza			

Formato guía de observación

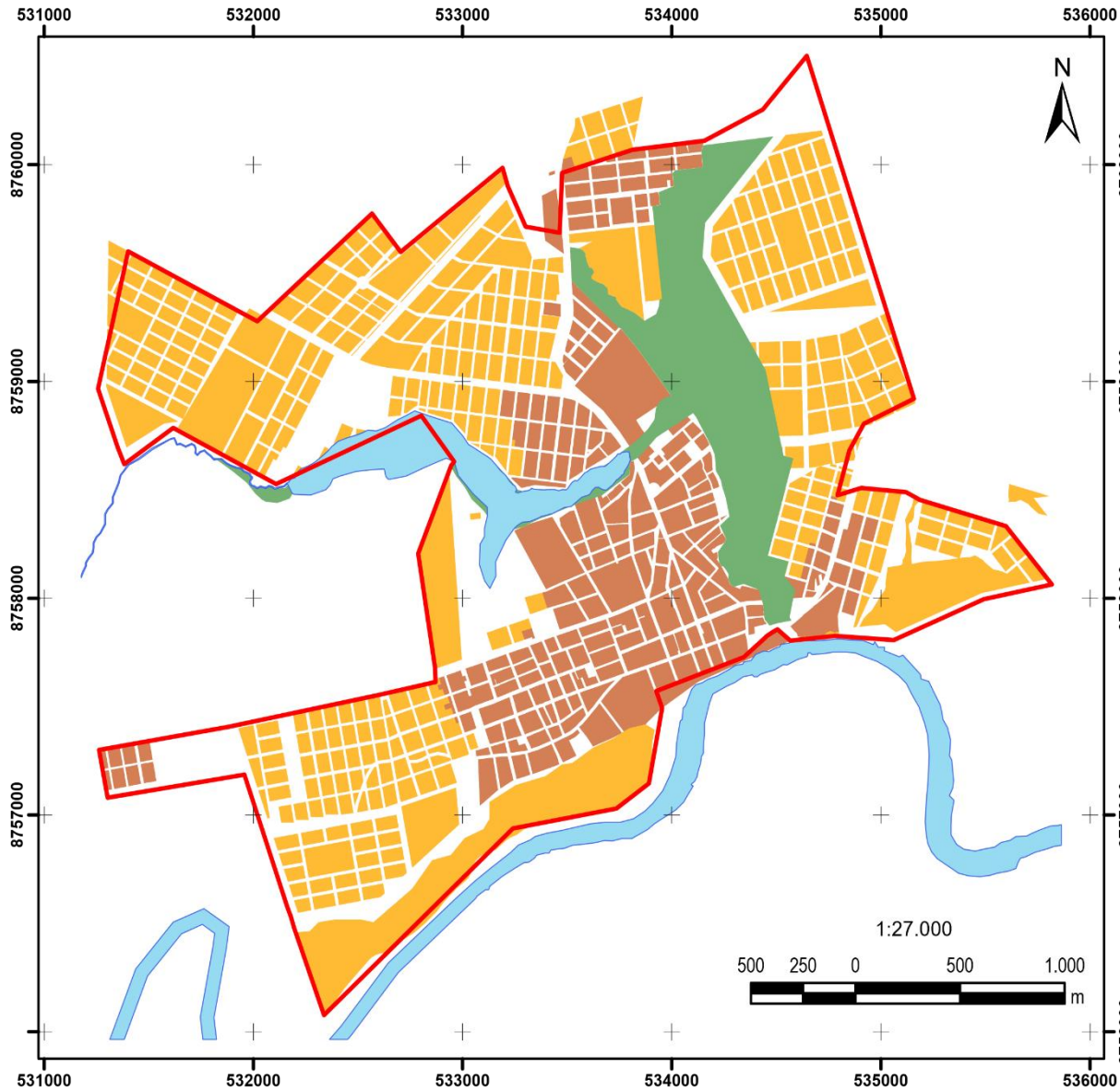
Fecha:

Actividades	Cumple		Observaciones
	Si	No	
Se cumplen los horarios de recolección			
La recolección del vehículo cumple una ruta establecida			
Se recorren calles más de una vez			
Los trabajadores cuentan con equipos de protección personal			
Se utiliza el total de la capacidad del vehículo recolector			
Existen recipientes para recolectar los residuos sólidos en diferentes puntos del lugar			

Formato cuestionario percepción de la población sobre el servicio de recolección de residuos sólidos en el área urbana de Porvenir

Hola, soy Gemimax Añez, estudiante de la carrera ingeniería ambiental, el siguiente cuestionario busca recopilar la opinión de los ciudadanos con respecto al servicio de recolección de los residuos sólidos en Porvenir, este cuestionario se hace con fines exclusivamente académicos a mi persona, agradezco su participación.






