



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
SEDE MORONA SANTIAGO
FACULTAD DE CIENCIAS
CARRERA INGENIERÍA AMBIENTAL

REDISEÑO DEL SISTEMA DE RECOLECCIÓN DE RESIDUOS
SÓLIDOS DOMICILIARIOS EN LA PARROQUIA GENERAL
PROAÑO, CANTÓN MORONA, ECUADOR

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto Técnico

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERA AMBIENTAL

AUTORA:

THALÍA CRISTINA CHAMORRO BRITO

Macas – Ecuador

2024



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
SEDE MORONA SANTIAGO
FACULTAD DE CIENCIAS
CARRERA INGENIERÍA AMBIENTAL

**REDISEÑO DEL SISTEMA DE RECOLECCIÓN DE RESIDUOS
SÓLIDOS DOMICILIARIOS EN LA PARROQUIA GENERAL
PROAÑO, CANTÓN MORONA, ECUADOR**

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto Técnico

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERA AMBIENTAL

AUTORA: THALÍA CRISTINA CHAMORRO BRITO

DIRECTOR: ING. ROGELIO ESTALIN URETA VALDEZ

Macas – Ecuador

2024

© 2024, **Thalía Cristina Chamorro Brito**

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

Yo, Thalía Cristina Chamorro Brito, declaro que el presente Trabajo de Integración Curricular es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

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

Macas, 22 de mayo de 2024

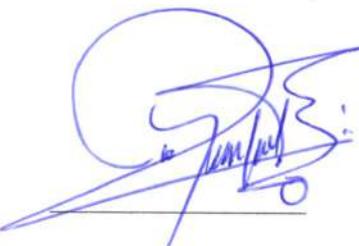


Thalía Cristina Chamorro Brito

1400792169

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
SEDE MORONA SANTIAGO
FACULTAD DE CIENCIAS
CARRERA INGENIERÍA AMBIENTAL

El Tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: El Trabajo de Integración Curricular; Tipo: Proyecto Técnico: **REDISEÑO DEL SISTEMA DE RECOLECCIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS EN LA PARROQUIA GENERAL PROAÑO, CANTÓN MORONA, ECUADOR**, realizado por la señorita: **THALÍA CRISTINA CHAMORRO BRITO**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	FIRMA	FECHA
Ing. Ximena Rashell Cazorla Vinueza MSc. PRESIDENTE DEL TRIBUNAL		2024-05-22
Ing. Rogelio Estalin Ureta Valdez MSc. DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR		2024-05-22
Ing. Javier Ignacio Briones García MSc. ASESOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR		2024-05-22

DEDICATORIA

Quiero comenzar expresando mi profunda gratitud a Dios, quien ha guiado cada paso de mi trayectoria universitaria, otorgándome salud, vida, sabiduría y ética. Su bendición ha sido fundamental para alcanzar uno de mis mayores anhelos. A mis amados padres, Ernesto y Digna, les dedico este trabajo con todo mi corazón. Su constante apoyo y ejemplo han sido el sostén de mi vida. Gracias a sus consejos, paciencia, responsabilidad, dedicación y esfuerzo, he comprendido que el éxito profesional se alcanza con trabajo arduo. Este logro es tanto suyo como mío, pues han sido mis pilares inquebrantables. Quiero hacer una mención especial a mi querido hermano, Alex Darío. Su apoyo incondicional a lo largo de estos años ha sido invaluable. Juntos hemos compartido momentos de alegría y tristeza, y gracias a su esfuerzo, he logrado alcanzar esta meta. Este logro también es tuyo, hermano. A ustedes, mis padres y mi hermano, les agradezco desde lo más profundo de mi ser. Son la razón de la mujer que soy hoy, y sin su constante respaldo, este sueño no sería una realidad. Los amo con todo mi corazón y les estaré eternamente agradecida.

Cristina

AGRADECIMIENTO

De forma especial, quiero agradecer a Dios quien ha sido mi soporte vital y mi guía supremo a lo largo de mi vida. Le agradezco por ser mi mejor maestro y por permitirme culminar con éxito mi carrera profesional. Asimismo, deseo extender mi gratitud a la Escuela Politécnica de Chimborazo por brindarme la oportunidad de formar parte de su prestigiosa institución. Agradezco enormemente a cada uno de mis docentes por impartirme los conocimientos que han sido fundamentales en mi formación académica. Quiero dedicar un agradecimiento especial a los ingenieros Rogelio Ureta y Javier Briones, cuya dedicación, conocimiento y apoyo incondicional fueron vitales durante el desarrollo de este estudio. Su consideración, responsabilidad y paciencia conmigo fueron invaluable, y les estoy infinitamente agradecido. También deseo expresar mi agradecimiento al municipio del cantón Morona, especialmente al área de Gestión Ambiental, por brindarme la oportunidad de llevar a cabo este estudio. Agradezco su apertura, colaboración y los valiosos conocimientos que aportaron para el desarrollo de mi trabajo de titulación.

Cristina

ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	xii
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	xiii
ÍNDICE DE ECUACIONES	xv
ÍNDICE DE ANEXOS	xvi
ÍNDICE DE ABREVIATURAS	xvii
RESUMEN	xviii
ABSTRACT.....	xix
INTRODUCCIÓN	1

CAPÍTULO I

1	DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA.....	3
1.1	Planteamiento del problema.....	3
1.2	Justificación.....	4
1.3	Objetivos.....	5
<i>1.3.1</i>	<i>Objetivo general</i>	<i>5</i>
<i>1.3.2</i>	<i>Objetivos específicos</i>	<i>5</i>

CAPÍTULO II

2	REVISIÓN DE LA LITERATURA O FUNDAMENTOS TEÓRICOS.....	6
2.1	Antecedentes.....	6
2.2	Bases teóricas	8
<i>2.2.1</i>	<i>Residuos sólidos</i>	<i>8</i>
<i>2.2.2</i>	<i>Clasificación de los residuos sólidos.....</i>	<i>9</i>
<i>2.2.2.1</i>	<i>Según su composición</i>	<i>9</i>
<i>2.2.2.2</i>	<i>Según su potencial contaminante</i>	<i>9</i>
<i>2.2.2.3</i>	<i>Según su fuente de origen</i>	<i>10</i>
<i>2.2.2.4</i>	<i>Otras</i>	<i>10</i>
<i>2.2.3</i>	<i>Propiedades de los residuos sólidos</i>	<i>11</i>
<i>2.2.3.1</i>	<i>Propiedades físicas.....</i>	<i>11</i>
<i>2.2.3.2</i>	<i>Propiedades químicas.....</i>	<i>12</i>
<i>2.2.3.3</i>	<i>Propiedades biológicas.....</i>	<i>12</i>

2.2.4	<i>Caracterización de los residuos sólidos</i>	12
2.2.5	<i>Producción per cápita</i>	12
2.2.6	<i>Etapas de manejo de residuos sólidos</i>	13
2.2.6.1	<i>Generación</i>	13
2.2.6.2	<i>Almacenamiento</i>	13
2.2.6.3	<i>Recolección y transporte</i>	13
2.2.6.4	<i>Transferencia</i>	13
2.2.6.5	<i>Tratamiento</i>	14
2.2.6.6	<i>Disposición final</i>	14
2.2.7	<i>Vehículo destinado a la recolección</i>	14
2.2.7.1	<i>Camión recolector con caja compactadora</i>	14
2.2.7.2	<i>Camión recolector con caja cerrada sin compactación</i>	14
2.2.7.3	<i>Camión para contenedores de gran capacidad</i>	15
2.2.7.4	<i>Camión de caja abierta</i>	15
2.2.7.5	<i>Otros tipos de vehículos</i>	15
2.2.8	<i>Ruta de recolección</i>	15
2.2.9	<i>Tipo de ruta de recolección</i>	16
2.2.9.1	<i>Micro rutas</i>	16
2.2.9.2	<i>Macro rutas</i>	16
2.2.10	<i>Métodos de recolección</i>	16
2.2.10.1	<i>Método de acera</i>	16
2.2.10.2	<i>Método de contenedores</i>	16
2.2.11	<i>Frecuencia de recolección</i>	16
2.2.12	<i>Tipos de frecuencia de recolección</i>	17
2.2.12.1	<i>Recolección diaria</i>	17
2.2.12.2	<i>Recolección cada tres días</i>	17
2.2.12.3	<i>Recolección dos veces por semana</i>	17
2.3	<i>Bases conceptuales</i>	17
2.3.1	<i>Residuo</i>	17
2.3.2	<i>Desecho</i>	18
2.3.3	<i>Relleno sanitario</i>	18
2.3.4	<i>Botadero de basura</i>	18
2.3.5	<i>Lixiviado</i>	18
2.3.6	<i>Contenedor</i>	18
2.3.7	<i>Tiempos muertos de recolección</i>	19
2.3.8	<i>Gestión integral de los residuos solidos</i>	19

2.3.9	<i>Sistemas de información geográficas (SIG)</i>	19
2.3.10	<i>ArcGIS</i>	19
2.4	Bases legales	19
2.4.1	<i>Constitución de la República</i>	19
2.4.2	<i>Código orgánico del ambiente</i>	20
2.4.3	<i>Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización COOTAD</i>	21
2.4.4	<i>Programa Nacional para la Gestión Integral de Desechos Sólidos (PNGIDS)</i>	21
2.4.5	<i>Ordenanza sobre el manejo de los residuos sólidos en el cantón Morona</i>	22

CAPÍTULO III

3	MARCO METODOLÓGICO	23
3.1	Localización del proyecto	23
3.2	Enfoque de la investigación	24
3.3	Alcance	24
3.4	Nivel de investigación	24
3.4.1	<i>Descriptiva</i>	24
3.4.2	<i>Explicativa</i>	24
3.5	Diseño de la investigación	25
3.5.1	<i>No experimental</i>	25
3.5.2	<i>Transversal</i>	25
3.6	Tipo de investigación	25
3.6.1	<i>Documental</i>	25
3.6.2	<i>Investigación de campo</i>	25
3.7	Técnicas de recolección de datos	26
3.7.1	<i>Entrevistas</i>	26
3.7.2	<i>Encuestas</i>	26
3.7.3	<i>Observación directa</i>	26
3.8	Diagnóstico del sistema actual de recolección de los residuos sólidos de la parroquia General Proaño.	26
3.9	Caracterización de los residuos	27
3.9.1	<i>Cálculo de la tasa de crecimiento intercensal</i>	27
3.9.2	<i>Cálculo del número de muestras</i>	28
3.9.3	<i>Distribución de las muestras en la zona de estudio</i>	29
3.10	Materiales y equipos	30

3.11	Cálculo de los parámetros	31
3.11.1	<i>Producción Per Cápita PPC</i>	31
3.11.2	<i>Composición</i>	32
3.12	Metodología para el trazado de las rutas de recolección	33
3.13	Creación de capas necesarias para el diseño de rutas en el software ARCGIS	35
3.13.1	<i>Archivo shapefile de líneas</i>	35
3.13.2	<i>Campos de la tabla de atributos del shape de vías</i>	36
3.13.2.1	<i>Nombre</i>	36
3.13.2.2	<i>Categoría y jerarquía</i>	36
3.13.2.3	<i>F_nodo y T_nodo</i>	36
3.13.2.4	<i>Oneway</i>	36
3.13.2.5	<i>FT_minutos y TF_minutos</i>	37
3.13.2.6	<i>Longitud (meters)</i>	37
3.14	Creación del Network Dataset	37
3.15	Creación del Network Analyst	42

CAPÍTULO IV

4	ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	44
4.1	Situación actual del sistema de recolección de residuos sólidos	44
4.2	Recorrido actual de los vehículos recolectores	45
4.3	Mapa de las rutas de recolección actuales	46
4.4	Análisis de la encuesta aplicada	49
4.5	Caracterización de residuos sólidos	56
4.5.1	<i>PPC</i>	56
4.5.2	<i>Composición física</i>	59
4.6	Propuesta para el diseño del sistema de recolección de residuos sólidos	62
4.7	Trazado de nuevas rutas rurales en la parroquia General Proaño	62
4.8	Trazado de nueva ruta urbana en la parroquia General Proaño	65
4.9	Frecuencia de recolección	67
4.10	Comparación de las rutas actuales y las rutas propuestas	68
4.11	Análisis comparativo entre el sistema de recolección actual y la propuesta	69

CAPÍTULO V

5	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	71
----------	---------------------------------------------	----

5.1	Conclusiones	71
5.2	Recomendaciones	73

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3-1: Ubicación del área del proyecto en coordenadas UTM.....	23
Tabla 3-2: Proyección de la población de la parroquia General Proaño	27
Tabla 3-3: Distribución de las muestras	30
Tabla 3-4: Materiales y equipos	31
Tabla 3-5: Composición de los residuos sólidos	33
Tabla 3-6: Nombres de las vías con su respectivo sentido	34
Tabla 3-7: Campos para la tabla de atributos del <i>shape</i> de vías	35
Tabla 3-8: Datos para los atributos de categoría y jerarquía.....	36
Tabla 3-9: Límites de velocidad para vehículos de carga	37
Tabla 4-1: Características de los vehículos recolectores de residuos sólidos.....	45
Tabla 4-2: Rutas y frecuencias de recolección en la zona rural	45
Tabla 4-3: Rutas y frecuencias de recolección en la zona urbana.....	46
Tabla 4-4: Cantidad de residuos sólidos generados diariamente en la parroquia General Proaño	56
Tabla 4-5: Producción per cápita en la parroquia General Proaño	58
Tabla 4-6: Proyección de generación de residuos sólidos en 20 años.....	58
Tabla 4-7: Pesos y porcentajes de los diferentes componentes de los residuos sólidos domiciliarios en la parroquia General Proaño	60
Tabla 4-8: Valores obtenidos de las rutas trazadas y propuestas para la zona rural de la parroquia General Proaño	65
Tabla 4-9: Valores obtenidos de la ruta trazada y propuesta para la zona urbana de la parroquia General Proaño	67
Tabla 4-10: Frecuencias de recolección de residuos sólidos propuestas para la parroquia General Proaño.....	67
Tabla 4-11: Comparación de rutas actuales y propuestas para la parroquia General Proaño	68
Tabla 4-12: Comparación de costos del consumo de combustible	69
Tabla 4-13: Tabla comparativa entre el sistema de recolección actual y la propuesta	69

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 3-1:	Mapa de ubicación de la parroquia General Proaño	23
Ilustración 3-2:	Mapa de distribución de las muestras a monitorear	30
Ilustración 3-3:	Método de cuarteo	32
Ilustración 3-4:	Mapa vial de la parroquia General Proaño	34
Ilustración 3-5:	<i>New Personal Geodatabase</i>	38
Ilustración 3-6:	<i>New Feature Dataset</i>	38
Ilustración 3-7:	Importar los archivos del shape dentro del <i>Feature Dataset</i>	39
Ilustración 3-8:	Inicio de creación del archivo <i>Network Dataset</i>	39
Ilustración 3-9:	Configuración de la conectividad	40
Ilustración 3-10:	Asignación de campos de elevación	40
Ilustración 3-11:	Lista de atributos para el <i>Network Dataset</i>	41
Ilustración 3-12:	Establecer direcciones de manejo	41
Ilustración 3-13:	Resumen de ajustes para la creación del <i>Network Dataset</i>	42
Ilustración 3-14:	Visualización de la barra de <i>Network Analyst</i>	42
Ilustración 3-15:	Puntos para el análisis de ruta	43
Ilustración 3-16:	Generación de rutas	43
Ilustración 4-1:	Mapa de las rutas actuales de recolección de residuos sólidos de la parroquia General Proaño	47
Ilustración 4-2:	Rutas rurales individuales de la parroquia General Proaño	47
Ilustración 4-3:	Primera ruta urbana	48
Ilustración 4-4:	Segunda ruta urbana	49
Ilustración 4-5:	Acceso al servicio de recolección.....	50
Ilustración 4-6:	Horarios de recolección.....	50
Ilustración 4-7:	Frecuencia de recolección	51
Ilustración 4-8:	Clasificación previa de los residuos sólidos	52
Ilustración 4-9:	Acciones realizadas cuando no disponen de recolección	52
Ilustración 4-10:	Capacitación sobre clasificación de residuos sólidos.....	53
Ilustración 4-11:	Tipos de residuos generados en domicilios	54
Ilustración 4-12:	Calificación del servicio de recolección	54
Ilustración 4-13:	Problemas en el servicio de recolección	55
Ilustración 4-14:	Eficiencia del camión recolector	55
Ilustración 4-15:	Modificación del sistema de la ruta actual.....	56
Ilustración 4-16:	Generación diaria de residuos	57

Ilustración 4-17: Porcentaje de composición de los residuos sólidos	61
Ilustración 4-18: Primera ruta de recolección de residuos sólidos	63
Ilustración 4-19: Segunda ruta de recolección de residuos sólidos	64
Ilustración 4-20: Ruta nueva de recolección de residuos sólidos	66

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 3-1: Tasa de crecimiento intercensal	27
Ecuación 3-2: Método estadístico para el número de muestras	28
Ecuación 3-3: Producción per cápita.....	31
Ecuación 3-4: Cálculo del porcentaje de los componentes de los residuos sólidos	33

ÍNDICE DE ANEXOS

- ANEXO A:** ENTREVISTA DIRIGIDA AL DIRECTOR DEL ÁREA DE GESTIÓN AMBIENTAL DEL CANTÓN MORONA
- ANEXO B:** MODELO DE ENCUESTA DIRIGIDA LOS HABITANTES DE LA PARROQUIA GENERAL PROAÑO
- ANEXO C:** FICHA DE OBSERVACIÓN: RECORRIDO DE LAS RUTAS DE RECOLECCIÓN DE RESIUDOS SÓLIDOS EN LA PARROQUIA GENERAL PROAÑO
- ANEXO D:** SOLICITUD DE LA INFORMACIÓN CATASTRAL O PREDIAL DE LA PARROQUIA GENERAL PROAÑO
- ANEXO E:** OFICIO DE ACEPTACIÓN PARA REALIZAR EL RECORRIDO IN SITU
- ANEXO F:** SOLICITUD DE LA INFORMACIÓN VIAL DE LA PARROQUIA GENERAL PROAÑO
- ANEXO G:** TABULACIÓN DE LA ENCUESTA DIRIGIDA LOS HABITANTES DE LA PARROQUIA GENERAL PROAÑO
- ANEXO H:** REGISTRO DE PESOS DIARIOS Y GENERACIÓN PER CÁPITA DE LA PARROQUIA GENERAL PROAÑO
- ANEXO I:** SITUACIÓN ACTUAL DEL SISTEMA DE RECOLECCIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS EN LA PARROQUIA GENERAL PROAÑO
- ANEXO J:** SOCIALIZACIÓN DEL PROYECTO TÉCNICO
- ANEXO K:** PESAJE Y CARACTERIZACIÓN DE LOS RESIDUOS
- ANEXO L:** RESUMEN DE RUTAS OPTIMIZADAS DE RECOLECCIÓN MEDIANTE EL USO DE LA HERRAMIENTA *NETWORK ANALYST*.

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

INEC	Instituto Nacional de Estadística y Censos
COA	Código Orgánico del Ambiente
CEPIS	Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente
PPC	Producción Per Cápita
PDOT	Planes de Ordenamiento Territorial
RSD	Residuos Sólidos Domiciliarios
SIG	Sistemas de Información Geográfica
GADM-M	Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del cantón Morona
COOTAD	Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización de Ecuador
PNGIDS	Programa Nacional para la Gestión Integral de Desechos Sólidos
MAATE	Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica
PET	Plástico Tereftalato de Polietileno
GADP-GP	Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial de General Proaño

RESUMEN

La parroquia General Proaño ha experimentado un crecimiento poblacional significativo, lo que ha generado un aumento en la generación de residuos sólidos. La falta de actualización en las rutas de recolección ha generado zonas sin servicio, lo cual obliga a la población a recurrir a la eliminación inadecuada de los residuos, resultando perjudicial para la salud y el medio ambiente. El objetivo principal del proyecto técnico fue establecer la caracterización de los residuos sólidos domiciliarios en la parroquia General Proaño y determinar un sistema de rutas de recolección adecuado utilizando herramientas de sistemas de información geográfica (SIG). Para ello, se realizó el diagnóstico del manejo actual de los residuos sólidos mediante técnicas de recolección de datos como encuestas, entrevistas y la observación directa. Para el estudio de caracterización de residuos sólidos, se empleó la metodología propuesta por el doctor Kunitoshi Sakurai en 1982, lo que permitió obtener datos sobre la generación per cápita (GPC) y la composición física de los residuos sólidos. Además, se utilizó el *software* ArcGIS con las herramientas *Network Datashape* y *Network Analyst* para el rediseño de las rutas de recolección. Se determinó que la generación per cápita de residuos es de 0.43 kilogramos por habitante por día (kg/hab/día). Con respecto a las rutas optimizadas, se obtuvo que las seis rutas actuales recorren semanalmente 166.40 km en un tiempo de 857 minutos, mientras que las propuestas recorren 118.44 km en 657 minutos, realizándose dos rutas en la zona rural y una ruta en la zona urbana. Se concluye que el servicio de recolección actual es ineficiente y que la implementación de las rutas propuestas resultará en un ahorro económico del 26.66 %, equivalente a 769.20 dólares menos al año, beneficiando tanto al Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del cantón Morona como a los habitantes de la parroquia.

Palabras clave: <RESIDUOS SÓLIDOS>, <RUTAS DE RECOLECCIÓN>, <PRODUCCIÓN PER CÁPITA>, <CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS>, <OPTIMIZACIÓN>.

0671-DBRA-UPT-2024



ABSTRACT

General Proaño parish has experienced significant population growth, which has led to an increase in the generation of solid waste. The lack of updated collection routes has generated areas without service, forcing the population to resort to inadequate waste disposal, which is detrimental to health and the environment. The main objective of the technical project was to establish the characterization of household solid waste in General Proaño parish and determine an adequate collection route system using geographic information system (GIS) tools. To this end, a diagnosis of the current solid waste management was carried out using data collection techniques such as surveys, interviews, and direct observation. For the solid waste characterization study, the methodology proposed by Dr. Kunitoshi Sakurai in 1982 was used to obtain data on the per capita generation (GPC) and the physical composition of solid waste. In addition, ArcGIS software with the Network Datashape and Network Analyst tools were used to redesign the collection routes. It was determined that the per capita generation of waste is 0.43 kilograms per inhabitant per day (kg/inhab/day). With respect to the optimized routes, it was found that the six current routes cover 166.40 km per week in 857 minutes, while the proposed routes cover 118.44 km in 657 minutes, with two routes in the rural area and one route in the urban area. It is concluded that the current collection service is inefficient, and that the implementation of the proposed routes will result in an economic saving of 26.66 %, equivalent to US\$ 769.20 less per year, benefiting both the Municipal Decentralized Autonomous Government of Morona Canton and the inhabitants of the parish.