1. ¿Qué días pasa el camión recolector por su calle?
2. ¿En qué horario pasa el camión recolector por su domicilio?
3. ¿Qué días pasa el camión recolector por su calle?
4. ¿Qué días pasa el camión recolector por su calle?
5. ¿En qué horario pasa el camión recolector por su domicilio?
6. ¿El personal de aseo urbano realiza el barrido de calles?
7. ¿Está satisfecho con el servicio de recolección de residuos sólidos?
8. ¿Existen basureros cerca de donde vive?
9. ¿Cuándo no pasa el camión recolector, donde deposita sus residuos sólidos?
10. ¿Cuántas personas viven en su domicilio?
11. ¿Estaría dispuesto a pagar por el servicio de recolección?
12. ¿Le interesaría tener un servicio de recolección de residuos sólidos a través de un servicio municipal mejorado?



MAPA DE DIAGNÓSTICO ASENTAMIENTO URBANOPORVENIR

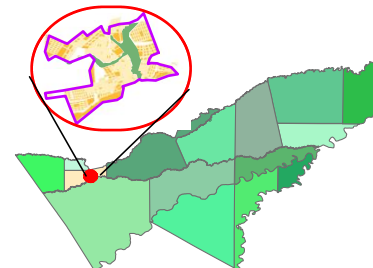
PROYECTO: OPTIMIZACIÓN DE RUTAS
PARA LA RECOLECCIÓN DE RESIDUOS
SOLIDOS DOMICILIARIOS EN EL AREA
URBANA DE PORVENIR-PANDO

LEYENDA

-  LIMITE_URBANO
-  RIO TAHUAMANU
-  BOSQUE DE PROTECCION
- ASENTAMIENTOS**
-  CON ASENTAMIENTO
-  SIN ASENTAMIENTO

SISTEMA DE COORDENADAS
ZONA : 19
PROYECCIÓN: Transversa de Mercator
FALSO ESTE: 500000,0
FALSO NORTE: 10000000,0
MERIDIANO CENTRAL: -69,0
FACTOR DE ESCALA: 0,9996

MAPA DE UBICACION



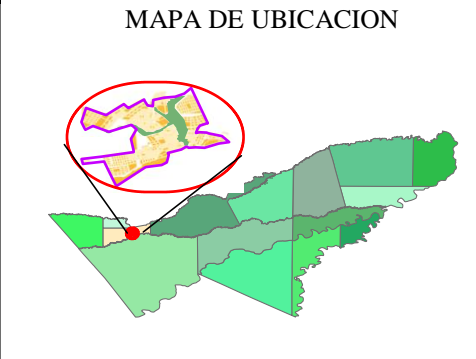


**MAPA DE DIAGNÓSTICO
HIDROGRAFIA
AREA URBANA PORVENIR**

PROYECTO: OPTIMIZACIÓN DE RUTAS
PARA LA RECOLECCIÓN DE RESIDUOS
SOLIDOS DOMICILIARIOS EN EL AREA
URBANA DE PORVENIR-PANDO

- LEYENDA**
- LIMITE_URBANO
 - HIDROGRAFIA
 - RIO TAHUAMANO
 - BOSQUE DE PROTECCION
 - ASENTAMIENTOS**
 - CON ASENTAMIENTO
 - SIN ASENTAMIENTO

SISTEMA DE COORDENADAS
ZONA : 19
PROYECCIÓN: Transversa de Mercator
FALSO ESTE: 500000,0
FALSO NORTE: 10000000,0
MERIDIANO CENTRAL: -69,0
FACTOR DE ESCALA: 0,9996










**MAPA DE DIAGNÓSTICO
RED DE ENERGIA ELECTRICA
AREA URBANA PORVENIR**

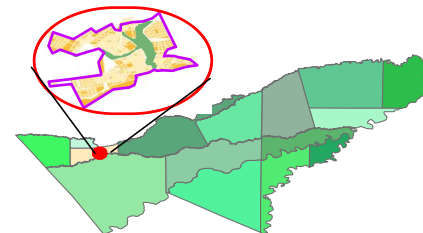
PROYECTO: OPTIMIZACIÓN DE RUTAS
PARA LA RECOLECCIÓN DE RESIDUOS
SOLIDOS DOMICILIARIOS EN EL AREA
URBANA DE PORVENIR-PANDO