Key words: <SOLID WASTE>, <COLLECTION ROUTES>, <PRODUCTION PER CAPITA>, <WASTE CHARACTERIZATION>, <OPTIMIZATION>.


Silvia Elizabeth Cardenas Sanchez
C.I. 0603927351

INTRODUCCIÓN

A nivel global, los servicios de recolección de residuos sólidos están por debajo de las expectativas esperadas, debido a que la generación de residuos sólidos aumenta gradualmente por consecuencia del crecimiento demográfico, el desarrollo desmedido del sector industrial, y el manejo deficiente de estos residuos por parte de los organismos encargados y de la misma sociedad (Rodríguez-Guerra y Baca-Cajas 2022; Bazant 2011). Según lo señalado por Vicuña (2022), la mayoría de las municipalidades poseen un diseño empírico de las rutas de recolección de residuos sólidos, lo que conlleva un aumento en los tiempos y gastos de combustibles. Por lo tanto, los expertos de hoy día plantean nuevas soluciones ante el desafío de diseñar estas rutas de manera más efectiva, a fin de aprovechar el uso extensivo de las bases de datos y sistemas de información geográfica (SIG), puesto que uno de los principales problemas recae en el diseño deficiente basado en la experiencia o el juicio del proyectista, porque en la mayoría de los casos quien diseña las rutas de recolección es el jefe de limpieza o el chofer de los vehículos, que pueden sesgar el ruteo (Araiza y Zambrano 2015).

En Ecuador, el manejo incorrecto de los residuos sólidos tiene consecuencias negativas en los recursos naturales y en el entorno de los individuos, por ello, para afrontar esta problemática, en el 2010 surgió el Programa Nacional para la Gestión Integral de Desechos Sólidos (PNGIDS), con el propósito de que el 70 % de los habitantes tuviera un relleno sanitario para la adecuada gestión de los desechos (Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica [MAATE] 2021). Este programa se ejecutó en el 2014, con distintas actividades que impulsaron el mantenimiento de los espacios públicos y el cuidado del medio ambiente; cabe añadir que la gestión pertinente de los residuos sólidos es compleja, puesto que implica la participación de diferentes actores sociales y ámbitos del Gobierno (Betanzo, et al. 2016).

Así, si no se realiza correctamente la gestión, ello puede ocasionar daños y problemas ambientales relacionados con el cambio de usos de suelo, la formación de lixiviados, las afectaciones a la salud de los habitantes, los malos olores y la emisión de gases altamente tóxicos (Kiss y Encarnación 2006).

De acuerdo con el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC 2018), cada ecuatoriano generó un promedio de 0.58 kg/hab/día hasta el año 2016. En el 2019, el 51.6 % de los 221 municipios existentes en el Ecuador realizaron la disposición final en relleno sanitario, el 29.9 % en celda emergente y el 19.6 % se mantenían en botaderos a cielo abierto (Instituto Nacional de Estadística y Censos [INEC] 2021). En este contexto, el sistema de recolección de residuos sólidos empleado por

el Gobierno Autónomo Descentralizado (GAD) del cantón Morona tiene una cobertura que varía entre el 75 % y 80 % de la población, con una generación per cápita (GPC) de 0.66 kg/hab/día. No obstante, el manejo de los residuos sólidos no cuenta con las garantías técnicas para llevar a cabo eficientemente el servicio, debido a que no cubre la totalidad de la población, específicamente en la parroquia General Proaño. Según el (Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial Rural de General Proaño 2019), dentro de su Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial, a nivel parroquial, únicamente el 47.40 % de la población cuenta con servicio de recolección de basura; y, de la población restante, el 20.16 % arrojan los desechos en terrenos baldíos o quebradas, el 26.77 % los queman, el 4.25 % los entierran, el 0.79 % los arrojan al río y el 0.63 % emplean otras formas.

Ahora bien, la estructura de esta tesis consta de cinco capítulos: en el primero se realizó un diagnóstico exhaustivo del problema, al explorar y analizar las deficiencias y los desafíos del actual sistema de recolección. El segundo capítulo estableció las bases conceptuales necesarias para comprender los términos clave, definiciones y principios relacionados con la gestión de residuos que se utilizaron a lo largo del estudio, con lo que se proporcionó una base sólida para el análisis y la interpretación de los resultados. El tercer capítulo detalló la metodología utilizada para llevar a cabo la investigación, donde se destacaron las herramientas, las técnicas y los enfoques empleados para alcanzar los objetivos propuestos. El cuarto capítulo presentó los resultados mediante la aplicación de la metodología, y se incluyeron la línea de base del sistema actual, la caracterización de los residuos y la propuesta de la ruta de recogida más eficiente, apoyada en datos y análisis relevantes. Finalmente, el quinto capítulo abordó las conclusiones derivadas de la investigación, los principales hallazgos, las implicaciones prácticas y los aportes al campo; y ofreció recomendaciones prácticas para implementar mejoras en el sistema de recolección de residuos sólidos domiciliarios en la parroquia General Proaño.

Por ello, el propósito de esta investigación fue mejorar el sistema de recolección de los residuos sólidos de la parroquia General Proaño por medio de su caracterización y con la ayuda de los SIG, a fin de generar una base de datos georreferenciada que permita un adecuado recorrido de los camiones recolectores, de modo que estos minimicen tiempos de recolección y distancias de recogida para garantizar la cobertura de todos los puntos en el sector de incidencia.

CAPÍTULO I

1 DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA

1.1 Planteamiento del problema

La gestión inadecuada de los residuos sólidos se ha convertido en uno de los principales problemas medioambientales a los que se enfrentan las ciudades hoy en día, puesto que los países se urbanizan rápidamente sin haber establecido sistemas adecuados para gestionar la diferente composición de los residuos producidos por los ciudadanos (Gonzalez y Ferraro 2015). Según los datos otorgados en un informe por el (Banco Mundial 2018), hasta el 2016 se generaron anualmente en el mundo 2010 millones de toneladas de residuos sólidos municipales y se estima que esta cifra aumente a 3400 millones de toneladas para el año 2050. En la actualidad, al menos el 33 % de estos residuos se gestionan de manera inadecuada en todo el mundo mediante vertedero a cielo abierto o quema (Kaza et al. 2018). En la mayoría de los países, los municipios son responsables directos de la gestión integrada de los residuos sólidos, sin embargo, los servicios presentan deficiencias tanto en términos de acceso como en las condiciones de disposición final (Abarca-Guerrero, Maas y Hogland 2015; García, Szantó y Llamas 2016).

En Ecuador, durante el año 2014 se recolectaron 11.203,24 toneladas diarias produciendo cada ciudadano produce una media de 0,84 kg de producción per cápita de residuos sólidos (PPC) en 2020, siendo Guayas la provincia que más producción de residuos diarios genera con 1,04 kg por habitante (Hoyas 2022). Según las proyecciones y estudios demográficos del Sistema Nacional de Información, el crecimiento poblacional en el sector rural es del 0,04%; mientras que en el sector urbano es del 1,19%, con esta información se evidencia una gran concentración en la parte urbana, motivo por el cual su población se ve más beneficiada por los procesos de gestión integral de residuos sólidos con un 63,87% mientras que el 36,13% corresponde al sector rural (Villacís y Carrillo 2012, p.6). Por otro lado, aproximadamente un 53% de la población recibe el servicio de recolección entre 2 y 5 veces por semana, mientras que el 45,4% tiene una frecuencia de recolección diaria, y, el 1,8% recibe el servicio de forma semanal (Jerez, Borja y D´Armas 2018).

La parroquia General Proaño, anteriormente conocida como Barahona, es una de las ocho parroquias del cantón Morona y se destaca por ser la más pequeña en términos de superficie, abarcando 67,21 km² con 2590 habitantes en el 2010 (PDOT-PGP 2022) . Sin embargo, debido a su dispersa población y baja densidad demográfica, las rutas actuales de recolección de residuos sólidos no abarcan la totalidad de la parroquia. Únicamente el 47,40% de la población tiene acceso al servicio de recolección, mientras que el resto adopta distintas formas de deshacerse de sus

desechos, el 20,16% arrojan en terrenos baldíos o quebradas, el 26,77% los queman, el 4,25% los entierran, 0,79% la arrojan al río y finalmente 0,63 % emplean otras formas. Esta situación ha dado lugar a la acumulación de basura en áreas concurridas y en zonas donde se llevan a cabo actividades comerciales dentro de la parroquia. A largo plazo, esto puede ocasionar problemas ambientales difíciles de tratar, así como un impacto visual negativo y un riesgo para la salud de la población.

1.2 Justificación

A partir del último censo poblacional realizado por el INEC (2010) en la parroquia General Proaño, se halló que en esta zona hay 2590 habitantes, por lo que se puede apreciar un crecimiento urbano acelerado de la parroquia con una tasa del 5.51 %, y esto ha originado una mayor producción de residuos sólidos. El sistema de recolección de los residuos sólidos de la parroquia General Proaño se lleva a cabo mediante dos camiones recolectores. La empresa privada SERVILIMP MACAS, brinda el servicio de recolección diaria en la cabecera parroquial; mientras tanto, la municipalidad de Morona recolecta los residuos de la zona rural 1 o 2 veces por semana. Así, al no existir una caracterización diferenciada o un proceso de reciclaje de residuos sólidos, se dificulta la gestión de la recolección, el transporte y la disposición final de los residuos en el relleno sanitario.

Por otro lado, las rutas actuales de recolección y transporte de residuos sólidos no cuentan con un diseño técnico, dado que han sido elaboradas empíricamente a medida que ha ido avanzando el desarrollo de la parroquia, lo que ocasiona gastos innecesarios de combustible, tiempos muertos al momento de la recolección domiciliaria, acumulación de basura y formación de botaderos a cielo abierto en diferentes sitios de la localidad que no se encuentran autorizados por la autoridad competente. Esto ha llegado a producir molestias entre los pobladores por los malos olores y la reproducción de moscas, que se convierten en vectores sanitarios (Mendoza 2017) al transportar enfermedades. En suma, esto se ha convertido en un serio problema de salud pública y degrada la calidad de vida de los ciudadanos que habitan en la parroquia.

Para abordar este problema, se propuso realizar un estudio de caracterización de los residuos sólidos para conocer su porcentaje y su tipo; y, a partir de los resultados generados, rediseñar las rutas de recolección de la parroquia General Proaño, a fin de mejorar el servicio de recolección de residuos sólidos. De esta forma, se pretendió que las nuevas rutas recorran zonas que actualmente no están cubiertas; y, asimismo, se buscó contribuir a la reducción del consumo de combustible y del tiempo de recogida para minimizar el efecto de la contaminación ambiental y el impacto visual ocasionado por la acumulación de basura en los diferentes sectores. Con esto,

se mejoraría la calidad de vida de los habitantes de la parroquia y, por lo tanto, esta se haría más atractiva para los visitantes.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

- Rediseñar el sistema de recolección de residuos sólidos domiciliarios en la parroquia General Proaño, cantón Morona, Ecuador.

1.3.2 Objetivos específicos

- Generar una línea base del sistema actual de recolección de residuos sólidos domiciliarios en la parroquia General Proaño.
- Caracterizar los residuos sólidos domiciliarios generados según su composición física en la parroquia General Proaño.
- Establecer el trazado de la ruta de recolección de residuos sólidos domiciliarios más eficiente para la parroquia General Proaño mediante el uso de herramientas de sistemas de información geográfica.

CAPÍTULO II

2 REVISIÓN DE LA LITERATURA O FUNDAMENTOS TEÓRICOS

2.1 Antecedentes

La parroquia General Proaño está ubicada en la provincia de Morona Santiago, la cual pertenece al cantón Morona, y tiene una extensión aproximada de 67.21 km², lo que representa el 1.46 % del territorio del cantón. Asimismo, esta limita al norte con la parroquia San Isidro; al sur, con la parroquia urbana Macas; al este, con el río Upano, que la separa de la parroquia Sevilla Don Bosco; y al oeste, con la parroquia Alshi (9 de octubre). La parroquia está constituida por cuatro comunidades principales: la cabecera parroquial, Domono, Huacho y Jimbitono. Además, debido al proceso de lotización de la parroquia, se distinguen siete barrios: 13 de abril, Valle del Copueno, Paccha, Nueva Jerusalén, Lenin Moreno, Valentín Rivadeneira y Huertos Familiares (Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial Rural de General Proaño 2022).

Los gobiernos autónomos descentralizados municipales (GADM) se responsabilizan de la correcta gestión de los residuos sólidos que se producen en la zona de su jurisdicción, y tienen la facultad de contratar servicios de tratamiento de residuos en caso de ser necesario (Acuerdo Ministerial N.º 323 2019). Sin embargo, en los últimos años, la parroquia General Proaño ha presentado un crecimiento demográfico considerable, con un aumento en la producción de residuos sólidos, por ende, el servicio de recolección actual no es efectivo, debido a que no abarca toda la población; además, el recorrido de los carros recolectores varía en diferentes comunidades, dado que algunas son atendidas dos veces por semana y otras solo una. Esto ha hecho que la población recurra a otros métodos para deshacerse de la basura o, simplemente, acumularla hasta que sea retirada (Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial Rural de General Proaño 2019). Por consiguiente, es pertinente un sistema de rutas de recolección de residuos sólidos que abarque toda la parroquia, a fin de garantizar la eficiencia y la preservación del entorno ambiental para obtener una gestión adecuada de los residuos.

De otra parte, varios estudios semejantes al presente se han llevado a cabo en distintas universidades del país y resulta pertinente hacer mención breve de algunos de ellos y destacar los beneficios que han aportado a la investigación.

Castro & Gonzales (2022), en su estudio titulado "*Optimización de rutas de recolección de residuos sólidos domiciliarios utilizando herramientas SIG en el municipio de HUARÍN, 2022*", utilizaron una metodología aplicada con un enfoque mixto y un diseño no experimental, transversal y

descriptivo. Para el desarrollo de la investigación emplearon la herramienta de análisis *Network Analyst* de ArcGIS, para la optimización de las rutas de recogida de residuos sólidos urbanos. Los resultados de su estudio revelaron una reducción del 61.7% en el tiempo empleado, del 27% en la distancia recorrida y del 33% en el consumo de combustible. En conclusión, los autores indican que la optimización de las rutas permitió aumentar en un 35% la cobertura de la población en la recogida y el transporte de residuos sólidos domésticos.

Se llevó a cabo otro estudio similar por parte de Alvarado & Cabrera (2020), sobre el tema "*Optimización de rutas para la recolección de residuos sólidos urbanos utilizando herramientas SIG en el Distrito de Caleta de Carquín*". La metodología que utilizaron se enfocó en la recolección y análisis de datos, utilizando un enfoque experimental para establecer un esquema de rutas optimizadas para las rutas de recolección de residuos sólidos. Además, llevaron a cabo una investigación cuantitativa que consistió en estimaciones, mediciones y cálculos en un proceso ordenado para optimizar las rutas de recolección. Se obtuvo como resultado que con los recorridos optimizados fue posible reducir los costos operativos de recolección y mejorar el servicio a los usuarios al acortar los recorridos de los camiones recolectores desde su salida hasta el relleno sanitario. Así, con el uso de la herramienta *Network Analyst* de ArcGIS, es posible diseñar rutas optimizadas para la recolección de residuos sólidos.

Los autores Farez y Huanca (2021) desarrollaron una investigación similar con el tema "*Rediseño de las rutas de recolección de los residuos sólidos del cantón Huaquillas*". Para ello aplicaron la metodología establecida en la "Guía para la caracterización de residuos sólidos urbanos". En cuanto al rediseño de las rutas de recolección de desechos sólidos, utilizaron el software ArcGIS 10.5, utilizando las herramientas "Network Dataset y Network Analyst". Según los resultados que obtuvieron, la generación per cápita se situaba en 0.47 kg/hab/día, y la composición física de los residuos era de un 32% de orgánicos, un 30% de otros, un 17% de plásticos, un 10% de papel y cartón, un 7% de vidrio y un 4% de latas, con una densidad de 126.06 kg/m³. Los autores del trabajo concluyen que el nuevo diseño de las rutas optimizó el tiempo de recolección de residuos sólidos a 3 horas, aumentó el número de hogares atendidos a 2.479 y aumentó la frecuencia de recolección a 3 veces por semana.

Por su parte, el estudio realizado por Zhicay (2021), bajo el título "*Diseño de un sistema de recolección de residuos sólidos en la cabecera parroquial de Sevilla Don Bosco-cantón Morona, provincia de Morona Santiago*", tuvo el fin de caracterizar los desechos sólidos para obtener una nueva ruta de recolección de desechos. La metodología aplicada fue una combinación entre elementos cualitativos y cuantitativos para obtener información descriptiva y numérica. En la

caracterización de los residuos se aplicó la técnica Kunitoshi. Como resultado se observó que los residuos más generados son los orgánicos, con un 50.93% del total. Asimismo, se identificaron un total de 32 contenedores en la zona de estudio. Mediante el uso del software QGIS, se planteó una nueva ruta de recolección la cual alcanzó una cobertura del 68.83%, dando servicio a 35 manzanas de las 51 existentes. Por último, el autor concluye que el servicio de recogida prestado por el municipio de Morona es ineficaz.

Por otra parte, el estudio de Shagui (2022), titulado “*Optimización de rutas de recolección de los residuos sólidos urbanos del centro cantonal Taisha en la provincia de Morona Santiago*”. Para su realización, se empleó la metodología desarrollada por el Dr. Kunitoshi Sakurai, que consiste en la recolección de muestras representativas de residuos sólidos, su separación y clasificación según distintas categorías. Los resultados señalaron una generación per cápita de 0.70 kg/hab/día, además, la ruta actual cubría 21.53 km en un tiempo de 357.33 minutos, mientras que la ruta propuesta recorría 24.8 km en 406 minutos. De todo ello se concluyó que los residuos más producidos correspondían a la materia orgánica, con un 40.1% del total. Además, consideró crucial que el nuevo sistema de rutas respetara el sentido de la circulación en todo su recorrido. El Gobierno Autónomo Descentralizado (GAD) del cantón Morona carece de estudios sobre el manejo integral de residuos sólidos en la parroquia General Proaño. Esto ha ocasionado que los camiones recolectores realicen recorridos de forma recurrente por las mismas calles, incumpliendo además las normas de tránsito. Por este motivo, surge la necesidad de realizar un estudio exhaustivo que permita conocer la situación actual del sistema de recolección de la parroquia. Con la ayuda de los Sistemas de Información Geográfica (SIG), se buscó optimizar las rutas de recolección para garantizar que los camiones recolectores realicen recorridos adecuados, en los que minimicen tiempo de recolección, distancias recorridas y consumo de combustible, todo con el fin de garantizar una cobertura de recolección más amplia y eficiente a un menor costo.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Residuos sólidos

Cualquier elemento, compuesto, material o componente que resulte del uso o el consumo de un producto o servicio y que su propietario decida eliminar, con un enfoque que promueva la gestión eficiente de estos elementos, al dar prioridad a la recuperación de recursos y, en última instancia, a su correcta eliminación. Esto abarca cualquier residuo o desecho en fase sólida o semisólida (Rodríguez y Dávila 2022, p. 10).

2.2.2 Clasificación de los residuos sólidos

2.2.2.1 Según su composición

Residuos orgánicos

Son aquellos residuos que se derivan de productos de origen orgánico, la mayoría de los cuales son biodegradables y se degradan de forma natural (Pabelo 2022, p. 21).

Residuos inorgánicos

Son residuos que no pueden degradarse o descomponerse de forma natural o, si lo hacen, su ritmo de descomposición es demasiado lento (Consejo Nacional del Ambiente [CONAMA] 2005, p. 8).

2.2.2.2 Según su potencial contaminante

Residuos peligrosos

Son productos que tienen el potencial de ser nocivos por sus propiedades tóxicas, radiactivas, inflamables, corrosivas, explosivas o infecciosas, y que pueden provocar efectos adversos en la salud humana y el medioambiente (Vargas, et al. 2022, p. 106).

Residuos no peligrosos

Objetos sólidos, sustancias o materiales en forma sólida que no suponen un peligro debido a sus propiedades corrosivas, reactivas, tóxicas, inflamables, biológicamente infecciosas, explosivas o radiactivas, las cuales resultan del consumo o uso de productos domésticos, industriales, comerciales, institucionales o de servicios, y que no tienen valor para el productor original pero que se pueden reciclar y convertir en nuevos productos con valor económico añadido (MAATE 2014a).

Residuos inertes

Residuos que, una vez dispuestos en un vertedero, no sufren cambios notables en sus propiedades físicas, químicas o biológicas, y que cumplen con los estándares de lixiviación establecidos por regulaciones (Bonmatí y Gabarrell 2008, p. 4).

2.2.2.3 Según su fuente de origen

Residuos urbanos

Comprenden los residuos procedentes de los domicilios particulares, así como los residuos de composición similar generados en otros ámbitos como comercios, oficinas, empresas de servicios e industrias (Díaz y Pilataxi 2018, p. 27).

Residuos industriales

Proceden de muchos tipos diferentes de industrias, incluidas las de carácter metalúrgico y químico, y existen en diversas formas, como cenizas, lodos, plásticos y restos de minerales puros (Chamorro 2016, p. 23).

Residuos hospitalarios

Residuos generados en los procesos y actividades de atención médica e investigación en establecimientos como: hospitales, clínicas, centros y puestos de salud, laboratorios clínicos, consultorios, entre otros (Flores 2012, p. 14-15).

Residuos agrícolas

Residuos que permanecen después de una cosecha o de un trabajo agrotécnico, constituidos por diferentes componentes (tallos, fibras, cutículas, cáscaras, bagazo, tocones, residuos de poda y frutos de diferentes especies cultivadas) (MAATE 2020).

2.2.2.4 Otras

Biodegradables

Son sustancias que tienen la capacidad de descomponerse, ya sea de forma aeróbica o anaeróbica, debido a la actividad de microorganismos, como bacterias, hongos y algas, los cuales se encuentran en condiciones naturales de la biosfera, por lo que se desintegran gracias a la acción de enzimas producidas por los microorganismos en condiciones ambientales normales, como la humedad y la temperatura típicas del entorno (Ubierno 2015, pp. 52-53).

Compostables

Se refiere a aquel material que es capaz de descomponerse biológicamente, por lo que se genera compost cuando se encuentra en condiciones controladas, y luego es transformado en humus gracias a la acción de microorganismos, de modo que la materia orgánica del producto final está fácilmente disponible para las plantas (Ubierno 2015, p. 53).

Oxodegradables

Es el proceso de descomposición en varias etapas que experimentan algunos materiales y requieren aditivos químicos para iniciar el proceso de degradación (Ubierno 2015).

Fotodegradables

Son materiales cuya descomposición se produce al exponerlos a los rayos ultravioleta emitidos por la radiación solar, acción que ocasiona su fragmentación en diminutas partículas (Ubierno 2015, p. 54).

2.2.3 *Propiedades de los residuos sólidos*

2.2.3.1 *Propiedades físicas*

Densidad

Este valor es esencial para calcular las dimensiones de los contenedores de residuos en hogares y camiones utilizados para la recolección. Está expresado en unidades de masa en relación con el volumen (Mejía y Patarón 2015, p. 32), el cual consta de dos categorías:

1. Densidad suelta: representa la densidad de los residuos en su lugar de origen, sin estar sometidos a ninguna presión externa.
2. Densidad compactada o de transporte: se refiere a la densidad de los residuos después de que han sido comprimidos en el camión compactador (Mejía y Patarón 2015, p. 33).

Humedad

Representa la diferencia entre el peso inicial de la muestra y el peso seco de la muestra con respecto al peso inicial (Lindao y Quisnancela 2014, p. 39).

2.2.3.2 Propiedades químicas

Son importantes para conocer la capacidad de estos residuos antes de ser sometidos a procesos de recuperación o tratamiento, como la incineración, el compostaje o la disposición en vertederos autorizados para la producción de biogás (Ríos 2009, p. 35).

2.2.3.3 Propiedades biológicas

A excepción del plástico, el caucho y el cuero, según Linares (2017), la fracción orgánica de la mayoría de los residuos sólidos urbanos (RSU) se desglosa del siguiente modo:

1. Constituyentes solubles en agua, tales como azúcares, féculas, aminoácidos, y diversos ácidos orgánicos.
2. Semis celuloso
3. Celulosa
4. Grasas, aceites y ceras
5. Lignina
6. Lignocelulosa
7. Proteínas (p. 17)

2.2.4 Caracterización de los residuos sólidos

Se lleva a cabo mediante un análisis que recopila información sobre cantidad, densidad, composición y nivel de humedad de los residuos sólidos en una región geográfica específica. Esta información es fundamental para la planificación de estrategias técnicas y operativas en la gestión de residuos sólidos, así como para la planificación administrativa y financiera del servicio público de limpieza (Ministerio del Ambiente [MINAM] 2019, p. 6).

2.2.5 Producción per cápita

Se trata de la cantidad de residuos generados diariamente en relación con el número de habitantes de una zona determinada, expresada en kg por habitante y día (Álvarez 2021, p. 30).

2.2.6 Etapas de manejo de residuos sólidos

Para garantizar que se minimice el impacto negativo sobre el medioambiente y la salud, se proponen varias fases, que se diferencian según las necesidades de un grupo de población concreto.

2.2.6.1 Generación

Es la primera etapa del manejo de residuos sólidos, el cual está estrechamente vinculada a las acciones humanas, el crecimiento de la población, las modificaciones en los patrones de consumo, el aumento de la actividad industrial y comercial, y factores como los cambios estacionales y climáticos, que también ejercen una influencia significativa en la cantidad de desechos generados (Ojeda y Quintero 2008, p. 4).

2.2.6.2 Almacenamiento

Después de la generación de residuos, se procede al almacenamiento temporal, donde se deben colocar en contenedores separados y etiquetados con sus respectivos nombres y colores. El objetivo del almacenamiento es agrupar los residuos para facilitar las operaciones de procesamiento y clasificación, tal como mencionaron André y Cedá (2015).

2.2.6.3 Recolección y transporte

Se trata de un conjunto de acciones que engloban la recolección y el transporte de los residuos sólidos desde los puntos designados para su depósito o almacenamiento hasta el sitio donde deben ser descargados. Este destino puede ser una instalación destinada al procesamiento de materiales o a su tratamiento, una estación de transferencia o, incluso, un relleno sanitario (Jaramillo 2002, p. 37).

2.2.6.4 Transferencia

Es una actividad que implica la acumulación de los desechos generados por la sociedad en lugares específicos, los cuales están equipados con la infraestructura necesaria para llevar a cabo el tratamiento y la preparación adecuada de los residuos depositados. La fase de traslado de residuos sólidos reduce el tiempo de mano de obra en el proceso de recolección, puesto que el material

recolectado se lleva a esta etapa y los camiones continúan brindando servicios de recolección a otros puntos de la ciudad (León y Plaza 2017, p. 56).

2.2.6.5 Tratamiento

Son los procesos que implican las operaciones físicas, químicas, biológicas o térmicas que tienen el propósito de gestionar los residuos, para mitigar los riesgos y realizar un ajuste de sus propiedades físicas, químicas o biológicas, con el fin de cumplir con los requisitos pertinentes de su eliminación final (Campos 2015).

2.2.6.6 Disposición final

Es el almacenamiento permanente de residuos en lugares y condiciones apropiados para evitar daños a la salud y al medioambiente una vez que se agoten las opciones de tratamiento de dichos residuos (INEC 2020).

2.2.7 Vehículo destinado a la recolección

Medio de transporte específico para llevar a cabo las tareas de recogida y transporte de residuos sólidos generados en su lugar de origen (INEC 2018, p. 44).

2.2.7.1 Camión recolector con caja compactadora

Disponen de una caja compactadora que incluye una tolva para la carga de los residuos y un mecanismo de compresión que reduce el volumen de los residuos en un factor de entre 3 y 5 veces. Además, se categorizan según la posición de la ubicación de carga, ya sea trasera, lateral o frontal (exclusivamente para contenedores) (Rondón, et al. 2016, p. 63).

2.2.7.2 Camión recolector con caja cerrada sin compactación

Carecen de mecanismo de compresión, lo que da como resultado una capacidad de carga más limitada. Estos vehículos suelen dirigirse a comunidades urbanas más pequeñas donde los residuos son bajos. Asimismo, en las grandes ciudades se utilizan principalmente para la recogida de residuos de madera y residuos de la limpieza de la vía pública (Rondón et al. 2016, p. 64).

2.2.7.3 Camión para contenedores de gran capacidad

Vehículos especiales que están equipados con elevadores de tipo Ampliroll y de cadenas, y otros dispositivos similares que les permiten levantar y colocar grandes contenedores sobre el chasis del camión para su posterior transporte al centro de tratamiento (Rondón, et al. 2016).

2.2.7.4 Camión de caja abierta

Estos vehículos suelen emplearse en zonas rurales con una cantidad limitada de desechos y por carencia de recursos económicos para conseguir un servicio apropiado (Rondon et al. 2016, p. 64).

2.2.7.5 Otros tipos de vehículos

Comprenden vehículos como carros, remolques y volquetes, que son impulsados por animales de carga o tractores. Su uso principal suele ser en entornos rurales, donde la cantidad de desechos generados es reducida. A pesar de compartir desventajas con los camiones de caja abierta, estos vehículos claramente ofrecen un servicio a un costo mínimo en áreas rurales con población dispersa o de baja densidad demográfica (Rondon et al. 2016, pp. 64-65).

2.2.8 Ruta de recolección

Las rutas desempeñan un papel importante en el sistema de recogida de residuos sólidos, puesto que son los recorridos definidos que los camiones de recogida realizan diariamente en cada zona para trasladar los residuos generados por los ciudadanos. Como indicaron Minga y Zhiminaycela (2019), el diseño de las rutas de recolección debe tener en cuenta diversos aspectos y consideraciones (pp. 49-50):

- Coordinar el tamaño de la cuadrilla y el tipo de vehículo.
- El trazado de las rutas debe planificarse de modo que comiencen y terminen en las proximidades de vías principales, a fin de aprovechar las barreras topográficas y físicas como límites naturales para las rutas.
- En zonas con pendientes pronunciadas, generalmente se recomienda que la ruta comience en la parte más elevada y avance hacia la parte inferior.
- Se deben diseñar las rutas de modo que el último contenedor o vivienda se encuentre lo más cerca del lugar donde se realizará la eliminación final.

- Se prioriza la recolección de los residuos generados en áreas con alta congestión de tráfico, de forma que se asegure que estos sean recogidos en primer lugar.

2.2.9 Tipo de ruta de recolección

2.2.9.1 Micro rutas

Ruta específica que los vehículos de recolección deben seguir a diario en las áreas asignadas de la población con el objetivo de recoger de manera más eficiente los residuos sólidos producidos por los residentes de esa zona (Márquez 2008, p. 47).

2.2.9.2 Macro rutas

Se trata de la división de la ciudad en sectores operativos, para lo cual se determina un número de camiones necesarios en cada uno y se asigna un área del sector para cada vehículo recolector (Márquez 2008, p. 42).

2.2.10 Métodos de recolección

2.2.10.1 Método de acera

El personal operativo del camión de recolección recoge la basura que los usuarios han dejado en la acera. Luego, el personal de recolección transporta estos residuos hasta el camión y vacía su contenido en la sección de carga del vehículo. La recolección se realiza en ambos lados de las vías al mismo tiempo, de manera que se cubra cada lado una sola vez. (Flores, Gugardado y Romero 2008, p. 157).

2.2.10.2 Método de contenedores

El vehículo recolector se detiene en puntos predeterminados donde los contenedores están ubicados de manera estratégica. Esto permite que el vehículo acceda fácilmente a ellos y maniobre sin dificultad. Este método es aconsejable para zonas con alta densidad de población, especialmente en zonas de actividad comercial (Henaó y Arana 2015, p. 32).

2.2.11 Frecuencia de recolección

Alude a la frecuencia con la que el vehículo recolector realiza la recolección de los residuos que producen los habitantes. Asimismo, esta permite saber cuál podría ser la cantidad de residuos a

almacenar de acuerdo con los días en que pasa el vehículo recolector (Danitza y Pumacayo 2022, p. 31).

2.2.12 Tipos de frecuencia de recolección

2.2.12.1 Recolección diaria

Este es el sistema al que aspiran la mayoría de las ciudades grandes y medianas. Con este enfoque, los vehículos de recogida deben completar todas las rutas cada día, a fin de crear una impresión positiva del sistema entre los usuarios; pero, al mismo tiempo, este enfoque tiene el costo más alto (Márquez 2008, p. 26).

2.2.12.2 Recolección cada tres días

La comunidad que se beneficia de este servicio a menudo experimenta molestias, porque la acumulación de residuos puede causar olores desagradables y, en consecuencia, exige una limpieza más frecuente dentro de las viviendas (Márquez 2008, pp. 26-27).

2.2.12.3 Recolección dos veces por semana

El camión de recolección sigue un horario de servicio que implica la elección de dos días a la semana, con un intervalo de 2 o 3 días entre cada visita. Esta programación puede dar lugar al aumento de vertederos ilegales, en tanto que las molestias para los residentes atendidos se incrementan (Márquez 2008, p. 28).

2.3 Bases conceptuales

2.3.1 Residuo

Es cualquier objeto, material, sustancia o elemento sólido o semisólido que proviene del consumo o empleo de un producto, ya sea en el ámbito doméstico, industrial, comercial, institucional o de servicios. Este carece de valor para su creador, pero puede ser reutilizado y transformado en un nuevo producto con un valor económico adicional (MAATE 2014a).

2.3.2 Desecho

Es cualquier objeto, material, sustancia o elemento sólido o semisólido que se origina a partir del consumo o uso de un producto en una variedad de entornos, como en los domésticos, industriales, comerciales, institucionales o de servicios. Estos, por sus características o enfoque tecnológico, no pueden ser reutilizados, reciclados o reintroducidos en el proceso productivo, por lo que carecen de valor comercial y deben ser tratados y eliminados adecuadamente (MAATE 2014a).

2.3.3 Relleno sanitario

Es un método de eliminación de residuos sólidos en el suelo que no genera impactos negativos en el medioambiente ni constituye una fuente de molestias o riesgos para la salud y la seguridad pública (Consejo Nacional de Competencias [CNC] 2019, p. 61).

2.3.4 Botadero de basura

Se refiere a un lugar donde se vierten residuos y/o desechos sólidos sin preparación previa ni parámetros técnicos. A menudo, se utilizan métodos muy básicos y no se lleva a cabo un control adecuado (MAATE 2015, p. 4).

2.3.5 Lixiviado

Líquidos resultantes de la interacción, la escorrentía o la filtración de los componentes de los residuos sólidos, que contienen sustancias disueltas o en suspensión que pueden infiltrarse en el suelo y que pueden provocar su contaminación o la de las masas de agua (Jaramillo y Zapata 2008, p. 14).

2.3.6 Contenedor

Recipiente de gran capacidad, metálico o de otro material adecuado, utilizado para almacenar residuos sólidos no peligrosos generados en zonas concentradas, inaccesibles o de gran capacidad (Presidencia de la República 2015).

2.3.7 Tiempos muertos de recolección

Se refiere a la suma de los tiempos de desplazamiento desde el garaje hasta el punto de recogida al comienzo de la jornada laboral, los tiempos de desplazamiento desde la zona de eliminación final hasta la zona de estacionamiento de los vehículos de recogida al final de la jornada, y los tiempos relacionados con las actividades del personal. Estos últimos incluyen las pausas para comer, el cansancio que afecta a los trabajadores, la preparación y la manipulación de los vehículos, y cualquier incidente que pueda afectar el proceso de recogida (Zafra 2009, p. 5).

2.3.8 Gestión integral de los residuos sólidos

Es el conjunto de acciones y medidas orientadas a determinar la opción más apropiada en términos ambientales para los residuos generados, al considerar sus atributos, cantidad, origen, costos asociados a su tratamiento, oportunidades de reciclaje, reutilización, comercialización y eliminación final (Consejo Metropolitano de Quito 2019, p. 128).

2.3.9 Sistemas de información geográficas (SIG)

Se compone de un conjunto de técnicas, recursos y herramientas creados para administrar de forma estructurada y consistente la recolección, el almacenamiento, el análisis, el procesamiento y la representación de datos geográficos y sus atributos con el fin de satisfacer diferentes necesidades y objetivos (Romero 2018, p. 3).

2.3.10 ArcGIS

ArcGIS es un sistema integral que posibilita la adquisición, la estructuración, la gestión, la evaluación, el intercambio y la distribución de datos geográficos. Este también permite la creación de mapas interactivos y aplicaciones geoespaciales (ESRI 2021, p. 6).

2.4 Bases legales

2.4.1 Constitución de la República

De los derechos del buen vivir:

Art. 14.- “Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, *sumak kawsay*” (Constitución de la República del Ecuador 2021, p. 14).

Del régimen de competencias oportunidas:

Art. 264.- “Los Gobiernos municipales tendrán las siguientes competencias exclusivas sin perjuicio de otras que determine la ley: [...] 4. Prestar los servicios públicos de agua potable, alcantarillado, depuración de aguas residuales, manejo de desechos sólidos, actividades de saneamiento ambiental y aquellos que establezca la ley” (Constitución de la República del Ecuador 2021, p. 130).

2.4.2 Código orgánico del ambiente

De gestión integral de residuos y desechos:

Art. 225.- “Serán de obligatorio cumplimiento, tanto para las instituciones del Estado, en sus distintos niveles y formas de gobierno, regímenes especiales, así como para las personas naturales o jurídicas, las siguientes políticas generales: [...] 1. El manejo integral de residuos y desechos, considerando prioritariamente la eliminación o disposición final más próxima a la fuente; [...] 5. El fomento al desarrollo del aprovechamiento y valorización de los residuos y desechos, considerándolos un bien económico con finalidad social, mediante el establecimiento de herramientas y mecanismos de aplicación” (Código Orgánico del Ambiente [COA] 2017, pp. 60-61).

Art. 226.- “Principio de jerarquización. La gestión de residuos y desechos deberá cumplir con la siguiente jerarquización en orden de prioridad: prevención; minimización de la generación en la fuente; aprovechamiento o valorización; eliminación; y disposición final” (COA 2017, p. 61).

Gestión integral de residuos y desechos sólidos no peligrosos:

Art. 231.- “Obligaciones y responsabilidades. Serán responsables de la gestión integral de residuos sólidos no peligrosos a nivel nacional, los siguientes actores públicos y privados: [...] 2. Los Gobiernos Autónomos Descentralizados municipales o metropolitanos serán los responsables del manejo integral de residuos sólidos no peligrosos y desechos sanitarios generados en el área de su jurisdicción, por lo tanto, están obligados a fomentar en los generadores alternativas de gestión, de acuerdo con el principio de jerarquización, así como la investigación y desarrollo de tecnologías. Estos

deberán establecer los procedimientos adecuados para barrido, recolección y transporte, almacenamiento temporal de ser el caso, acopio y transferencia, con enfoques de inclusión económica y social de sectores vulnerables. Deberán dar tratamiento y correcta disposición final de los desechos que no pueden ingresar nuevamente en un ciclo de vida productivo, implementando los mecanismos que permitan la trazabilidad de estos. Para lo cual, podrán conformar mancomunidades y consorcios para ejercer esta responsabilidad de conformidad con la ley. Asimismo, serán responsables por el desempeño de las personas contratadas por ellos, para efectuar la gestión de residuos y desechos sólidos no peligrosos y sanitarios, en cualquiera de sus fases” (COA 2017, p. 62).

2.4.3 *Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización COOTAD*

Del Gobierno Autónomo Descentralizado municipal:

Art. 55.- “Competencias exclusivas del Gobierno Autónomo Descentralizado municipal.
- Los Gobiernos Autónomos Descentralizados municipales tendrán las siguientes competencias exclusivas sin perjuicio de otras que determine la ley: [...] d) Prestar los servicios públicos de agua potable, alcantarillado, depuración de aguas residuales, manejo de desechos sólidos, actividades de saneamiento ambiental y aquellos que establezca la ley” (COOTAD 2019, p. 29).

Art. 431.- “De la gestión integral del manejo ambiental. - Los Gobiernos Autónomos Descentralizados de manera concurrente establecerán las normas para la gestión integral del ambiente y de los desechos contaminantes que comprende la prevención, control y sanción de actividades que afecten al mismo” (COOTAD 2019, p. 118).

2.4.4 *Programa Nacional para la Gestión Integral de Desechos Sólidos (PNGIDS)*

De conformidad con los modelos de gestión integral de desechos sólidos:

“Se pretende estandarizar el modelo de gestión de residuos sólidos de acuerdo con las características ambientales y sociales de cada cantón, por lo que se ha dividido el país en cuatro módulos (cantones grandes, medianos, pequeños y micros). En cada cantón se trabajará en la consolidación y fortalecimiento de los diferentes procesos, como generación, recolección, transporte, acopio/transferencia y disposición final” (MAATE 2012, p. 1).

2.4.5 Ordenanza sobre el manejo de los residuos sólidos en el cantón Morona

Art. 5.- “Se considera de carácter general y obligatorio por parte de la municipalidad la prestación de los siguientes servicios de manera directa, o a través de terceros: recolección de los residuos sólidos domiciliarios, recolección de los residuos sólidos de los locales y establecimientos para lo cual se utilizarán recipientes debidamente identificados para residuos biodegradables y no biodegradables, recolección de los residuos sólidos y escombros provenientes de otros que aparezcan vertidos o abandonados en las vías públicas y se desconozca su origen y procedencia; o bien, conociéndolos, los dueños se resistan o se nieguen a retirarlos, librar de maleza y de residuos los solares y locales cuyos propietarios se niegan o se resistan a la orden de limpiarlos, monitoreo ecológico de los sitios de la disposición final” (GADM Morona 2012, p. 5).

CAPÍTULO III

3 MARCO METODOLÓGICO

3.1 Localización del proyecto

La parroquia General Proaño se encuentra ubicada a 4.3 km al norte de la ciudad de Macas, perteneciente al cantón Morona, en la provincia de Morona Santiago. Su altitud varía entre los 1000 metros sobre el nivel del mar (msnm) hacia el este y los 1800 msnm hacia el oeste del territorio. La superficie total de la parroquia es de 67.8 km², y se encuentra dentro del cuadrante comprendido por las siguientes coordenadas geográficas, tal como se detallan en la Tabla 3-1.

Tabla 3-1: Ubicación del área del proyecto en coordenadas UTM

Punto	Coordenadas X	Coordenadas Y
P1	809618.5371E	9756384.7693N
P2	823415.145E	9756384.7693N
P3	823416.145E	9746605.9274N
P4	808618.5371E	9746605.9274N

Fuente: (Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial Rural de General Proaño 2022).

Realizado por: Chamorro, T., 2024.

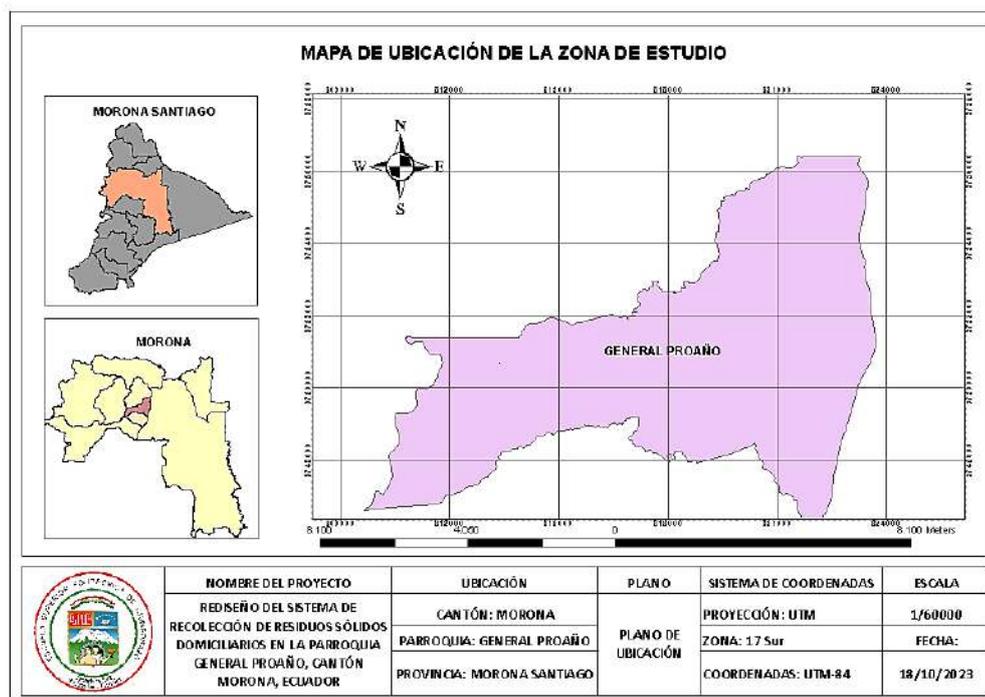


Ilustración 3-1: Mapa de ubicación de la parroquia General Proaño

Realizado por: Chamorro, T., 2024.