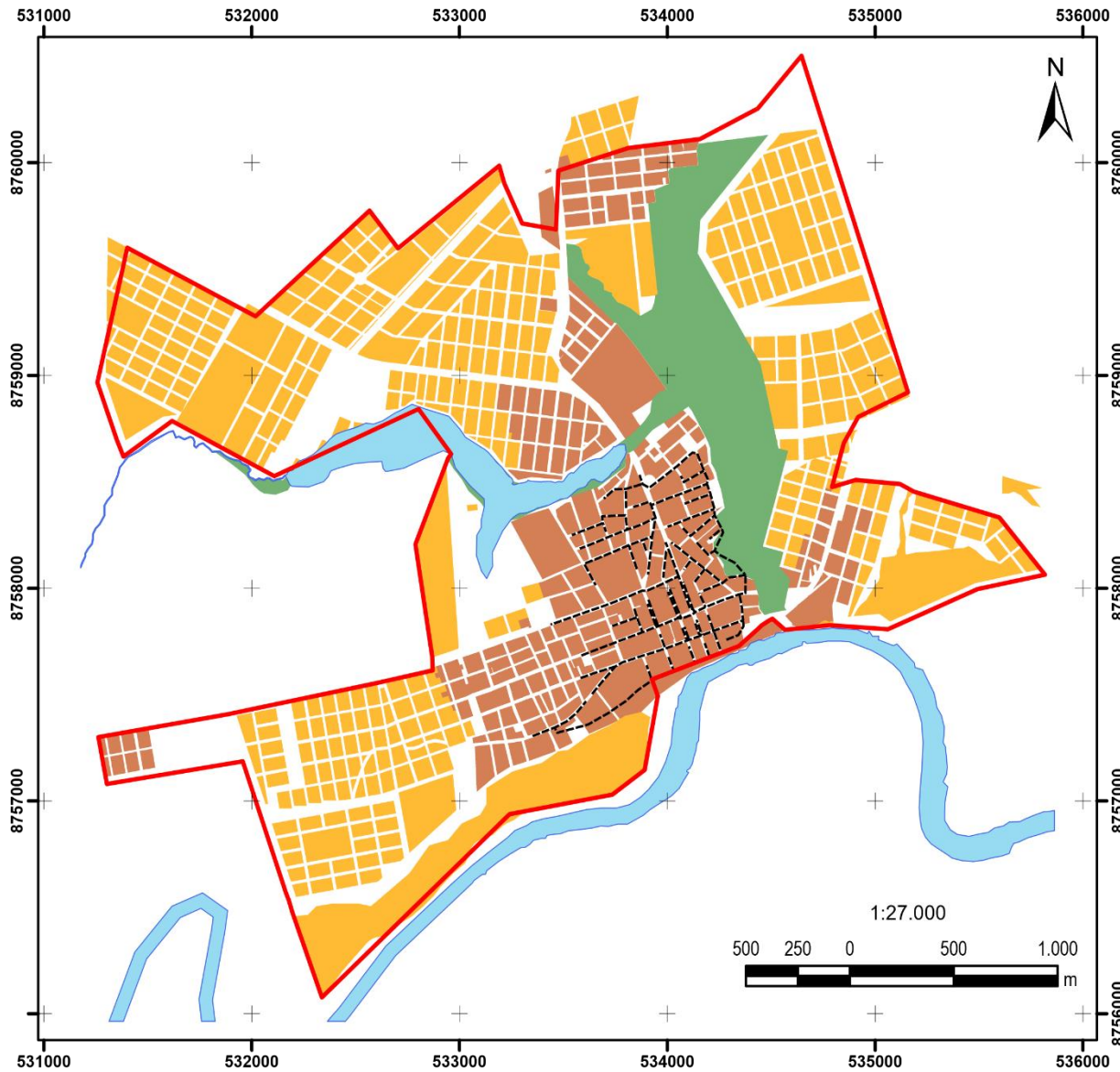
LEYENDA

- ENERGIA_ELECTRICA
-  LIMITE_URBANO
 -  RIO TAHUAMANU
 -  BOSQUE DE PROTECCION
- ASENTAMIENTOS
-  CON ASENTAMIENTO
 -  SIN ASENTAMIENTO