3.2 Enfoque de la investigación

El enfoque del presente estudio fue mixto, debido a que combinó la recopilación, la integración y el análisis de datos cuantitativos y cualitativos en la investigación. En términos cualitativos, se emplearon una variedad de instrumentos para recopilar información, como entrevistas, encuestas y observación directa, las cuales se realizaron a los residentes de los barrios y comunidades de la parroquia General Proaño y se centraron en aspectos como la infraestructura vial, los horarios y la calidad del servicio de recolección actual. Al mismo tiempo, se adoptó un enfoque cuantitativo, que involucró la recopilación de datos específicos, como el peso y el volumen de distintos tipos de residuos sólidos generados.

3.3 Alcance

El alcance de la presente investigación se enfocó en el rediseño del sistema de recolección de residuos, concretamente de las rutas y frecuencias de recolección, al utilizar los datos obtenidos del diagnóstico de la situación actual y la caracterización de los residuos sólidos domiciliarios en la parroquia General Proaño, realizados durante los meses de marzo y diciembre de 2023. Asimismo, se realizó encuestas a los habitantes y responsables del sistema de recolección de residuos sólidos para evaluar su situación actual del sistema, y se tomó muestras tanto de la cabecera parroquial como de sus comunidades para determinar la cantidad y la composición física de los residuos sólidos domiciliarios. Además, se utilizó el programa ArcGIS, lo que dio lugar a rutas optimizadas en términos de distancia y tiempo de recolección.

3.4 Nivel de investigación

3.4.1 Descriptiva

El presente estudio implicó la recopilación de datos con el fin de describir aspectos clave del sistema. Estos aspectos incluyen la cantidad de residuos recogidos, la frecuencia de recolección, el estado de los contenedores y los tipos de residuos, su peso relativo, su generación per cápita y otros detalles relevantes.

3.4.2 Explicativa

El estudio contempló elementos explicativos, especialmente en la fase de rediseño del sistema. Al establecer el trazado de la ruta de recolección más eficiente con las herramientas de SIG, se

buscó no solo describir la situación, sino también proporcionar explicaciones y soluciones a los problemas identificados. Finalmente, se trató de comprender las rutas de recolección actuales y, en lo posible, mejorarlas con respecto al tiempo, la distancia y el consumo de combustible.

3.5 Diseño de la investigación

3.5.1 No experimental

Para la presente investigación, se aplicó un enfoque no experimental, el cual se centró únicamente en la observación, la recopilación de datos y el análisis del sistema de recolección de residuos sólidos domiciliarios para rediseñar y mejorar dicho sistema sin una intervención experimental específica.

3.5.2 Transversal

Este estudio únicamente se centró en la recopilación de información para apoyar la investigación y, a su vez, el desarrollo de soluciones para mejorar la eficiencia de las actividades con respecto al tiempo, la distancia y el consumo de combustible.

3.6 Tipo de investigación

3.6.1 Documental

Esta investigación fue de tipo documental, con la finalidad de respaldar teóricamente y referenciar los temas involucrados en la temática, a fin de destacar la importancia de un cambio para la reducción de errores. Esto se halló a partir de la información aportada por autores de alto nivel. Por último, el material bibliográfico utilizado se obtuvo de fuentes como Scopus, eLibro, ScienceDirect, entre otros.

3.6.2 Investigación de campo

Con el fin de obtener una comprensión precisa y actualizada del objeto de estudio, se llevó a cabo un trabajo de campo que permitió la interacción directa para conocer en detalle cómo se gestiona actualmente el proceso de recolección de residuos sólidos. Además, es relevante destacar la observación participativa como un método complementario; por eso, a lo largo de la investigación, se interactuó con el personal administrativo del GADM del cantón Morona con el

propósito de identificar posibles mejoras en las rutas. De este modo, se recopiló información que posteriormente fue objeto de análisis y posible propuesta.

3.7 Técnicas de recolección de datos

3.7.1 Entrevistas

Se efectuó entrevistas personales al técnico de la Unidad de Desechos Sólidos del GADM del cantón Morona. Ambas entrevistas se centraron en el mismo tema y sus resultados se consolidaron en un único documento detallado en el Anexo A.

3.7.2 Encuestas

Se realizó encuestas a los residentes de la zona de estudio, y el número de encuestados fue equivalente al número de viviendas muestreadas durante la caracterización de los residuos sólidos. El modelo de la encuesta se encuentra adjunto en el Anexo B.

3.7.3 Observación directa

Se llevó a cabo un recorrido en los vehículos recolectores en diversas zonas del área de estudio. Igualmente, se diseñó una ficha de observación para la realización de esta técnica, la cual se encuentra detallada en el Anexo C.

3.8 Diagnóstico del sistema actual de recolección de los residuos sólidos de la parroquia General Proaño.

Para el levantamiento de la información correspondiente al primer objetivo, se realizó entrevistas a las personas involucradas en el manejo de los residuos sólidos con el fin de obtener datos sobre el sistema de recolección, vehículos, personal y frecuencias. Además, se utilizó las respuestas obtenidas de la encuesta aplicada a los pobladores de la parroquia General Proaño. Por otro lado, para conocer las rutas de la parroquia, se realizó un seguimiento en los camiones recolectores durante sus recorridos normales en la zona urbana y la rural con ayuda de un GPS. Simultáneamente, se registró el tiempo de recolección, la velocidad y las infracciones de tránsito, que fueron datos esenciales para el rediseño de la nueva ruta de recolección. Para complementar la información, se cuenta con los datos obtenidos de la ficha de observación.

3.9 Caracterización de los residuos

Para lograr el cumplimiento del segundo objetivo, se consideró la metodología utilizada en los países de la región de América Latina y el Caribe, orientada a realizar estudios de caracterización de residuos basados en la propuesta del doctor Kunitoshi Sakurai en 1892 (CEPIS 2005, p.1). Esta metodología aborda los siguientes pasos:

3.9.1 Cálculo de la tasa de crecimiento intercensal

De acuerdo con el reporte del INEC, la población de la parroquia General Proaño era de 2590 habitantes para el año 2010, y para el 2022 hubo un incremento significativo que alcanzó los 4929 habitantes (INEC, 2023). Con base en estos datos, se calculó la tasa de crecimiento intercensal mediante la aplicación de la Ecuación 3-1.

$$r = \left(\sqrt[n]{\frac{P_2}{P_1}} - 1 \right) * 100$$

Ecuación 3-1: Tasa de crecimiento intercensal

Fuente: (MINAM 2020).

Donde:

r : tasa de crecimiento intercensal.

n : número de años entre población final y población inicial (12 años).

P_2 : población final (4929 habitantes).

P_1 : población inicial (2590 habitantes).

Como resultado, se obtuvo una tasa de crecimiento intercensal del 5.51 %, que posteriormente se utilizó para realizar la proyección de población, fundamental para las estimaciones de la PPC. La Tabla 3-2 presenta la proyección realizada para el crecimiento demográfico de la población en la parroquia General Proaño.

Tabla 3-2: Proyección de la población de la parroquia General Proaño

Año	n	Pi	Pf
2023	1	4929	5201
2024	2	4929	5487
2025	3	4929	5789

2026	4	4929	6108
2027	5	4929	6445
2028	6	4929	6800
2029	7	4929	7174
2030	8	4929	7569
2031	9	4929	7986
2032	10	4929	8426
2033	11	4929	8891
2034	12	4929	9380
2035	13	4929	9897
2036	14	4929	10 442
2037	15	4929	11 017
2038	16	4929	11 624
2039	17	4929	12 265
2040	18	4929	12 940
2041	19	4929	13 653
2042	20	4929	14 405

Realizado por: Chamorro, T., 2024.

3.9.2 Cálculo del número de muestras

Según la información proporcionada por el GADM del cantón Morona y el Departamento de Gestión de Control Urbano, Rural y Catastro (ANEXO D), la parroquia General Proaño al mes de marzo de 2023 contaba con 1225 viviendas. Para este cálculo se aplicó el método estadístico, a fin de determinar el número de muestra (Ecuación 3-2), como sugirieron García-García et al. (2013), específicamente cuando la población es finita y se conoce su total.

$$n = \frac{z^2 * N * \sigma^2}{(N - 1) * E^2 + z^2 * \sigma^2}$$

Ecuación 3-2: Método estadístico para el número de muestras

Fuente: (CEPIS 2005).

Donde:

n: tamaño de la muestra.

z: nivel de confianza 96 % (2.05).

N: tamaño del universo (1225 predios domiciliarios).

σ : desviación estándar (0.28).

E : error permisible (5 %).

Posteriormente, se tuvo en cuenta una desviación estándar de 0.28, que se estableció de acuerdo con las condiciones estudiadas. Se hace hincapié en considerar esta desviación cuando el número de viviendas es superior a 1000, como lo indica la *Guía para la caracterización de residuos sólidos municipales* (MINAM 2020, p.25). En relación con las diversas seguridades, el coeficiente de Z varía según lo mencionado por Torres et al. (2018, p. 12):

- Si la seguridad Z fuera del 90 %, el coeficiente sería 1.645.
- Si la seguridad Z fuera del 95 %, el coeficiente sería 1.96.
- Si la seguridad Z fuera del 96 %, el coeficiente sería 2.05.
- Si la seguridad Z fuera del 97.5 %, el coeficiente sería 2.24.
- Si la seguridad Z fuera del 99 %, el coeficiente sería 2.576.

Hay que tener en cuenta que, cuanto menor sea el nivel de seguridad, mayor ha de ser el porcentaje de error en el estudio, por lo que el investigador se vería en la obligación de trabajar con un número de muestra reducido, lo que comprometerá la veracidad de los resultados.

$$n = \frac{2,05^2 * 1225 * 0,28^2}{(1225 - 1) * 0,05^2 + 2,05^2 * 0,28^2}$$

$n = 118$ muestras

De ese modo, a partir del total de 1225 de predios domiciliarios, se obtuvo una muestra de 118 a tomar para la presente investigación, y se consideró el 20 % de esta como muestra de contingencia por un periodo de ocho días, donde se descartó el primer día de muestreo, como indica la teoría (CEPIS 2005).

3.9.3 Distribución de las muestras en la zona de estudio

En esta etapa, las 118 muestras obtenidas se distribuyeron mediante un muestreo estratificado. Este método consistió en dividir la población de viviendas en varios estratos y luego aplicar un muestreo aleatorio simple a cada uno de ellos, como se presenta en la tabla 3-3.

Tabla 3-3: Distribución de las muestras

ESTRATO	CÁLCULO DE VIVIENDAS	REPRESENTATIVIDAD	TOTAL, MUESTRAS POR ZONA
A	$x=a$	$(\frac{a}{t}) * 100$	$n*r=$ muestras
B	$x=b$	$(\frac{a}{t}) * 100$	$n*r=$ muestras
C	$x=c$	$(\frac{a}{t}) * 100$	$n*r=$ muestras
TOTAL	SUMA a, b, c = t	100 %	n

Realizado por: Chamorro, T., 2024.

A continuación, en la ilustración 3-3, se observa el mapa de distribución de las muestras en el área de estudio.

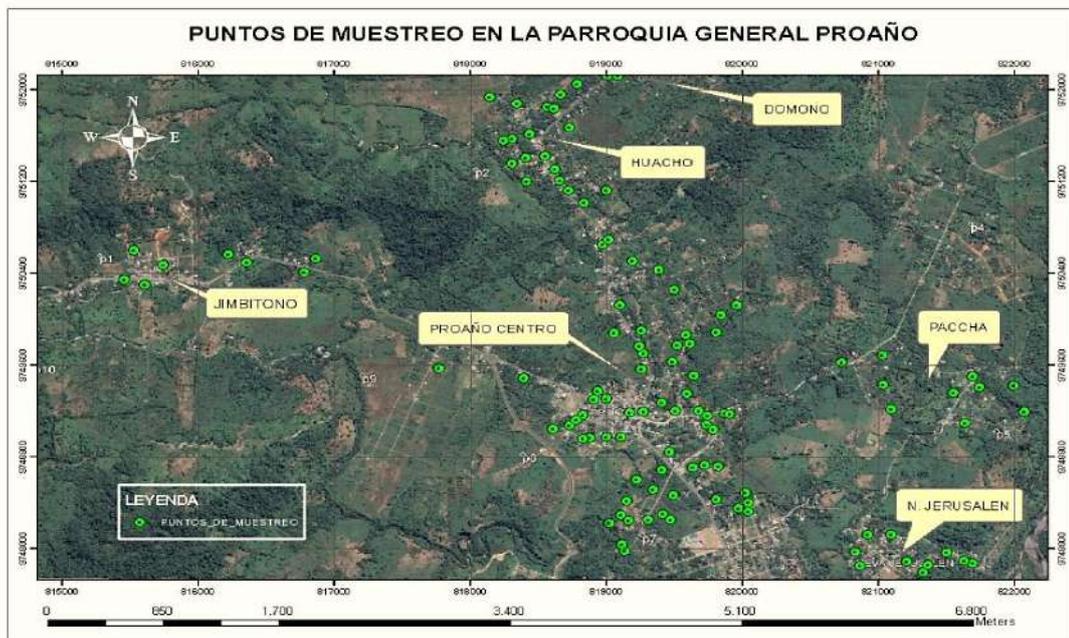


Ilustración 3-2: Mapa de distribución de las muestras a monitorear

Realizado por: Chamorro, T., 2024.

3.10 Materiales y equipos

Para la ejecución de este objetivo, se utilizaron los siguientes materiales, como se indica en la Tabla 3-4.

Tabla 3-4: Materiales y equipos

Materiales	Equipos
Fundas plásticas	Balanza
Botas de caucho	GPS
Casco	Celular
Mascarilla	Computadora
Etiquetas de muestreo	Cronómetro
Gafas	Calculadora
Hojas de registro	Materiales de oficina
Esferos	

Realizado por: Chamorro, T., 2024.

3.11 Cálculo de los parámetros

Esta etapa fue fundamental, pues involucró el cálculo de parámetros físicos, como la PPC y la composición o caracterización de los residuos sólidos. Estos resultados permitieron conocer la cantidad de residuos generados por cada vivienda y establecer los tipos de residuos que predominan en la parroquia General Proaño.

3.11.1 Producción Per Cápita PPC

Para calcular la PPC, se emplearon los siguientes datos: el número de personas residentes en los 118 domicilios y el peso diario de los residuos recogidos en los hogares durante una semana. Es relevante mencionar que, de acuerdo con la teoría, se excluyó la recolección del primer día. Así, para calcular el promedio de este parámetro, se aplicó la Ecuación 3-3.

$$PPC = \frac{W_t}{N_t}$$

Ecuación 3-3: Producción per cápita

Fuente: (CEPIS 2005).

Donde:

W_t = peso total de los residuos (kg x día).

N_t = número total de personas (hab).

3.11.2 Composición

La metodología utilizada para la determinación de la composición física de los residuos sólidos se basó en lo señalado por (CEPIS 2005, pp. 7-8):

- a) Se tomó la muestra de un día de estudio y se procedió a ubicar las bolsas sobre una lámina de plástico para llevar a cabo la separación y evitar la contaminación con tierra u otros elementos indeseables.
- b) Para asegurar la uniformidad de la muestra, se procedió a abrir las bolsas y esparcir los residuos sobre el plástico. En caso de encontrarse objetos grandes en medio de los residuos, fue necesario fragmentarlos para obtener trozos de un tamaño manejable.
- c) El método utilizado para la homogeneización fue el cuarteo, el cual implicó dividir la mezcla en cuatro partes iguales y elegir las dos partes opuestas para formar un nuevo montón más pequeño; así, se desecharon las otras dos porciones. Posteriormente, se volvió a dividir el nuevo montón en cuatro partes, se seleccionaron las dos partes opuestas y se eliminaron las otras dos. Este proceso puede repetirse varias veces hasta obtener una muestra manejable y representativa, como indica la Ilustración 3-4.

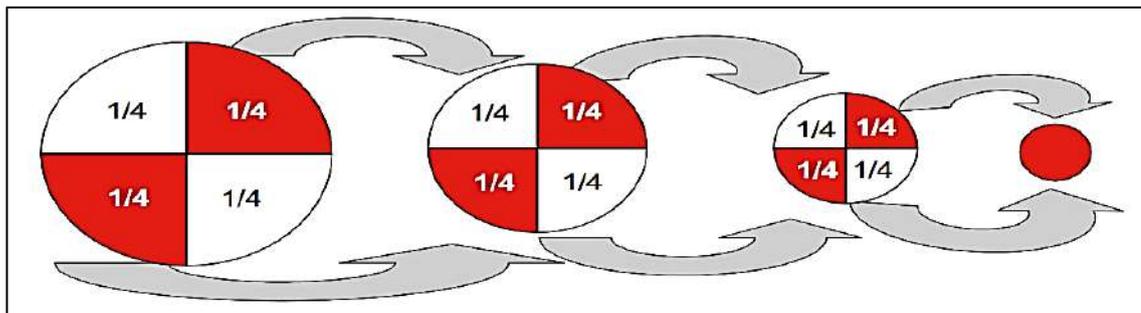


Ilustración 3-3: Método de cuarteo

Fuente: (CEPIS 2005).

- d) Para terminar, se clasificaron los componentes del último montón en bolsas o recipientes según el tipo de residuo, como lo describe la Tabla 3-5 y, a continuación, se realizó el pesaje de cada componente de los residuos sólidos.

Tabla 3-5: Composición de los residuos sólidos

COMPONENTE	DESCRIPCIÓN
Materia orgánica	Sobrantes de comida, frutas, hortalizas y césped
Papel	Periódico, boom y de color
Cartón	Cartón
Plástico rígido	Restos de envases rígidos, como baldes y otros
Plástico no rígido	Fundas plásticas
Plástico tereftalato de polietileno (PET)	Botellas de bebidas gaseosas, hidratantes y energizantes
Material ferroso	Aluminio, hierro, acero y hojalata
Vidrio	Botellas de vidrio y vidrio de ventanas
Residuos de baño	Papel higiénico, pañales y toallas higiénicas
Otros	Caucho, cuero y tierra

Fuente: (CEPIS 2005, p. 7)

Realizado por: Chamorro, T., 2024.

- e) Después de esto, el porcentaje de cada componente se calculó al considerar los datos del peso total de las muestras recolectadas durante el día y el peso de cada componente. Para ello, se empleó la siguiente ecuación:

$$\text{porcentaje \%} = \frac{P_i}{W_t} * 100$$

Ecuación 3-4: Cálculo del porcentaje de los componentes de los residuos sólidos

Fuente: (CEPIS 2005, p. 7).

Donde:

P_i = peso de cada componente (Kg x día)

W_t = peso total de los residuos (Kg x día)

- f) El mismo procedimiento se repitió los días restantes de muestreo de residuos, y luego se calculó un promedio simple para determinar el porcentaje promedio de cada componente.

3.12 Metodología para el trazado de las rutas de recolección

Para el desarrollo del tercer objetivo, fue indispensable contar con la aceptación de la autoridad competente, a fin de gestionar los permisos necesarios y recopilar la información requerida en

dicho estudio (Ver ANEXO E y F). En primer lugar, se solicitó el plano vial, el cual fue proporcionado por el GAD de la parroquia General Proaño en formato digital y en archivo PDF. Este mapa permitió extraer datos que incluían los nombres de las vías con sus respectivos sentidos y direcciones correspondientes al año 2016, razón por la que fue necesario realizar una actualización de la red vial, debido al incremento de la población en la parroquia en los últimos años, lo que originó la apertura de nuevas calles. Para ello, se descargó una imagen satelital actualizada de 2023 del sitio web de Copernicus, y esta se añadió al *software* ArcGIS, que fue utilizado como guía para el trazado de puntos y líneas, y para la creación de formas para el análisis de la red de transporte. Con ello, se obtuvo como resultado lo representado en la Ilustración 3-5.

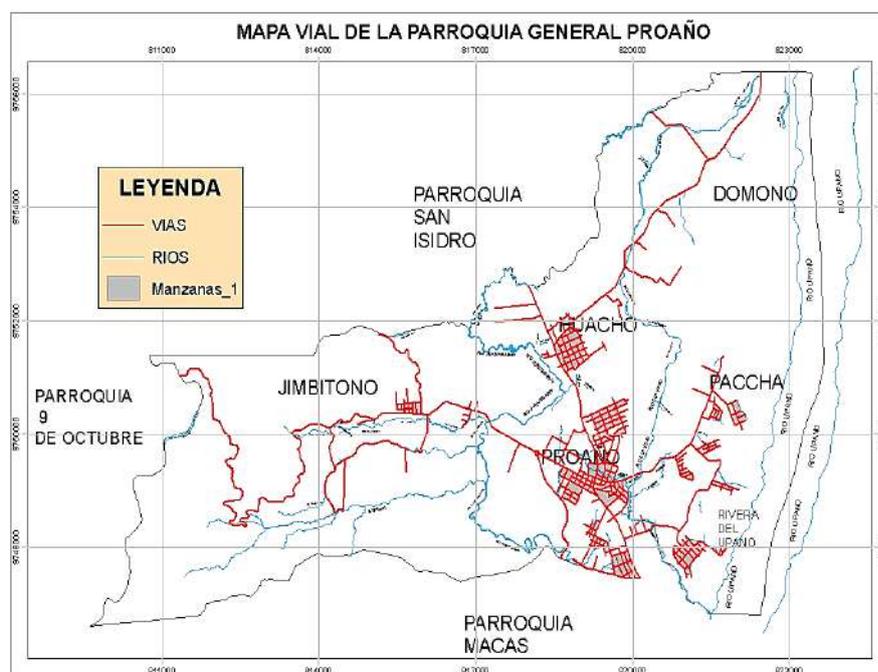


Ilustración 3-4: Mapa vial de la parroquia General Proaño

Fuente: GADP-GP, 2023.

La Ilustración 3-5 se complementa con la información de la Tabla 3-6, donde se detallan y especifican los nombres de las vías y sus direcciones, como se indica a continuación.

Tabla 3-6: Nombres de las vías con su respectivo sentido

Nombre	Tipo	Categoría	Sentido
Justa María Rivadeneira	Secundaria	Calle	Doble vía
Luis Antonio López Tapia	Secundaria	Calle	Doble vía
Padre Juan Brito	Terciaria	Calle	Doble vía
Av. 13 de abril	Primaria	Avenida	Doble vía
Clotilde Noguera	Secundaria	Calle	Doble vía

Mariano Virgilio Rivadeneira	Terciaria	Calle	Una vía
Julio Noguera	Terciaria	Calle	Una vía
Paso Lateral	Secundaria	Avenida	Doble vía
Juan Rivadeneira Jaramillo	Terciaria	Calle	Doble vía
Av. 2 de abril	Secundaria	Avenida	Doble vía
Pablo Dionicio Jaramillo	Terciaria	Calle	Una vía
Gerardo Montenegro	Secundaria	Calle	Una vía
Vía Macas-Riobamba	Primaria	Avenida	Doble vía
Vía San Isidro	Primaria	Calle	Doble vía
Entrada Hidroabánico	Terciaria	Calle	Doble vía
Vía Domono	Secundaria	Calle	Doble vía
Vía al Edén	Terciaria	Calle	Doble vía

Realizado por: Chamorro, T., 2024.