SISTEMA DE COORDENADAS
ZONA : 19
PROYECCIÓN: Transversa de Mercator
FALSO ESTE: 500000,0
FALSO NORTE: 1000000,0
MERIDIANO CENTRAL: -69,0
FACTOR DE ESCALA: 0,9996

MAPA DE UBICACION





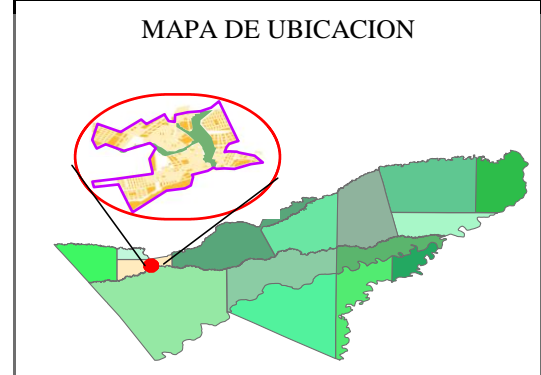
**MAPA DE DIAGNÓSTICO
RED DE ALCANTARILLADO
AREA URBANA PORVENIR**

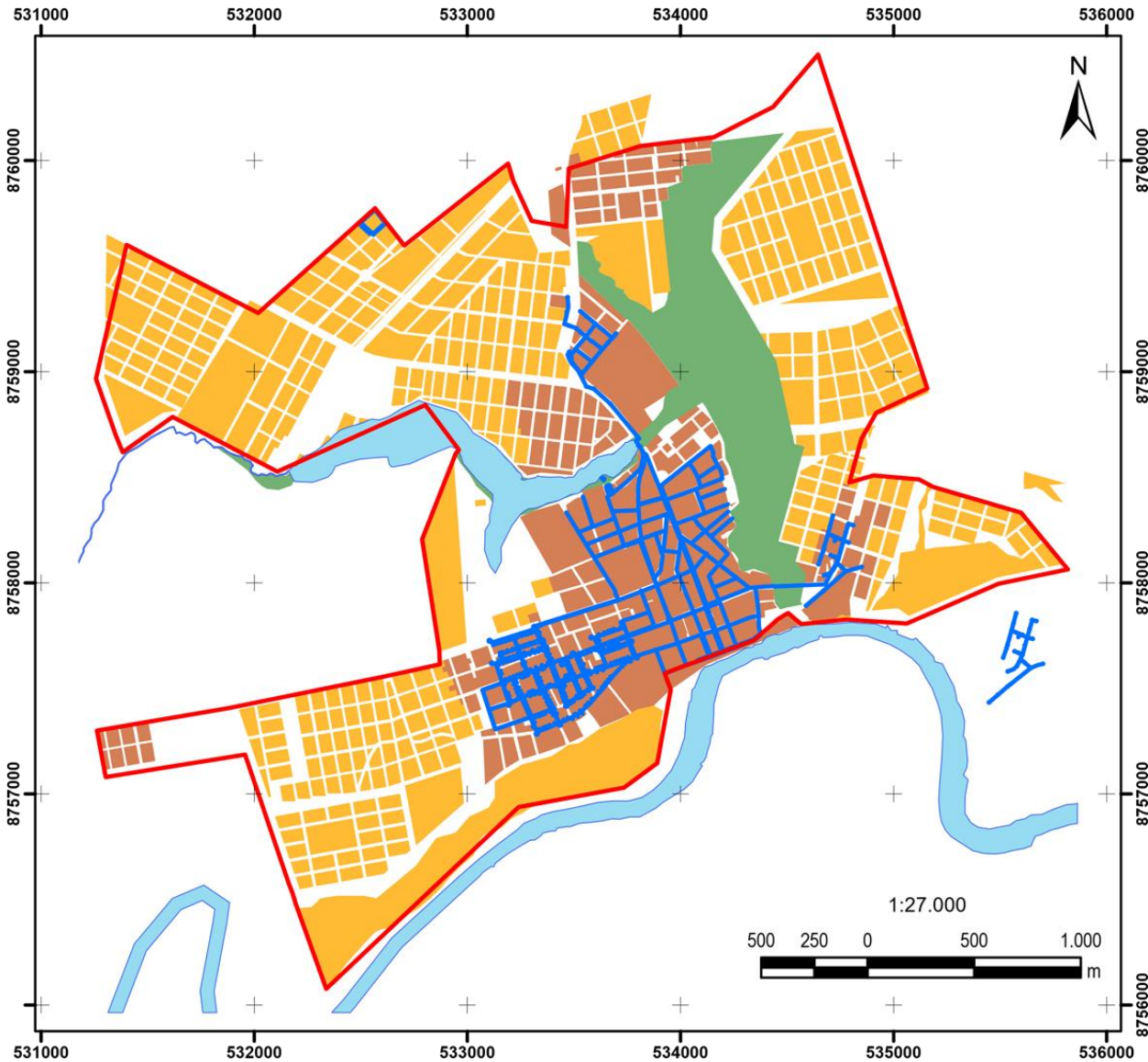
PROYECTO: OPTIMIZACIÓN DE RUTAS
PARA LA RECOLECCIÓN DE RESIDUOS
SOLIDOS DOMICILIARIOS EN EL AREA
URBANA DE PORVENIR-PANDO