3.13 Creación de capas necesarias para el diseño de rutas en el software ARCGIS

3.13.1 Archivo *shapefile* de líneas

Con la carpeta de puntos o nodos creada, se consideraron los nodos inicial y final para la digitalización a partir de la codificación de cada punto, lo que permitió graficar de manera correcta la dirección de las calles. Para la reconstrucción de las calles, se procedió a crear un *shapefile* de tipo línea, en el cual se agregaron varios campos a la tabla de atributos, como se observa en la Tabla 3-7. En suma, la presencia de estos campos fue indispensable para la creación del conjunto de datos de la *Network Dataset*.

Tabla 3-7: Campos para la tabla de atributos del *shape* de vías

CAMPO	TIPO
F_nodo	<i>Long integer</i>
T_nodo	<i>Long integer</i>
Nombre	Text
Categoría	Text
Jerarquía	<i>Short integer</i>
<i>Oneway</i>	Texto
FT_minutos	<i>Double</i>
TF_minutos	<i>Double</i>
Longitud	<i>Double</i>

Realizado por: Chamorro, T., 2024.

3.13.2 Campos de la tabla de atributos del shape de vías

3.13.2.1 Nombre

Se refiere a la nomenclatura de las vías, como se indicó en la tabla 3-6.

3.13.2.2 Categoría y jerarquía

La especificación principal de la vía, organizada de mayor a menor rango, se conoce como categoría; mientras tanto, la jerarquía establece la infraestructura vial, de manera que facilita la determinación de las vías de circulación que se ajustan a una categoría, según lo mencionado por Mendoza (2008), como indica a continuación.

Tabla 3-8: Datos para los atributos de categoría y jerarquía

CATEGORÍA	JERARQUÍA
Carretera	1
Avenida	2
Calle	3
Sin especificar	4

Fuente: (Mendoza 2008, p. 117).

Realizado por: Chamorro, T., 2024.

3.13.2.3 F_nodo y T_nodo

Son los campos de puntos que representan tramos de líneas. F_node indica el punto inicial del segmento y T_node es el punto final de la misma sección de línea (Mendoza 2008, p. 114).

3.13.2.4 Oneway

Mediante este atributo, se establece el sentido de circulación vial. Si se trata de un sentido desde el nodo inicial hasta el nodo final, este se identifica con **FT** (*from to*); y, si es en sentido contrario, **TF** (*to from*). En cambio, si el sentido de la vía es bidireccional, el campo puede estar vacío o se colocan las siglas BI (Apezteguía 2014, p. 53).

3.13.2.5 *FT_minutos* y *TF_minutos*

Se refieren al tiempo empleado en desplazarse a lo largo de un tramo de calles. El FT corresponde al tiempo transcurrido desde el nodo inicial hasta el nodo final, y el TF representa el tiempo del nodo final hasta el nodo inicial (Mendoza 2008). Por otro lado, según lo establecido por la Agencia Nacional de Tránsito (ANT) en 2015, el reglamento general para la aplicación de la Ley Orgánica de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial, en su Capítulo VI, artículo 191, especifica los límites de velocidad permitidos en los diferentes tipos de vías, como se indica en la Tabla 3-9.

Tabla 3-9: Límites de velocidad para vehículos de carga

Tipo de vía	Límite máximo	Rango moderado	Fuera del rango moderado
Urbana	40 km/h	40 km/h - 50 km/h	50 km/h
Perimetral	70 km/h	70 km/h - 95 km/h	95 km/h
Recta en carreteras	70 km/h	70 km/h -100 km/h	100 km/h
Curva en carreteras	40 km/h	40 km/h - 60 km/h	60 km/h

Fuente: (Asamblea Nacional Constituyente 2015, p.41).

Realizado por: Chamorro, T., 2024.

3.13.2.6 *Longitud (meters)*

Es esencial contar con este atributo, puesto que permite almacenar e indicar la distancia de cada segmento, con lo que se obtienen las longitudes de las calles entre los nodos inicial y final.

3.14 Creación del *Network Dataset*

Para crear el *Network Dataset*, primero fue necesario establecer una *geodatabase*. Este proceso se inició al dar clic derecho en "New" y al seleccionar "Personal Geodatabase", que se registró bajo el nombre "VIAS_PROAÑO". Luego, sobre la *geodatabase* creada, se hizo clic derecho en "New" y se creó un "Feature Dataset", que se registró con el nombre "PROAÑO", y se asignó el sistema de coordenadas correspondiente a la zona de estudio.

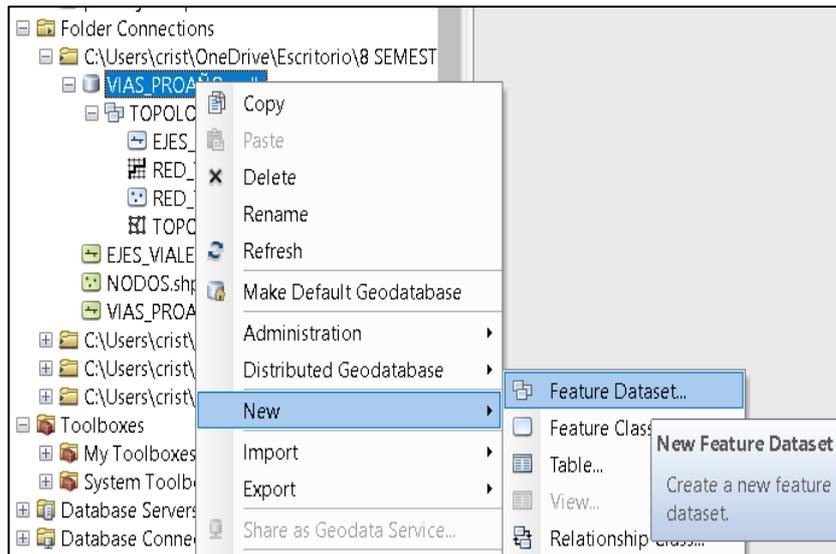


Ilustración 3-5: *New Personal Geodatabase*

Fuente: Capturas obtenidas con el programa ArcGIS

Realizado por: Chamorro, T., 2024.

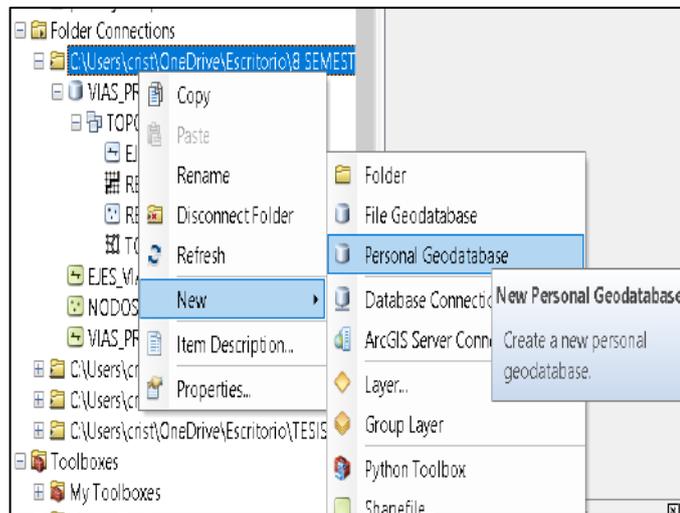


Ilustración 3-6: *New Feature Dataset*

Fuente: Capturas obtenidas con el programa ArcGIS.

Realizado por: Chamorro, T., 2024.

A continuación, con un clic derecho en el conjunto de datos de “PROAÑO”, se seleccionó "Import - Feature Class Single". Igualmente, en el campo denominado "Input Features", se estableció el “Feature Dataset PROAÑO”, mientras que en el campo "Output Feature Class" se ingresó un nuevo nombre, el de "PROAÑO_EJE_VIAL".

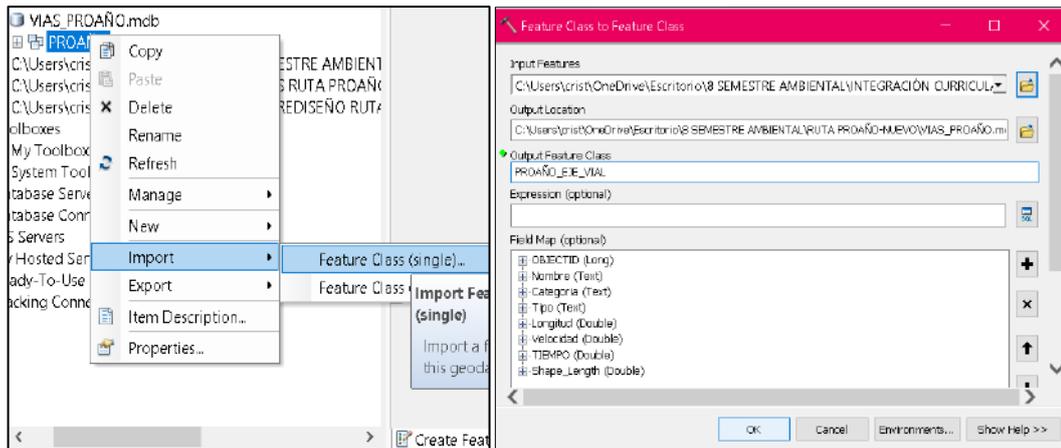


Ilustración 3-7: Importar los archivos del shape dentro del *Feature Dataset*

Fuente: Capturas obtenidas con el programa ArcGIS.

Realizado por: Chamorro, T., 2024.

A partir de los siguientes pasos que involucran el proceso de diseño y elaboración de una red de transporte, se generó el *Network Dataset*.

1. En la *geodatabase* creada con el nombre “PROAÑO”, se dio clic derecho en “New - Network Dataset”, con lo que se asignó un nombre para el trabajo, el de “PLANO_VIAL_PROAÑO”.

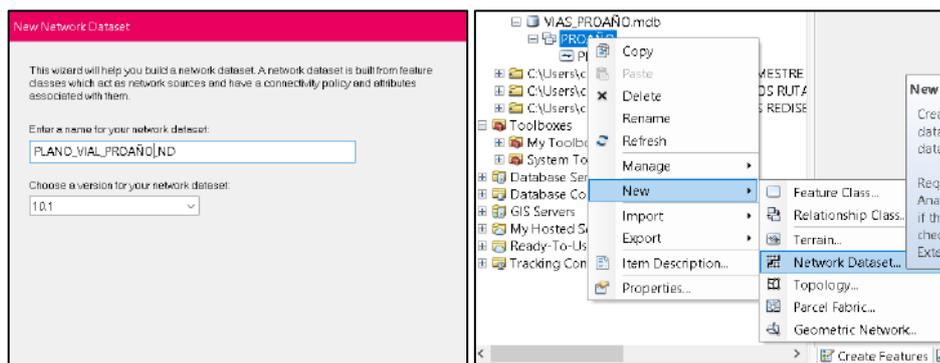


Ilustración 3-8: Inicio de creación del archivo *Network Dataset*

Nota: Capturas obtenidas con el programa ArcGIS.

Realizado por: Chamorro, T., 2024.

2. A continuación, se desplegó una ventana relacionada con la conectividad, se verificó que el campo “CONNECTIVITY POLICY” estuviera configurado con la opción "END POINT", donde se unieron en función de los puntos finales. Luego, se seleccionó "NEXT".

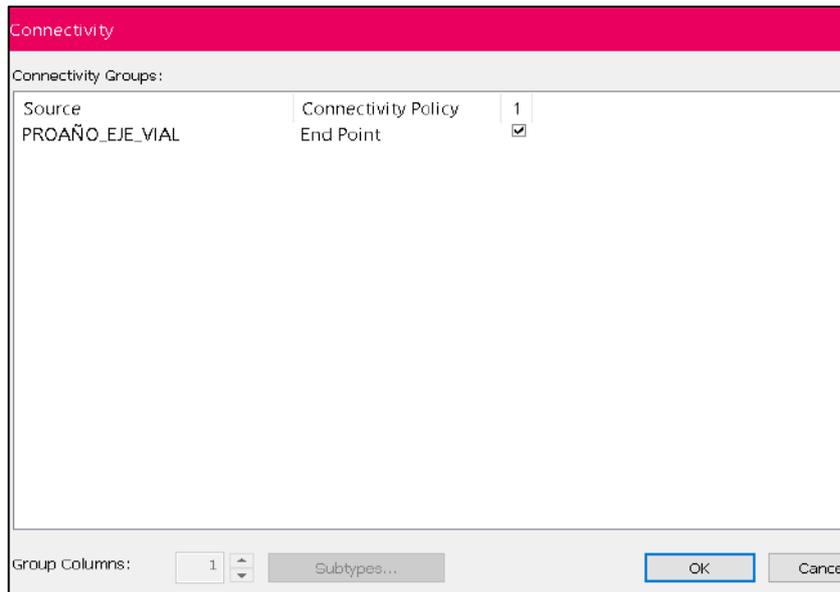


Ilustración 3-9: Configuración de la conectividad

Nota: Capturas obtenidas con el programa ArcGIS.

Realizado por: Chamorro, T., 2024.

- En la siguiente ventana, se seleccionó "NONE", puesto que no existen valores de elevación, como desniveles o túneles en este estudio.

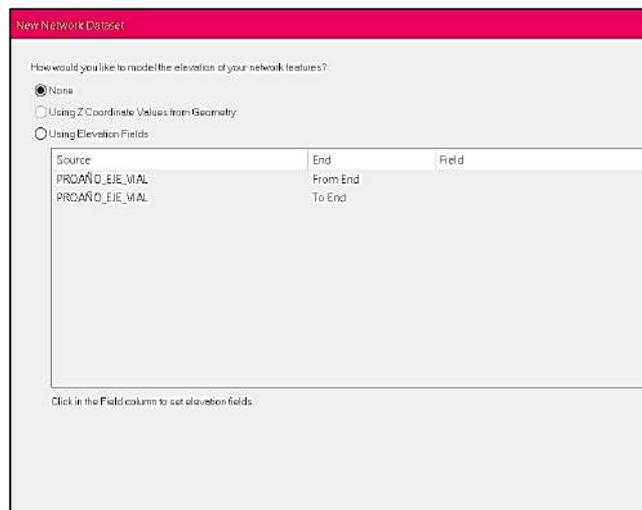


Ilustración 3-10: Asignación de campos de elevación

Fuente: Capturas obtenidas con el programa ArcGIS.

Realizado por: Chamorro, T., 2024.

- Posteriormente, se abrió una nueva ventana con otros campos: "METERS", que indica la longitud de la vía; "MINUTOS", que representa el tiempo de desplazamiento de cada tramo de vía; y "ONEWAY", que establece el sentido de la vía. Asimismo, se añadió un nuevo campo, el de "HIERARCHY", y se verificó que en "EVALUATOR" el valor fuera "HIERARCHY".

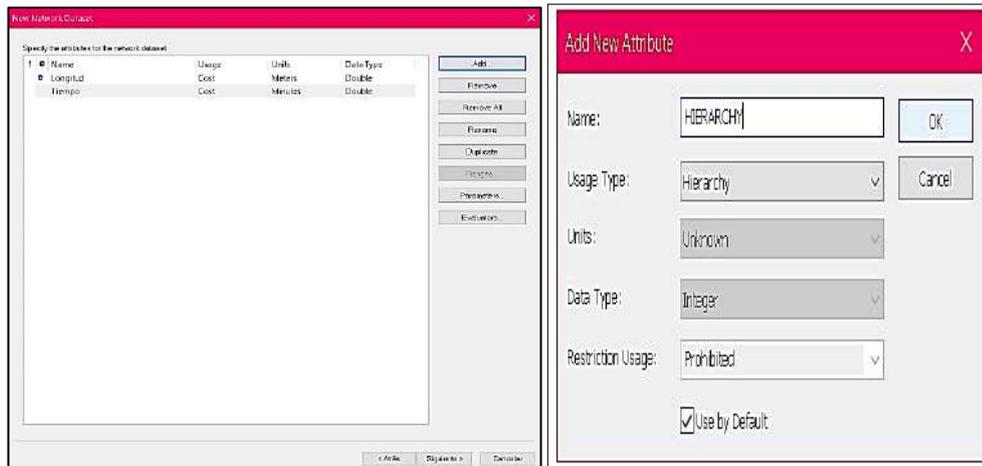


Ilustración 3-11: Lista de atributos para el *Network Dataset*

Fuente: Capturas obtenidas con el programa ArcGIS

Realizado por: Chamorro, T., 2024.

- En la ventana siguiente, se abrió "DIRECTIONS", luego se seleccionaron "DISPLAY" y "LENGTH UNITS", donde se eligió la opción "METERS". De igual forma, en el campo de "NAME", se seleccionó la opción "NOMBRE", y se aceptaron las configuraciones.

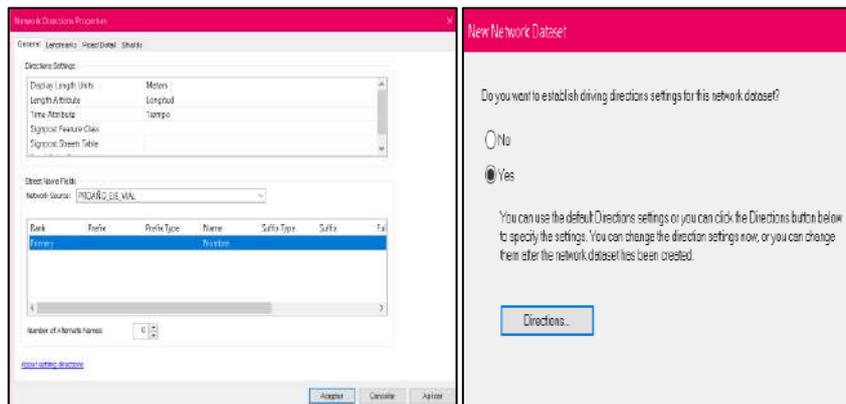


Ilustración 3-12: Establecer direcciones de manejo

Fuente: Capturas obtenidas con el programa ArcGIS.

Realizado por: Chamorro, T., 2024.

- Finalmente, se presentó una ventana de resumen de todas las configuraciones realizadas, y entonces se procedió a hacer clic en "FINISH" para ejecutar el proceso.

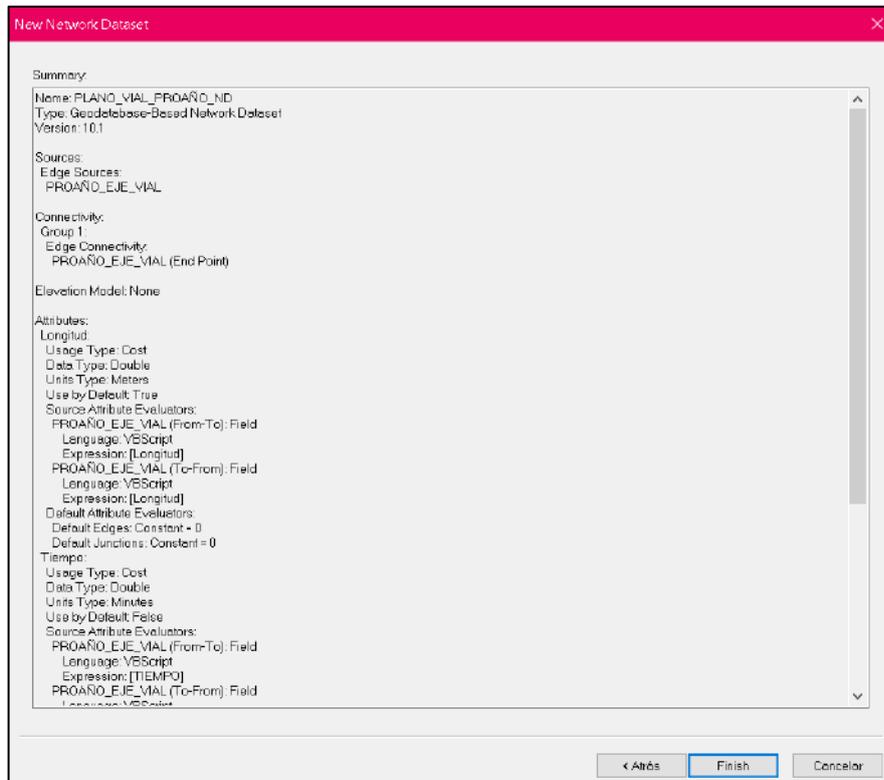


Ilustración 3-13: Resumen de ajustes para la creación del *Network Dataset*

Fuente: Capturas obtenidas con el programa ArcGIS.

Realizado por: Chamorro, T., 2024.

3.15 Creación del Network Analyst

Para este punto, se activó la función de Network Analyst y se seleccionó la opción “NEW ROUTE”, la cual permitió encontrar la ruta más eficiente entre dos puntos o un conjunto de ellos.

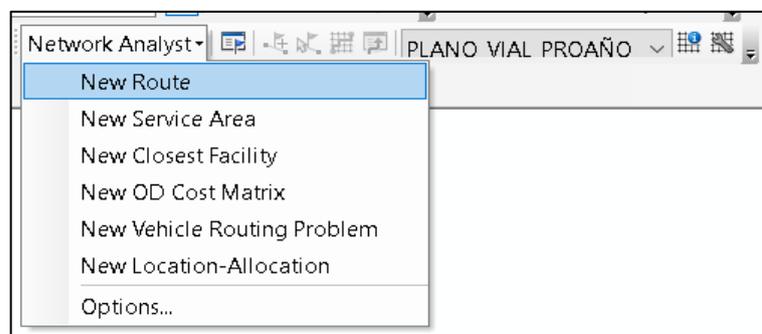


Ilustración 3-14: Visualización de la barra de *Network Analyst*

Fuente: Capturas obtenidas con el programa ArcGIS.

Realizado por: Chamorro, T., 2024.

A continuación, en la opción "Stop", se introdujeron las paradas o los puntos por los cuales, en este caso, el carro recolector debía realizar su recorrido.

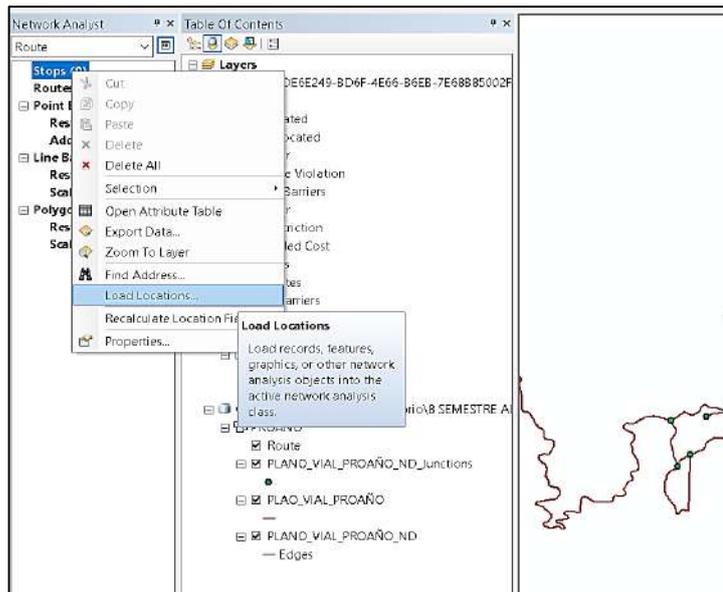


Ilustración 3-15: Puntos para el análisis de ruta

Fuente: Capturas obtenidas con el programa ArcGIS.

Realizado por: Chamorro, T., 2024.

Una vez cargados los puntos del levantamiento, al hacer clic en la opción "SOLVE", se generó el mapa como resultado final, lo que indicó la optimización en tiempo y espacio del recorrido del carro recolector.

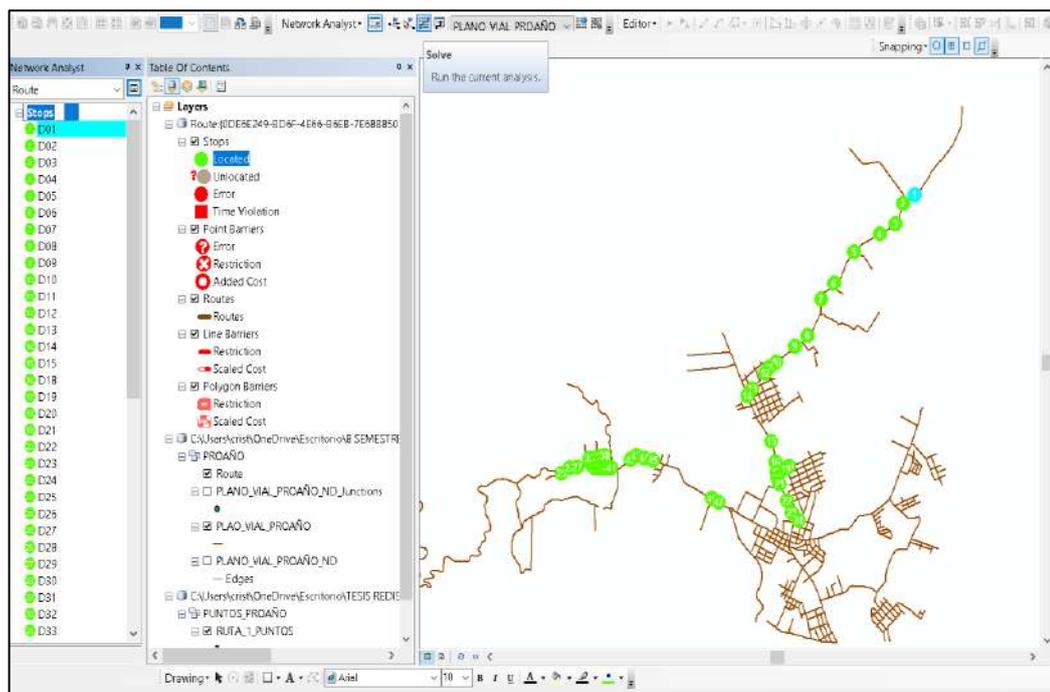


Ilustración 3-16: Generación de rutas

Fuente: Capturas obtenidas con el programa ArcGIS.

Realizado por: Chamorro, T., 2024.

CAPÍTULO IV

4 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1 Situación actual del sistema de recolección de residuos sólidos

Actualmente el área de estudio no cuenta con información sobre la gestión de residuos sólidos, o la caracterización y la GPC. En lo que respecta al recorrido actual de la ruta de recolección, este no se encuentra establecido en un estudio, sino que fue desarrollado de manera empírica. Además, se observó el desinterés de las autoridades municipales con respecto a la contratación de personal calificado y el bajo presupuesto designado.

En cuanto al sistema de recolección de residuos sólidos de la parroquia General Proaño, este se divide en dos sectores: urbano y rural. El primero abarca la cabecera parroquial, y es realizado por la empresa privada Servilimp Macas, contratada por medio del portal de compras públicas por el municipio del cantón Morona, y cuenta con una cuadrilla compuesta por 3 ayudantes de recolección y 1 conductor. Por otra parte, el sector rural comprende las comunidades de Domono, Paccha, Huacho y Jimbitono, así como, los barrios de Huertos Familiares, Huertos del Edén y Lenin Moreno, donde el servicio es realizado directamente por el municipio del cantón Morona a través de una cuadrilla con 2 ayudantes de recolección y 1 conductor. Asimismo, mediante el recorrido *in situ* y la observación directa, se identificó que existen cuatro rutas de recolección en la zona rural y dos en la zona urbana. Estas rutas presentan ciertas deficiencias:

- Incumplimiento de las normas de tránsito, porque los vehículos realizan viraje en zonas no autorizadas.
- Exceso de rutas en el proceso de recolección de residuos, y la movilización recurrente sobre los mismos puntos involucra un aumento en el consumo de combustible y la generación de periodos improductivos por cada recorrido.
- No existe segregación de los residuos sólidos domiciliarios, de mercados y de instituciones públicas y privadas, lo que conlleva a la mezcla de residuos orgánicos e inorgánicos.
- El personal encargado de la recolección no cuenta con los equipos de protección personal necesarios, lo cual aumenta riesgos que pueden ocasionar daños a su salud.
- La falta de cooperación por parte de la comunidad se manifiesta en la práctica de depositar la basura en bolsas plásticas o sacos, así como en horarios no autorizados. Esto propicia la presencia de vectores, como perros, cucarachas y roedores, que pueden romper las bolsas o

sacos, con lo que se dispersan los residuos y se genera una imagen negativa en la parroquia General Proaño.

Adicionalmente, se cuenta con dos camiones recolectores de basura que contienen cajas compactadoras de carga posterior cuyas características se describen en la Tabla 4-1.

Tabla 4-1: Características de los vehículos recolectores de residuos sólidos

CARACTERÍSTICAS	URBANO	RURAL
Marca/modelo/año	Hino FC - 500/2017	Hyundai - Hd65/2016
Tipo de carga	Carga posterior	Carga posterior
Capacidad de carga (m ³)	16.06 m ³	9.17 m ³

Fuente: GAD municipal del cantón Morona

Realizado por: Chamorro, T., 2024.

Por otro lado, en la parroquia General Proaño, se implementan dos métodos distintos para la recolección de residuos sólidos, adaptados a las características de cada área. En las zonas rurales, se utiliza predominantemente el método de acera, donde los residentes colocan sus residuos directamente en la acera para su recolección programada. En contraste, en la zona urbana se emplea el método de contenedores, donde los residuos son depositados en contenedores ubicados estratégicamente para facilitar su recolección.

4.2 Recorrido actual de los vehículos recolectores

A través del trabajo de campo, se logró recopilar información sobre la situación actual del sistema de recolección de residuos sólidos. Las tablas 4-2 y 4-3 detallan los datos sobre el tiempo, la distancia y el consumo de combustible en las zonas rural y urbana.

Tabla 4-2: Rutas y frecuencias de recolección en la zona rural

Rutas	Frecuencia	Horario	Distancia (km)	Tiempo (min)	Consumo de combustible
1	Lunes	7:00 a.m. 2:00 p.m.	32.85	184	6.24
2	Martes	7:00 a.m. 2:00 p.m.	24.93	171	4.74
3	Miércoles	7:00 a.m. 2:00 p.m.	18.86	91	3.58
4	Jueves	7:00 a.m. 2:00 p.m.	23.96	95	4.55
Total	4 días	-	101.72	541	19.33

Fuente: GAD municipal del cantón Morona.

Realizado por: Chamorro, T., 2024.

La cuadrilla encargada de la recolección en la zona rural labora en una sola jornada, entre las 7:00 a.m. y las 2:00 p.m. Así, se determinó que el vehículo recolector recorre semanalmente una distancia de 101.72 km bajo un tiempo de recolección de 541 minutos. El recorrido total empleado en las rutas de recolección actuales varía entre 18 y 33 km, y el tiempo estimado por ruta oscila entre 90 y 190 minutos. Finalmente, la consideración de este horario depende de la cantidad de residuos en cada ruta.

Tabla 4-3: Rutas y frecuencias de recolección en la zona urbana

Rutas	Frecuencia	Horario	Distancia (km)	Tiempo (min)	Consumo de combustible
1	Lunes y jueves	7:00 a.m. 4:00 p.m.	16.76	80	3.18
2	Martes y viernes	7:00 a.m. 4:00 p.m.	15.58	78	2.96
Total	4 días	-	64.68	316	12.29

Fuente: GAD municipal del cantón Morona.

Realizado por: Chamorro, T., 2024.

Por otra parte, la recolección de la zona urbana se la realiza entre las 7:00 a.m. y las 16:00 p.m. Con esto, se determinó que el vehículo recolector recorre una distancia de 64.68 km semanalmente, bajo un tiempo de recolección de 316 minutos. El recorrido total empleado en las rutas de recolección actual varía entre 15 y 17 km, y el tiempo estimado por ruta oscila entre 70 y 90 minutos. Aun así, la consideración de este horario depende de la cantidad de residuos en cada ruta.

4.3 Mapa de las rutas de recolección actuales

A partir de los puntos de referencia obtenidos con el GPS durante el trabajo de campo, se elaboró la Ilustración 4-1, que representa el mapa de las rutas actuales de recolección de residuos sólidos de la parroquia General Proaño. En esta ilustración se pueden apreciar las rutas trazadas por los vehículos recolectores, las cuales abarcan tanto la zona rural como la urbana.

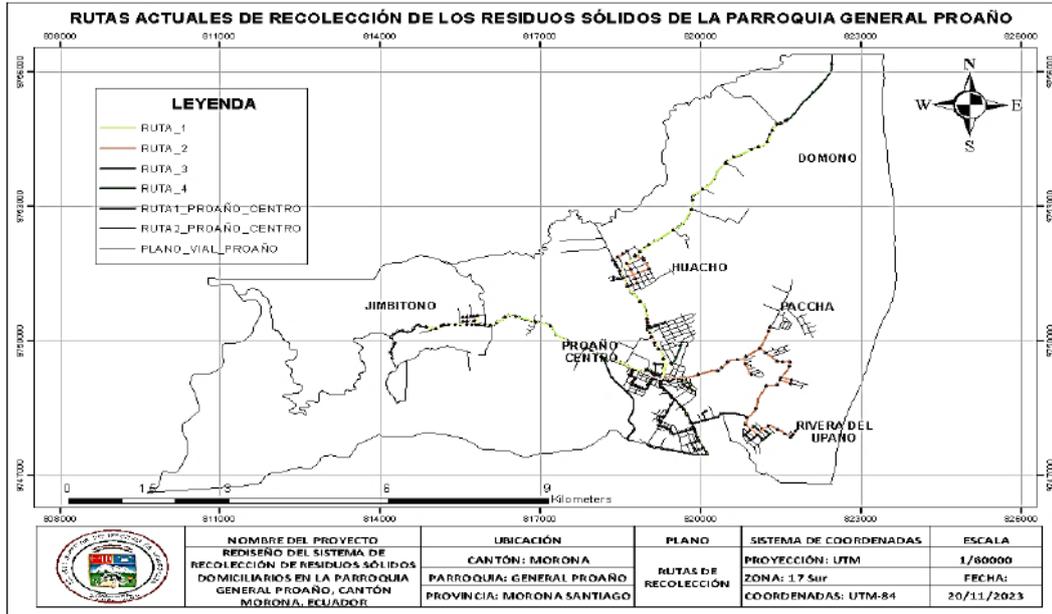


Ilustración 4-1: Mapa de las rutas actuales de recolección de residuos sólidos de la parroquia General Proaño

Realizado por: Chamorro, T., 2024.

Por otro lado, con el propósito de facilitar la interpretación de la Ilustración 4-1, se procedió a la elaboración de las rutas individualmente, como se visualiza en la Ilustración 4-2.

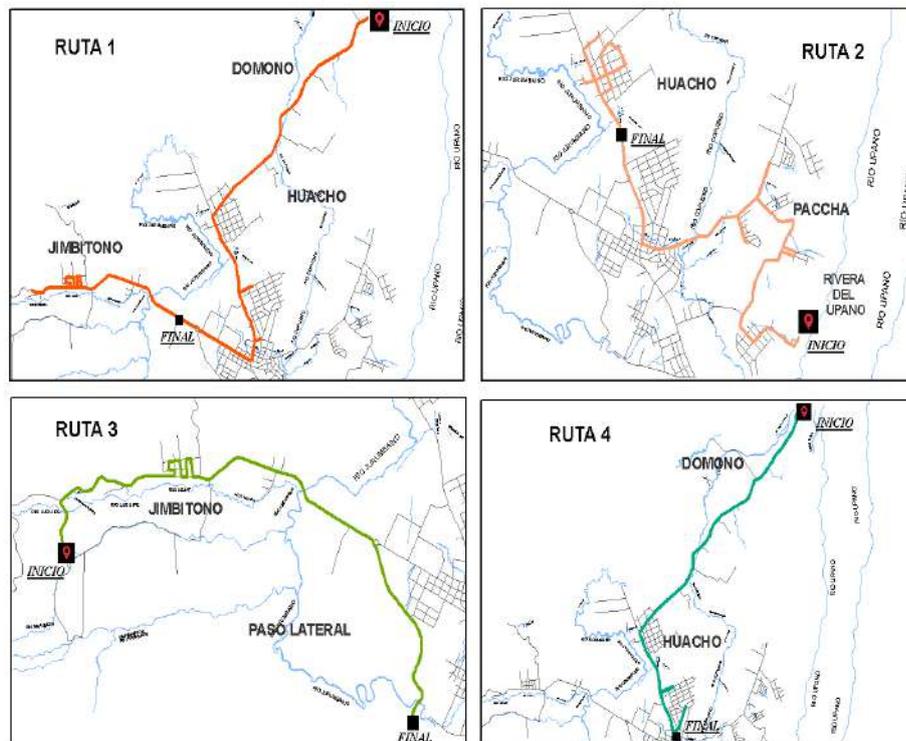


Ilustración 4-2: Rutas rurales individuales de la parroquia General Proaño

Realizado por: Chamorro, T., 2024.

Como se puede observar, la recolección de residuos sólidos en la zona rural cuenta con cuatro rutas de recolección. La primera inicia su recorrido en la comunidad Domono, continúa por la calle principal de la comunidad Huacho, ingresa a los barrios Huertos Familiares y Huertos del Edén, y concluye en la comunidad Jimbitono. La segunda ruta comienza su recolección en el barrio Lenin Moreno, continúa por el barrio San Valentín, sigue hacia la comunidad Paccha, luego llega al barrio San Luis, y termina en la comunidad de Huacho. La tercera ruta está designada para la recolección exclusiva de las comunidades de Jimbitono y Paso Lateral. Por último, la cuarta ruta se superpone en parte con la primera, pero esta, ya no incluye a la comunidad de Jimbitono.

A continuación, se procedió con la elaboración de las rutas correspondientes al área urbana. Esto se visualiza en las Ilustraciones 4-3 y 4-4 respectivamente.

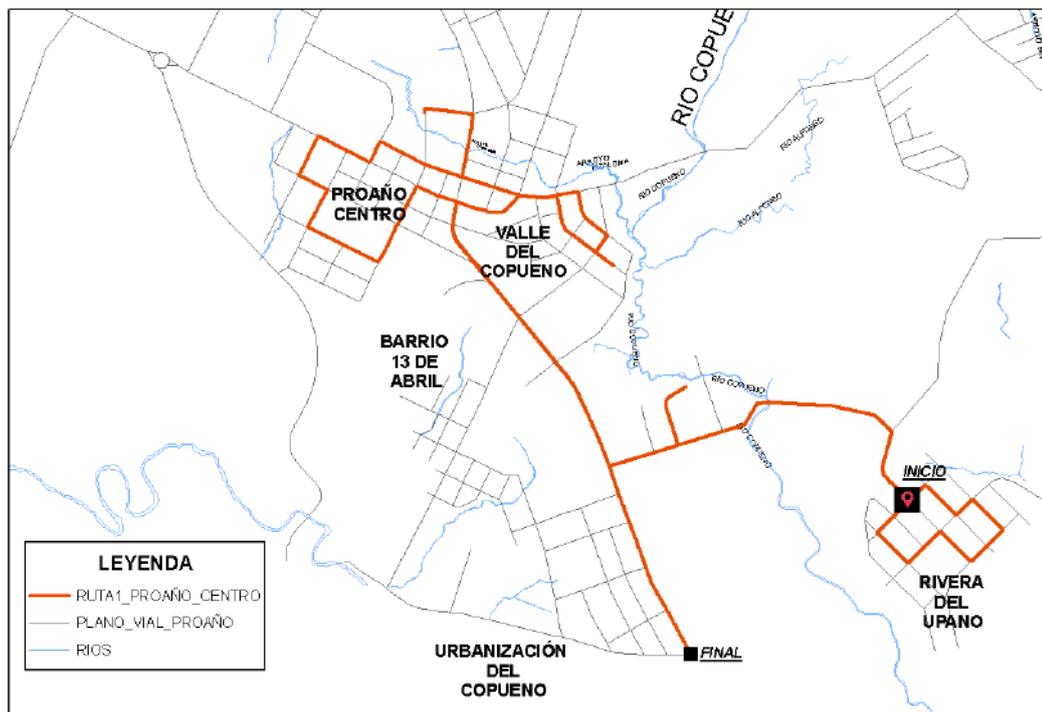


Ilustración 4-3: Primera ruta urbana

Realizado por: Chamorro, T., 2024.

La primera ruta, inicia en el barrio Nueva Jerusalén, continúa por la calle Francisco Flor Santillán, sigue por la avenida 13 de abril, llega al barrio Valle del Upano y concluye en el barrio Centro.

1. ¿Usted cuenta con el servicio de recolección de residuos sólidos domiciliarios?

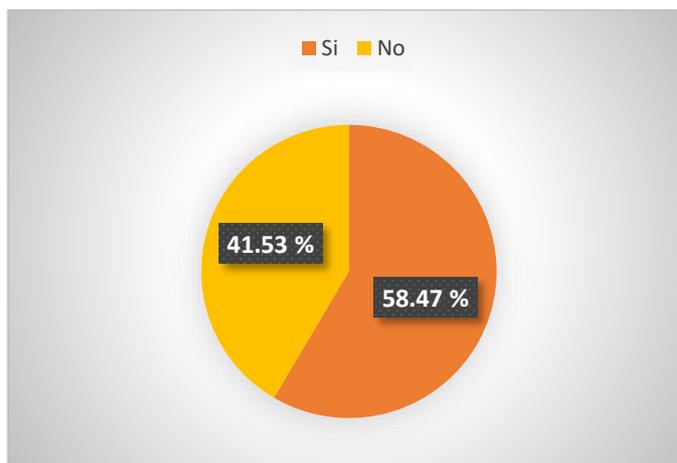


Ilustración 4-5: Acceso al servicio de recolección

Realizado por: Chamorro, T., 2024.

Del total de las personas encuestadas, el 58.47 % indicó que tienen acceso al servicio de recolección de basura en sus hogares, esto se atribuye principalmente a la distribución demográfica, pues la mayoría de la población reside en las zonas céntricas de la parroquia; mientras que el 41.53 % no cuenta con este servicio, debido a la dispersión de las comunidades de la parroquia y a la falta de mantenimiento de las vías, el proceso de recolección de residuos se ve obstaculizado.

2. ¿Conoce usted los horarios de recolección de los residuos sólidos?



Ilustración 4-6: Horarios de recolección

Realizado por: Chamorro, T., 2024.

Del total de las personas encuestadas el 61.86% afirmó conocer los horarios de recolección de los residuos sólidos, mientras que el 38.14% desconoce cuándo se realiza este servicio en su zona. Esta falta de conocimiento se atribuye a la escasa divulgación y comunicación por parte de las autoridades competentes, así como al desinterés de la población y a la variabilidad constante de los horarios. Las autoridades podrían implementar estrategias informativas en cada área detallando los días y horas precisos en que el camión recolector realiza su ruta.

3. ¿Cuántas veces a la semana pasa el camión recolector de la basura por su casa?

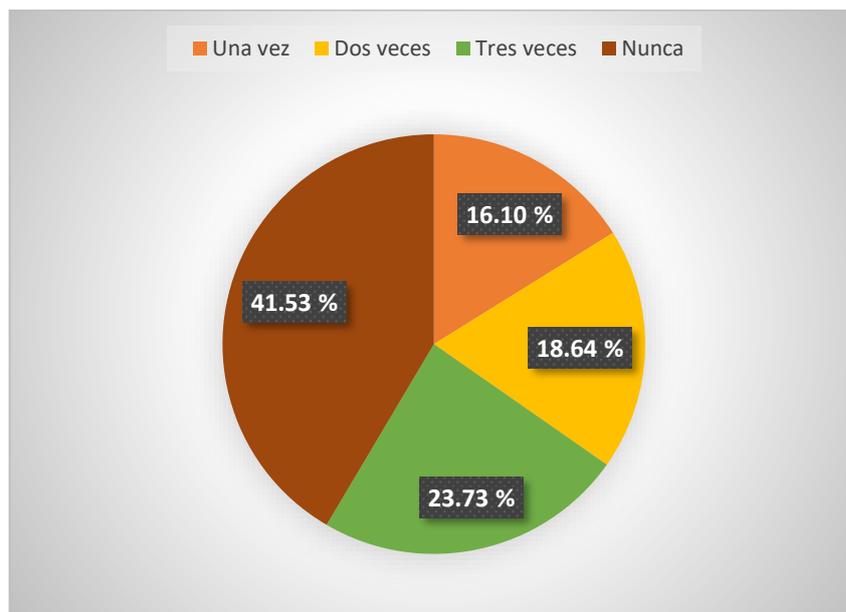


Ilustración 4-7: Frecuencia de recolección

Realizado por: Chamorro, T., 2024.

El 41.53 % de encuestados señaló que el camión recolector nunca realiza la recolección de residuos en su vivienda, este porcentaje es el que no cuenta con servicio de recolección de residuos. Por otro lado, el 23.73 % manifestó que lo hace tres veces por semana en la zona urbana de la parroquia, donde la generación de residuos tiende a ser mayor y más frecuente, requiriendo una recolección más frecuente para mantener la limpieza y el orden. Además, el 18.64 % que lo hace dos veces por semana, debido a la localización de las comunidades y un 16.10 % indicó que lo realiza una vez por semana, debido al acceso limitado de las vías y a recursos limitados.