LEYENDA

- LIMITE_URBANO
- RIO TAHUAMANU
- BOSQUE DE PROTECCION
- CON ASENTAMIENTO
- SIN ASENTAMIENTO
- RED DE ALCANTARILLADO

SISTEMA DE COORDENADAS
ZONA : 19
PROYECCIÓN: Transversa de Mercator
FALSO ESTE: 500000,0
FALSO NORTE: 10000000,0
MERIDIANO CENTRAL: -69,0
FACTOR DE ESCALA: 0,9996











**MAPA DE DIAGNÓSTICO
RED DE AGUA POTABLE
AREA URBANA PORVENIR**

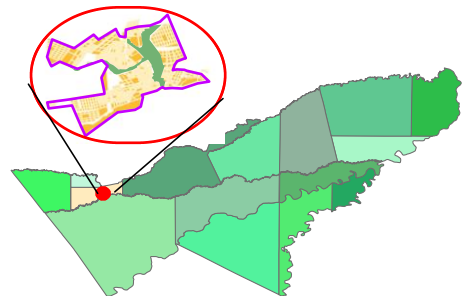
PROYECTO: OPTIMIZACIÓN DE RUTAS
PARA LA RECOLECCIÓN DE RESIDUOS
SOLIDOS DOMICILIARIOS EN EL AREA
URBANA DE PORVENIR-PANDO

LEYENDA

-  LIMITE_URBANO
-  RIO TAHUAMANO
-  BOSQUE DE PROTECCION
- ASENTAMIENTOS**
-  CON ASENTAMIENTO
-  SIN ASENTAMIENTO
-  RED DE AGUA POTABLE