4. ¿Realiza usted una clasificación previa de sus residuos sólidos?

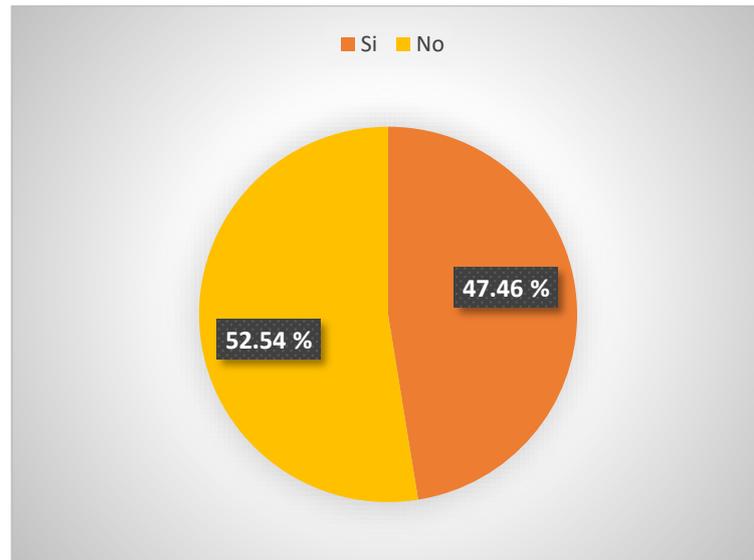


Ilustración 4-8: Clasificación previa de los residuos sólidos

Realizado por: Chamorro, T., 2024.

Del total de personas encuestadas, el 47.46 % manifestó que clasifica sus residuos y el 52.54 % señaló que no hace este proceso, debido al desconocimiento sobre cómo clasificarlos, así como al desinterés y la falta de tiempo de los individuos. Además, no existen contenedores para que los pobladores depositen los residuos de manera diferenciada.

5. ¿Qué hace con la basura si no se realiza la recolección por varios días?

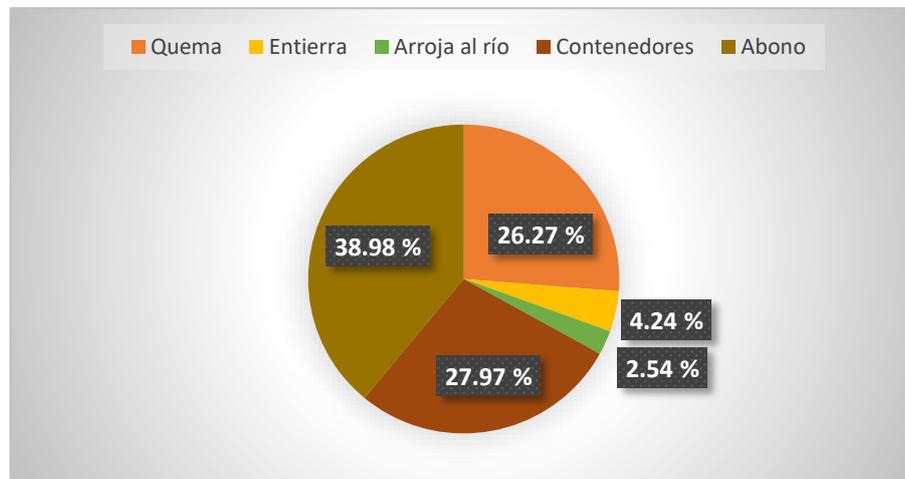


Ilustración 4-9: Acciones realizadas cuando no disponen de recolección

Realizado por: Chamorro, T., 2024.

El 38.98 % de los encuestados indicó que emplea los residuos orgánicos como abono cuando la recolección no se ejecuta por varios días o no está disponible, asimismo, el 27.9 % señaló que almacena los residuos en contenedores fuera de su domicilio, el 26.27 % quema los residuos que no puede aprovechar, el 4.24 % entierra los residuos y el 2.54 % los arroja al río, estas acciones se llevan a cabo por los habitantes debido al desconocimiento y la falta de campañas de información sobre la separación adecuada de residuos orgánicos e inorgánicos por parte de la entidad correspondiente.

6. ¿Ha recibido usted alguna capacitación sobre la correcta separación de los residuos?

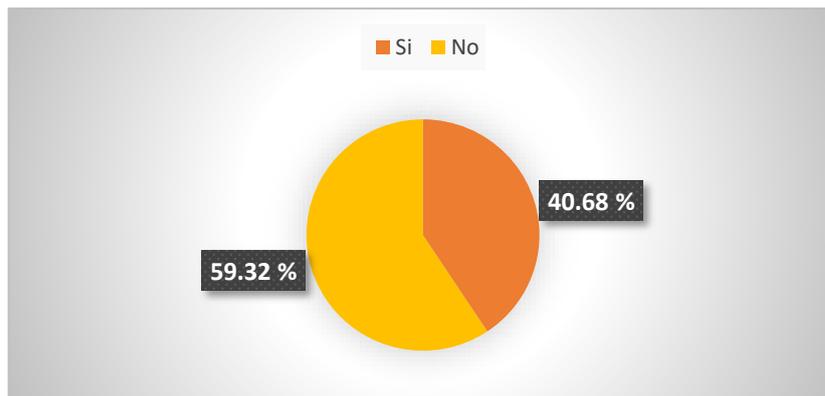


Ilustración 4-10: Capacitación sobre clasificación de residuos sólidos

Realizado por: Chamorro, T., 2024.

El 40.68 % de encuestados expuso que ha recibido capacitación acerca del tema y el 59.32 % manifestó que no la ha recibido, lo que se debe a los pocos programas de capacitación realizados por el municipio, la ineficiente difusión y convocatoria, y a la falta de interés y motivación de los habitantes.

7. ¿Qué residuos genera en mayor cantidad en su domicilio?

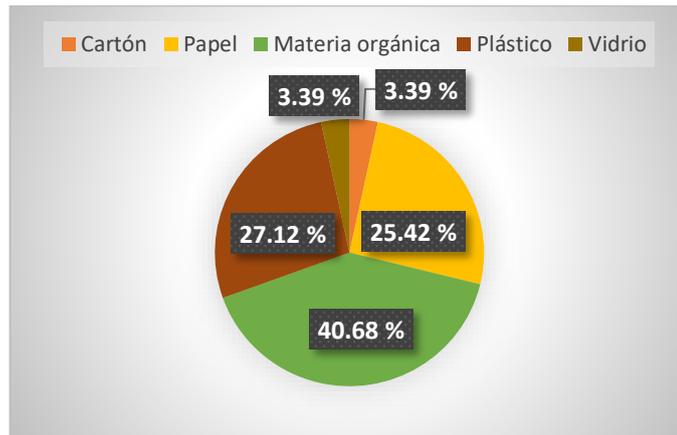


Ilustración 4-11: Tipos de residuos generados en domicilios

Realizado por: Chamorro, T., 2024.

Del total de las personas encuestadas, se pudo observar que la materia orgánica es el residuo que se genera en mayor proporción en los hogares, con un 40.68%; seguida del plástico, con un 27.12%; y en menor medida se generan papel con un 25.42 %, vidrio y cartón con un 3.39 %. En ese sentido, y dado que la materia orgánica constituye una parte significativa del total, invertir en programas de compostaje, recolección selectiva de residuos orgánicos y otras iniciativas relacionadas podría tener un impacto significativo en la reducción del volumen de los residuos enviados a vertederos y en la promoción de prácticas más sostenibles.

8. ¿Cómo considera usted que es el servicio de recolección de residuos sólidos?

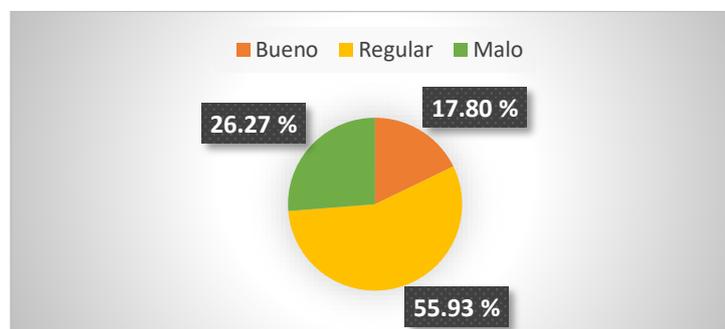


Ilustración 4-12: Calificación del servicio de recolección

Realizado por: Chamorro, T., 2024.

El 55.93 % de los encuestados indicó que el servicio de recolección es regular, un 26.27 % que es malo y el 17.80 % que es bueno. Las calificaciones de regular y malo evidencian una ineficiencia en la prestación de este servicio, pues el proceso de recolección en algunas zonas no

se lleva a cabo con la frecuencia necesaria y no cumplen con el horario establecido, lo que ocasiona molestias en los pobladores.

9. Según su opinión, ¿cuál es el problema que más identifica en el servicio de recolección de residuos?

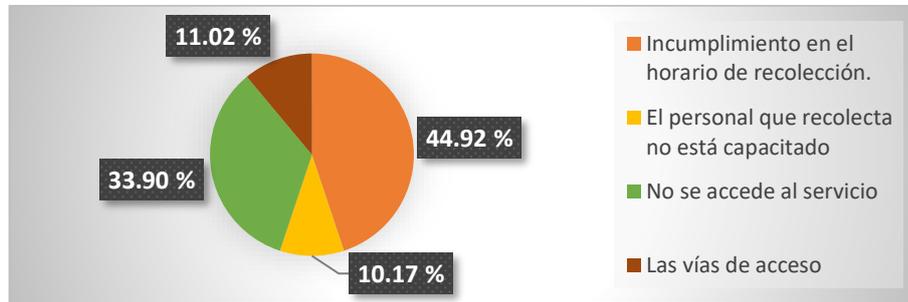


Ilustración 4-13: Problemas en el servicio de recolección

Realizado por: Chamorro, T., 2024.

Del total de las personas encuestadas, el 44.92 % indicó que no se cumple con el horario establecido para la recolección, lo cual se atribuye a la falta de regularidad en la programación y ejecución del servicio, el 10.17 % afirmó que el personal no está capacitado, esto da lugar a errores en la ejecución del servicio, como el desconocimiento de las rutas de recolección actuales por la falta de capacitación al personal, el 33.90 % indicó que no se accede al servicio, y el 11.02 % señaló que las vías de acceso son el mayor problema, debido a que se encuentran en mal estado, dificultando una correcta circulación.

10. ¿Considera usted que el recorrido actual del camión recolector es eficiente?

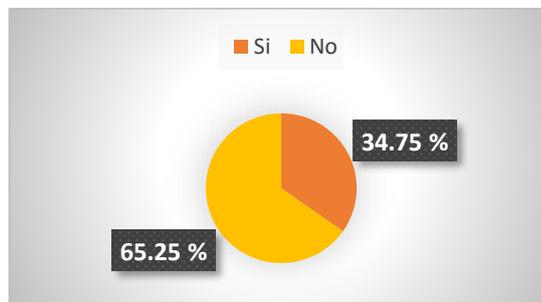


Ilustración 4-14: Eficiencia del camión recolector

Realizado por: Chamorro, T., 2024.

Del total de las personas encuestadas, el 34.75 % indicó que el recorrido actual del camión recolector es eficiente, mientras que el 65.25 % expresó que no lo considera eficiente. Estos resultados se ven afectados por la ineficiencia en la ruta, la cual surge debido a la falta de análisis

de datos, los cambios en la densidad de residuos, la ausencia de ajustes periódicos en la ruta, las deficiencias en el mantenimiento vial y el incumplimiento de los horarios de recolección.

11. ¿Cree usted que es necesario modificar la ruta actual por donde transita el camión recolector?

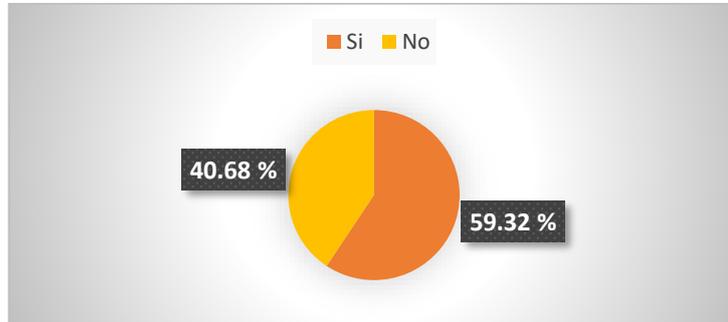


Ilustración 4-15: Modificación del sistema de la ruta actual

Realizado por: Chamorro, T., 2024.

Del total de las personas encuestadas, 59.32 % indicó que es necesario modificar la ruta actual por donde transita el camión recolector, mientras que el 40.68 % manifestó que eso no es necesario. Esta divergencia se debe a diversos factores: la ineficiencia en la recolección, la accesibilidad limitada, los cambios en la demografía de la población, el crecimiento urbano o la distribución de viviendas, y las demoras en el servicio.

4.5 Caracterización de residuos sólidos

4.5.1 PPC

Una vez descartado el primer día de muestreo, como indica la teoría, se obtienen los siguientes resultados de generación diaria de residuos sólidos considerados para cada uno de los días de muestreo (ver ANEXO H).

Tabla 4-4: Cantidad de residuos sólidos generados diariamente en la parroquia General Proaño

Día	Fecha	Número de muestras	Peso total de los residuos sólidos (kg)	Promedio (kg)
1 (Sábado)	15/04/2023	-	365,48	-
2 (Domingo)	16/04/2023	115	190,86	170,52
3 (Lunes)	17/04/2023	115	161,18	
4 (Martes)	18/04/2023	115	162,58	

4 (Miércoles)	19/04/2023	115	161,95
6 (Jueves)	20/04/2023	115	162,41
7 (Viernes)	21/04/2023	115	161,13
8 (Sábado)	22/04/2023	115	193,54

Realizado por: Chamorro, T., 2024.

La Tabla 4-4 muestra la cantidad de residuos sólidos generados diariamente en la parroquia General Proaño durante la semana del 16 al 22 de abril de 2023, con el propósito de calcular el peso total y el promedio de los residuos sólidos. Además, se tiene que este estudio fue realizado al tomar 115 muestras de un total inicial de 118, en tanto que se excluyeron 3 porque no cumplían con los lineamientos establecidos por CEPIS (2005), institución que señala que, para que una muestra sea considerada válida, es necesario que esta realice la entrega de residuos sólidos por lo menos durante cuatro días. Igualmente, para un mejor análisis de los datos, se elaboró el gráfico 4-12, que muestra la tendencia del peso total de los residuos diarios. De esta manera, el comportamiento de la producción de residuos sólidos a lo largo de la semana se puede visualizar con mayor claridad.

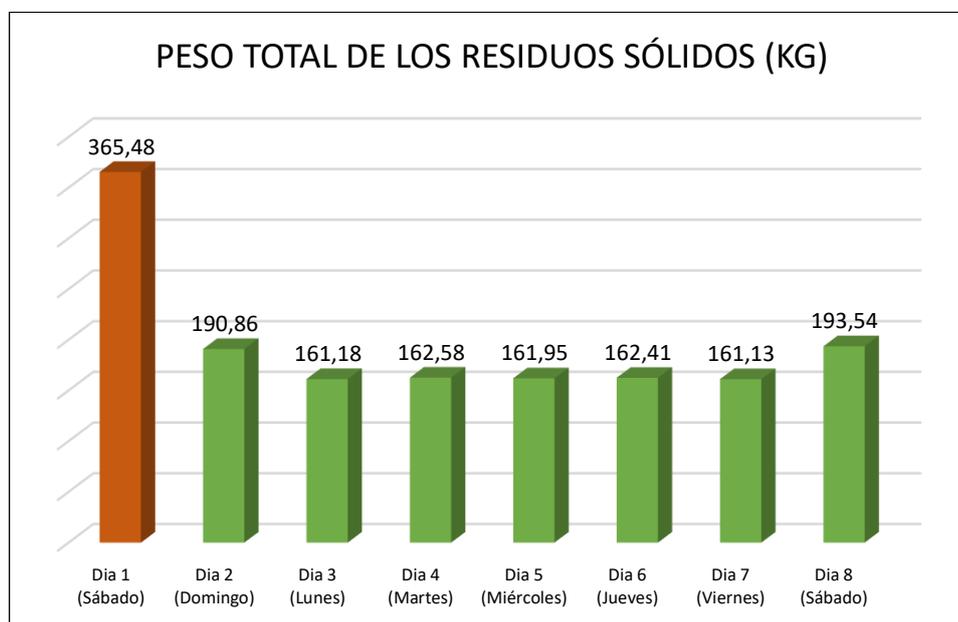


Ilustración 4-16: Generación diaria de residuos

Realizado por: Chamorro, T., 2024.

Al analizar el gráfico 4-12, se observan picos significativos en la generación de residuos sólidos durante el fin de semana, especialmente el domingo (día 2), con 190.86 kg, y el sábado (día 8), con 193.54 kg, en comparación con los demás días de la semana. El aumento de la generación de residuos del día 2 se debe al hecho de que durante los fines de semana se encuentran más personas en los hogares, en tanto que la gente no trabaja y suele quedarse en casa, o tiende a celebrar

reuniones familiares, y eso implica una mayor producción de residuos. Por otro lado, el incremento que se registra en el día 8 se atribuye principalmente a que ciertos hogares no realizan la recogida de basuras durante 2 o 3 días, lo que permite la acumulación de estos residuos. En la Tabla 4-5, se presentan los resultados obtenidos sobre la generación o producción de residuos por habitante en la parroquia General Proaño.

Tabla 4-5: Producción per cápita en la parroquia General Proaño

Estratos	Número de habitantes	Total, kg/semana	PPC (kg/hab*día)	Representatividad	PPC domiciliaria
ESTRATO A	48	135,42	0,42	14%	0,058
ESTRATO B	36	93,38	0,42	14%	0,059
ESTRATO C	36	81,43	0,42	14%	0,060
ESTRATO D	41	108,54	0,43	14%	0,062
ESTRATO E	25	55,68	0,43	14%	0,062
ESTRATO F	37	95,39	0,42	14%	0,060
ESTRATO G	241	623,81	0,44	15%	0,065
TOTAL	464	1193,65	2,98	100%	0,43

Realizado por: Chamorro, T., 2024.

Por otra parte, en la investigación realizada por Lucero y Pacheco (2023) se indicó que el promedio ponderado de PPC en el área urbana para la ciudad de Macas en el año 2022 fue de 0.71 kg/hab/día (p. 37). De la misma forma, para la producción de RSD en pequeñas ciudades y áreas rurales, Alegre (2004) consideró que cada habitante puede producir entre 0.1 y 0.4 kg/hab/día, o incluso alcanzar los 0.8 kg/hab/día. Así, el promedio de PPC para el presente estudio fue de 0.43 kg/hab/día, por lo que se ubicó dentro del rango mencionado.

Finalmente, en la Tabla 4-6 se presentan los valores de la proyección per cápita y la cantidad de residuos en ton por día y por año, los cuales se generaron en un periodo de 20 años (de 2022 a 2042), al considerar que la PPC aumenta un 1 % anualmente, según lo mencionó Jaramillo (2002).

Tabla 4-6: Proyección de generación de residuos sólidos en 20 años

Año	Población	PPC (kg/hab/día)	Cantidad de RSD (ton/día)	Cantidad de RSD (ton/año)
2022	4929	0.43	2.12	773.61
2023	5201	0.44	2.29	835.20

2024	5487	0.45	2.47	901.24
2025	5789	0.46	2.66	972.02
2026	6108	0.47	2.87	1047.86
2027	6445	0.48	3.09	1129.10
2028	6800	0.49	3.33	1216.12
2029	7174	0.50	3.59	1309.30
2030	7569	0.51	3.86	1409.05
2031	7986	0.52	4.15	1515.83
2032	8426	0.53	4.47	1630.08
2033	8891	0.54	4.80	1752.33
2034	9380	0.55	5.16	1883.10
2035	9897	0.56	5.54	2022.96
2036	10 442	0.57	5.95	2172.51
2037	11 017	0.58	6.39	2332.40
2038	11 624	0.59	6.86	2503.32
2039	12 265	0.60	7.36	2685.98
2040	12 940	0.61	7.89	2881.18
2041	13 653	0.62	8.47	3089.73
2042	14 405	0.63	9.08	3312.51

Realizado por: Chamorro, T., 2024.

Con lo anterior, se puede evidenciar que, para el año 2042, la parroquia General Proaño podría registrar una población de 14.405 habitantes, con una GPC de 0.63 kg/hab/día, lo que generaría 9.08 ton/día y 3312.51 ton/año de RSD.

4.5.2 Composición física

La composición se determinó al aplicar el método de cuarteo, lo que permitió alcanzar una muestra fácilmente manipulable. La Tabla 4-7 proporciona una descripción detallada de los pesos y porcentajes correspondientes a los diferentes componentes de los residuos sólidos domiciliarios generados en la parroquia General Proaño en relación con los días de muestreo.

Tabla 4-7: Pesos y porcentajes de los diferentes componentes de los residuos sólidos domiciliarios en la parroquia General Proaño

Tipo de residuo	Día 1		Día 2		Día 3		Día 4		Día 5		Día 6		Día 7		TOTAL	TOTAL
	Kg	%	kg	%												
Materia orgánica	20,92	53,41%	20,96	51,60%	20,84	52,01%	20,85	51,83%	19,95	50,29%	20,39	50,95%	20,14	50,27%	123,09	51,48%
Papel	1,47	3,75%	1,99	4,90%	2,03	5,07%	2,15	5,34%	1,69	4,26%	1,49	3,72%	1,96	4,89%	10,79	4,56%
Cartón	2,08	5,31%	1,88	4,63%	2,20	5,49%	2,11	5,24%	2,33	5,87%	2,43	6,07%	2,23	5,57%	13,38	5,46%
Plástico rígido	2,02	5,16%	2,54	6,25%	2,23	5,57%	2,34	5,82%	2,25	5,67%	2,54	6,35%	2,31	5,77%	13,69	5,80%
Plástico no rígido	1,89	4,83%	1,69	4,16%	1,72	4,29%	1,51	3,75%	1,68	4,23%	1,59	3,97%	1,76	4,39%	10,15	4,23%
PET	2,41	6,15%	2,67	6,57%	2,29	5,71%	2,38	5,92%	2,77	6,98%	2,87	7,17%	2,91	7,26%	15,63	6,54%
Material ferroso	1,27	3,24%	1,20	2,95%	1,65	4,12%	1,69	4,20%	1,52	3,83%	1,45	3,62%	1,15	2,87%	8,73	3,55%
Vidrio	1,60	4,08%	1,26	3,10%	1,08	2,70%	1,75	4,35%	1,49	3,76%	1,36	3,40%	1,76	4,39%	9,04	3,68%
Papel higiénico	4,76	12,15%	4,96	12,21%	4,98	12,43%	4,24	10,54%	4,29	10,81%	4,35	10,87%	4,51	11,26%	27,13	11,47%
Otros	0,75	1,91%	1,47	3,62%	1,05	2,62%	1,21	3,01%	1,70	4,29%	1,55	3,87%	1,33	3,32%	7,59	3,23%
TOTAL	39,17	100,00%	40,62	100,00%	40,07	100,00%	40,23	100,00%	39,67	100,00%	40,02	100,00%	40,06	100,00%	279,84	100,00%

Realizado por: Chamorro, T., 2024.