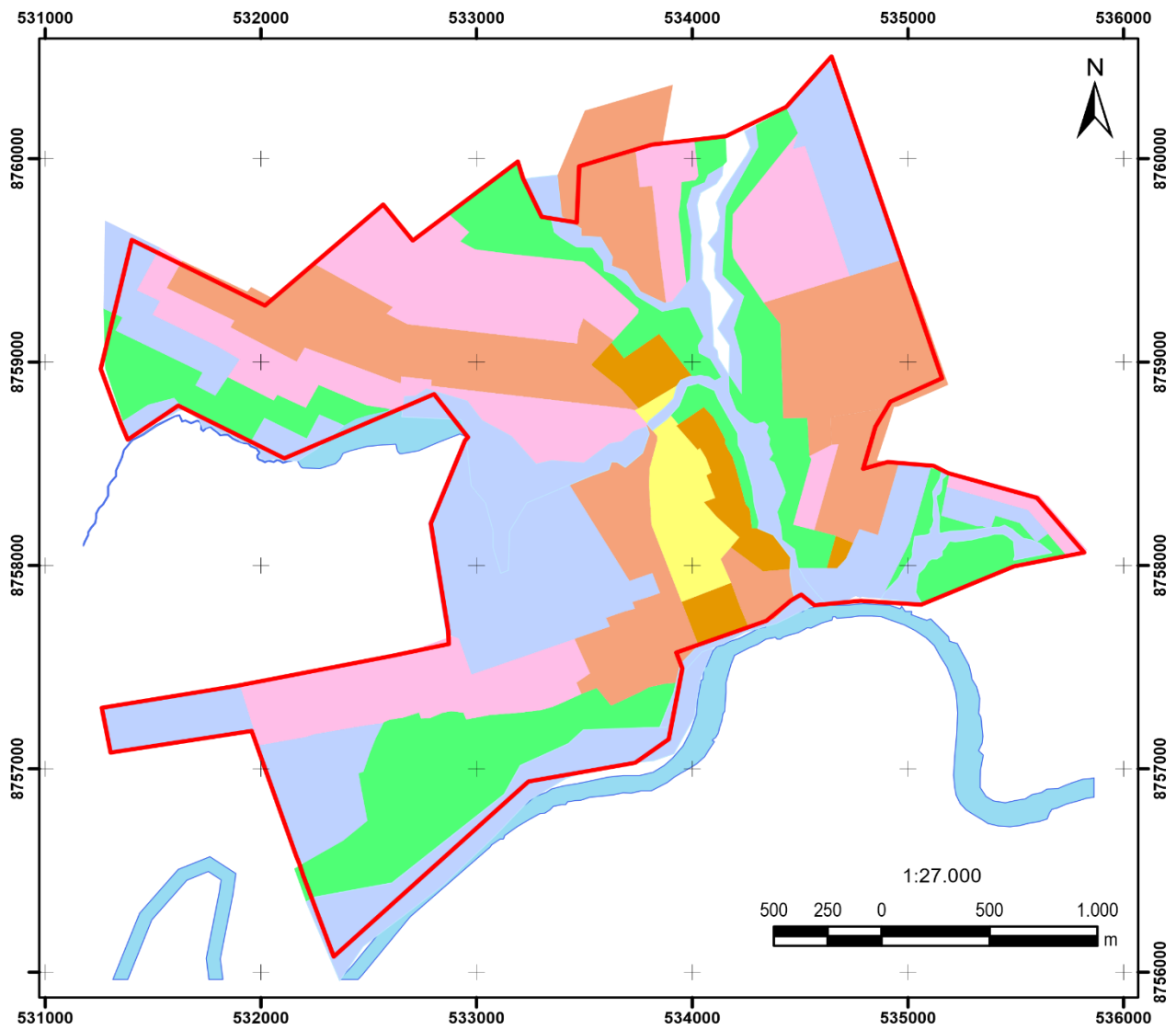
SISTEMA DE COORDENADAS
ZONA : 19
PROYECCIÓN: Transversa de Mercator
FALSO ESTE: 500000,0
FALSO NORTE: 10000000,0
MERIDIANO CENTRAL: -69,0
FACTOR DE ESCALA: 0,9996

MAPA DE UBICACION



**MAPA DE DIAGNÓSTICO
ZONAS DE ASENTAMIENTO
AREA URBANA PORVENIR**

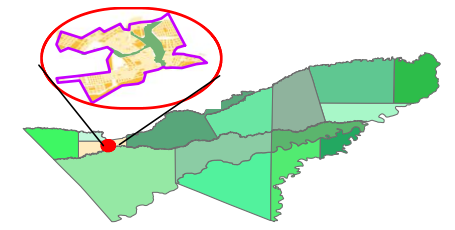
PROYECTO: OPTIMIZACIÓN DE RUTAS
PARA LA RECOLECCIÓN DE RESIDUOS
SOLIDOS DOMICILIARIOS EN EL AREA
URBANA DE PORVENIR-PANDO



LEYENDA

- ZONAS DE EQUIPAMIENTO**
-  LIMITE URBANO
 - ZONAS DE EQUIPAMIENTO**
 -  ZONA "A"- COMERCIAL
 -  ZONA "B"- RESIDENCIAL
 -  ZONA "C"- RESIDENCIAL 2
 -  ZONA "D"- RESIDENCIAL 3
 -  ZONA "E"- INDUSTRIAL
 -  ZONA "F"- ACROPECUARIA
 -  ZONA "G"- RIBERA DE RIO


SISTEMA DE COORDENADAS
 ZONA : 19
 PROYECCIÓN: Transversa de Mercator
 FALSO ESTE: 500000,0
 FALSO NORTE: 10000000,0
 MERIDIANO CENTRAL: -69,0
 FACTOR DE ESCALA: 0,9996



MAPA DE DIAGNÓSTICO IMAGEN SATELITAL AREA URBANA PORVENIR

PROYECTO: OPTIMIZACIÓN DE RUTAS
PARA LA RECOLECCIÓN DE RESIDUOS
SOLIDOS DOMICILIARIOS EN EL AREA
URBANA DE PORVENIR-PANDO

LEYENDA

 LIMITE_URBANO

SISTEMA DE COORDENADAS
ZONA : 19
PROYECCIÓN: Transversa de Mercator
FALSO ESTE: 500000,0
FALSO NORTE: 10000000,0
MERIDIANO CENTRAL: -69,0
FACTOR DE ESCALA: 0,9996

MAPA DE UBICACION