Con el propósito de facilitar la interpretación los resultados obtenidos en la Tabla 4-7, se generó el gráfico 4-13, que revela que un 51.48 % de los residuos está compuesto por materia orgánica. A continuación, el papel higiénico representa un 11,47%, el PET un 6.54 %, el plástico rígido un 5.60 %, el cartón un 5.46 %, el papel un 4.56 %, el plástico no rígido un 4.23 %, el vidrio un 3.68 %, el material ferroso un 3.55 %, y otros materiales un 3.23 %. El desconocimiento de la población sobre la reutilización o eliminación adecuada de estos residuos, junto con la ausencia de iniciativas de reciclaje por parte del municipio del cantón de Morona, contribuyen también a obtener estos resultados.

Por tanto, durante el periodo de estudio de la caracterización de residuos sólidos que se llevó a cabo en la parroquia General Proaño se registró una mayor generación de materia orgánica.

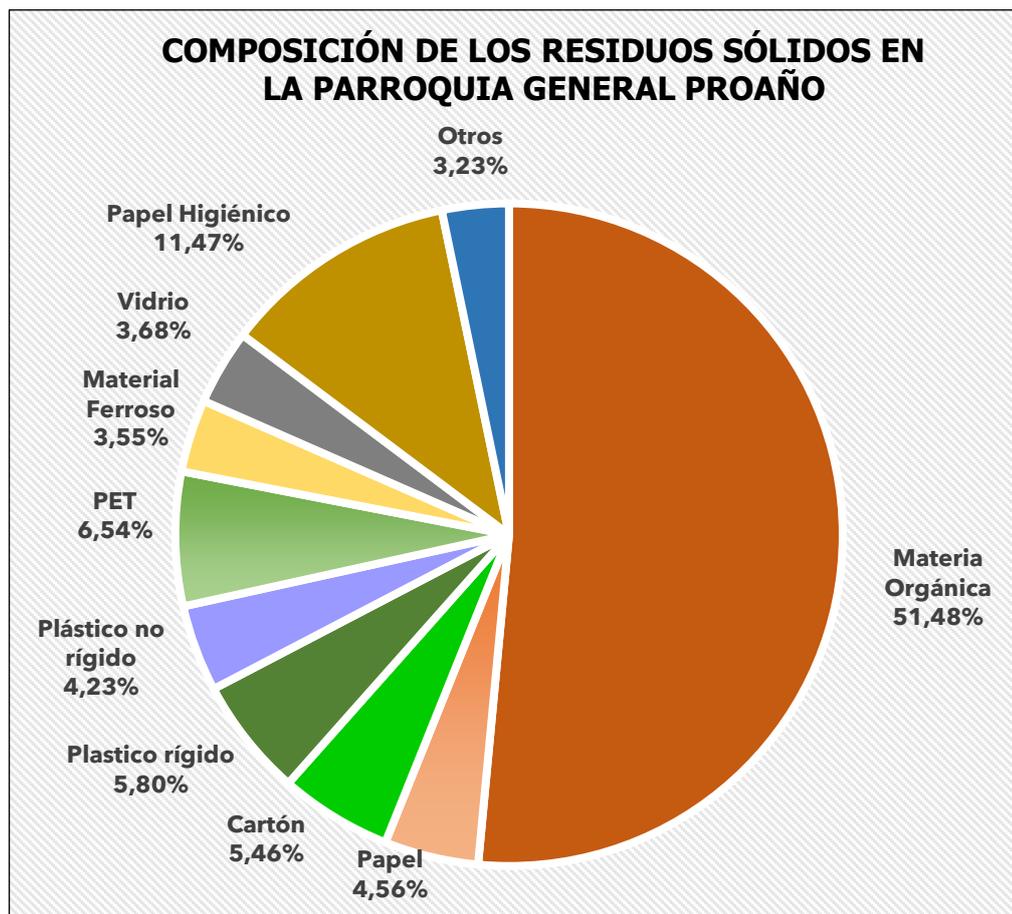


Ilustración 4-17: Porcentaje de composición de los residuos sólidos

Realizado por: Chamorro, T., 2024.

4.6 Propuesta para el diseño del sistema de recolección de residuos sólidos

Con base en el análisis de los datos obtenidos en la Tabla 4-2 Rutas y frecuencias de recolección en la zona rural, se halló que se consumen una distancia de 101.72 km, un tiempo de recolección de 541 minutos y un consumo de combustible de 19.33 gal en cuatro rutas semanalmente. Mientras tanto, en la Tabla 4-3 que describe las rutas y frecuencias de recolección en la zona urbana, se obtuvo dos rutas, programadas para dos recorridos semanales cada una, cubriendo en total una distancia de 64.68 km, un tiempo de recogida de 316 minutos y un consumo semanal de combustible de 12.29 galones. En ese sentido, las modificaciones de las rutas responden a la demanda actual de la parroquia, teniendo en cuenta que las que existen actualmente fueron diseñadas en el año 2016, pero a partir de dicho año el aumento de la población ha generado la apertura de nuevas calles, por lo que es necesario ajustar y ampliar las rutas de recogida, en virtud de satisfacer las demandas sociales.

4.7 Trazado de nuevas rutas rurales en la parroquia General Proaño

Para el trazado de la nueva ruta rural en la parroquia General Proaño, se consideraron la metodología detallada en el tercer capítulo y el uso del *software* ArcGIS y las herramientas *Network Dataset* y *Network Analyst*. Con esto, se redujeron las cuatro rutas a dos, y los resultados se presentan en las ilustraciones 4-5 y 4-6. Ambas rutas presentan una optimización en tiempo y distancia del recorrido por parte del vehículo recolector.

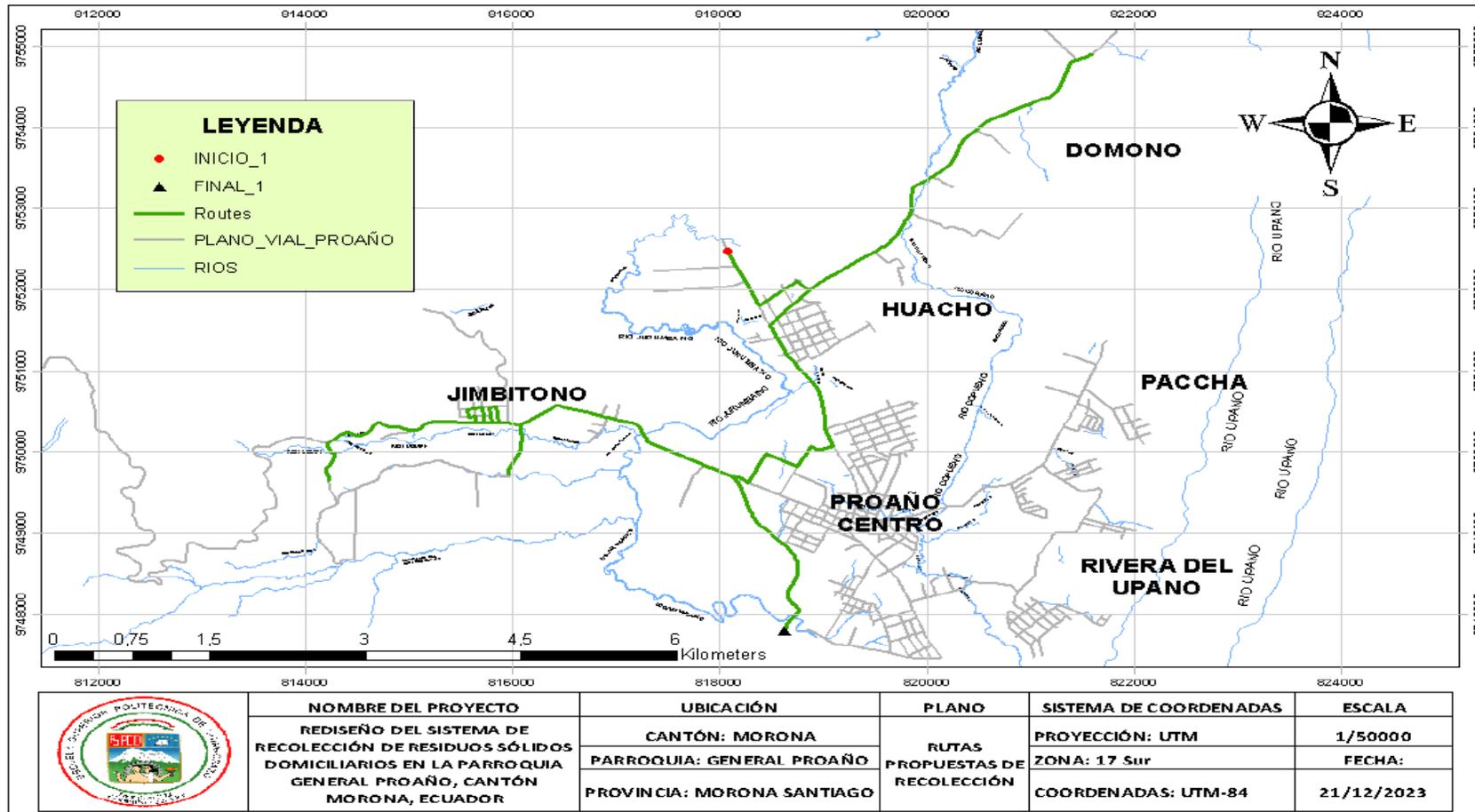


Ilustración 4-18: Primera ruta de recolección de residuos sólidos

Realizado por: Chamorro, T., 2024.

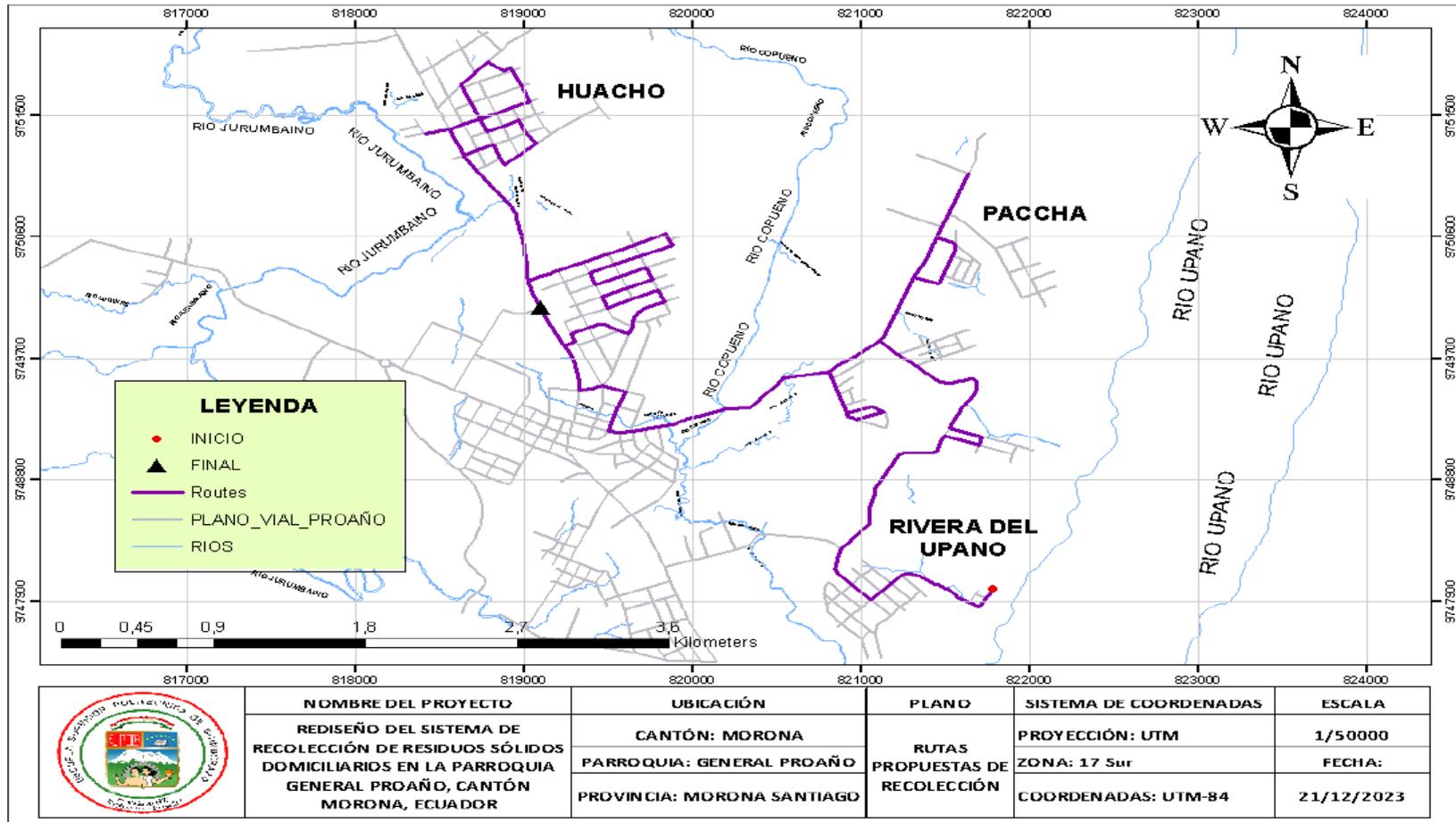


Ilustración 4-19: Segunda ruta de recolección de residuos sólidos

Realizado por: Chamorro, T., 2024.

La primera ruta debe recolectar los residuos en las comunidades de Domono, parte de Huacho, Jimbitono y el Paso Lateral; así, la descripción detallada de la ruta generada se presenta en el Anexo L. La segunda ruta debe pasar por los barrios Lenin Moreno, San Valentín, Huertos Familiares y Huertos del Edén, así como por las comunidades de Huacho y Paccha; y la descripción detallada de esta ruta se encuentra en el Anexo M.

Por otra parte, el análisis de las nuevas rutas tuvo en cuenta parámetros importantes, como la distancia recorrida, el tiempo de recolección y el consumo de combustible necesarios para cada ruta, y estos resultados se muestran en la Tabla 4-8 a continuación.

Tabla 4-8. Valores obtenidos de las rutas trazadas y propuestas para la zona rural de la parroquia General Proaño

Ruta	Distancia	Tiempo	Galones consumidos por ruta	Galones consumidos a la semana
1	27.67	143	5.26	10.52
2	20.45	116	3.89	7.78
Total	48.12	256	9.15	18.30

Realizado por: Chamorro, T., 2024.

Según los datos de la Tabla 4-8, la primera ruta cubre una distancia de 27.67 km en un tiempo de 143 minutos y con un consumo de combustible de 5.26 gal/día. En cuanto a la segunda ruta, esta recorre una distancia de 20.45 km en 116 minutos, con un consumo de 3.89 gal/día.

4.8 Trazado de nueva ruta urbana en la parroquia General Proaño

Para el desarrollo del trazado de la nueva ruta urbana en la parroquia General Proaño, se aplicó la misma metodología usada en la zona rural. Los resultados se presentan en la Ilustración 4-7, donde se evidencia una optimización en tiempo y distancia de recolección de residuos sólidos. De ese modo, al emplear una única ruta de recolección, se reduce el consumo de combustible. Finalmente, se realizó el análisis de la nueva ruta, y los resultados se muestran en la Tabla 4-9.

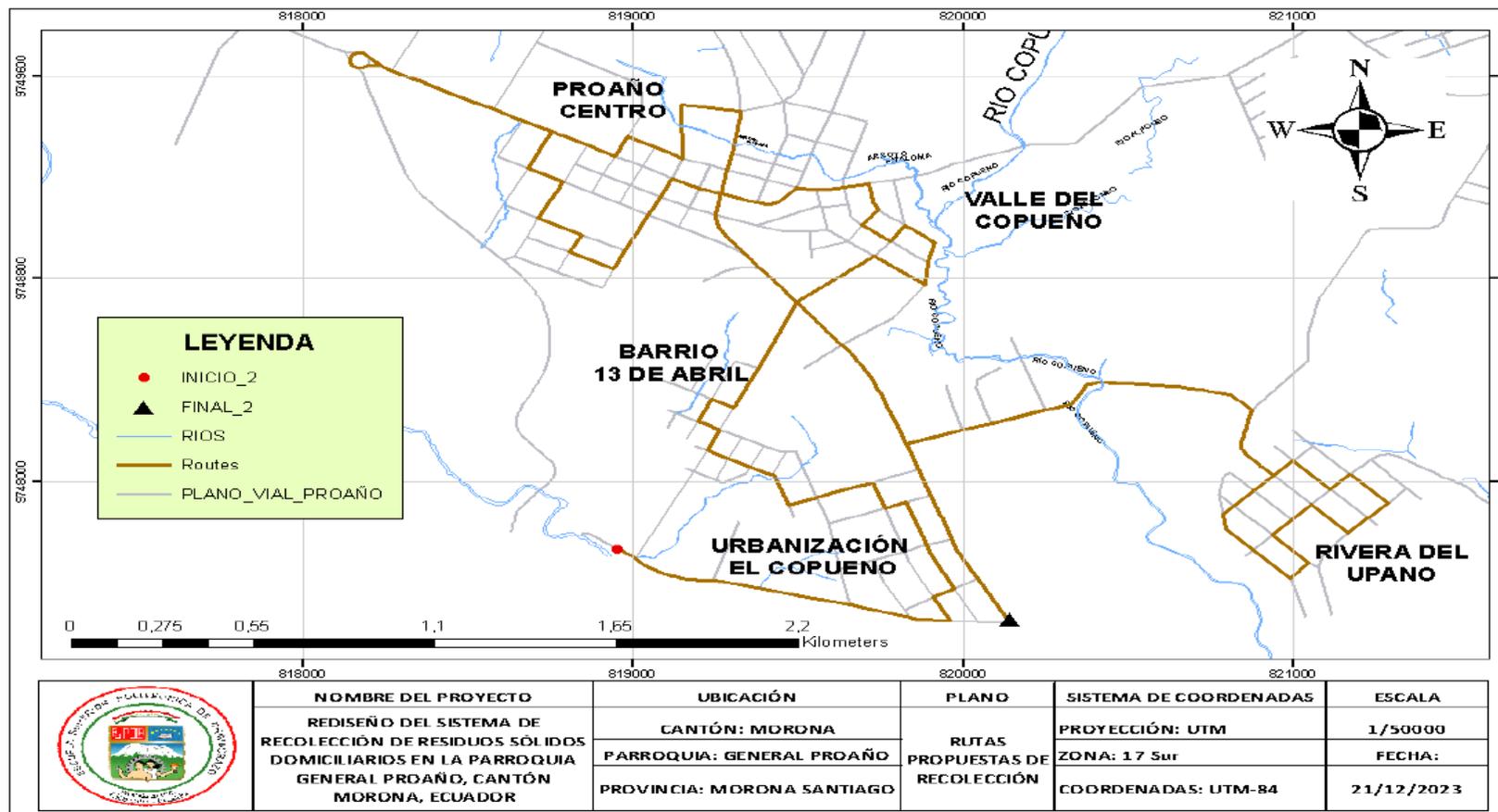


Ilustración 4-20: Ruta nueva de recolección de residuos sólidos

Realizado por: Chamorro, T., 2024

Tabla 4-9: Valores obtenidos de la ruta trazada y propuesta para la zona urbana de la parroquia General Proaño

Ruta	Distancia	Tiempo	Galones consumidos por ruta	Galones consumidos a la semana
1	15.42	85	2.93	8.79

Realizado por: Chamorro, T., 2024.

De acuerdo con los datos de la Tabla 4-9, este nuevo recorrido se considera óptimo para la recolección de residuos sólidos en el área urbana, pues se recorren 15.42 km de distancia en aproximadamente 85 minutos y con un consumo de combustible de 2.93 gal/día. En ese orden de ideas, se usan 8.79 gal/semana. En el Anexo N se presenta un breve resumen donde se detallan el inicio y el final de la ruta de recolección.

4.9 Frecuencia de recolección

Según el estudio de caracterización de residuos sólidos y la gestión que lleva el cantón Morona en la parroquia General Proaño con respecto a la capacidad de carga del camión recolector, los tiempos y las distancias de las diferentes rutas, se plantearon las siguientes frecuencias de recolección que se describen en la Tabla 4-10, a continuación.

Tabla 4-10: Frecuencias de recolección de residuos sólidos propuestas para la parroquia General Proaño

Zona	Ruta	Días de la semana para recolección RSD	Distancia recorrida (km)	Tiempo empleado (min)
Rural	1	Lunes y miércoles	55.34	286
	2	Viernes	20.45	116
Urbana	1	Lunes, miércoles y viernes	46.26	255

Realizado por: Chamorro, T., 2024.

Para lograr un servicio eficaz de recolección de residuos sólidos en la parroquia General Proaño, es preciso modificar los días en los que el camión recolector realiza su recorrido, de acuerdo con las sugerencias de Minga y Zhiminaycela (2019), quienes señalaron un mínimo de dos días para la recolección de residuos. Con base en esta sugerencia, en la zona urbana se señaló una frecuencia de tres días: lunes, miércoles y viernes; mientras tanto, en la zona rural, la frecuencia se distribuyó

de la siguiente manera: lunes y miércoles, primera ruta y el viernes, segunda ruta. Adicionalmente, considerando la generación de residuos orgánicos en la parroquia General Proaño, se sugirió tratarlos y valorizarlos en actividades agrícolas, o fomentar programas como huertos domésticos. Esta sugerencia tiene como objetivo reducir la cantidad de residuos orgánicos, a fin de disminuir los costos de transporte y la cantidad de residuos que ingresan en el relleno sanitario.

4.10 Comparación de las rutas actuales y las rutas propuestas

El presente trabajo evaluó las variables en relación con la distancia (km/día), el tiempo (min/día) y el consumo de combustible (gal/día), como lo sugirieron Alvarado y Cabrera (2020). A partir de los valores obtenidos en el campo y de aquellos generados mediante el *software* ArcGIS, se hallaron los resultados que se aprecian en la Tabla 4-11 a continuación.

Tabla 4-11: Comparación de rutas actuales y propuestas para la parroquia General Proaño

Parámetros	Ruta actual	Ruta propuesta
Rutas	6	3
Distancia promedio recorrida (km/día)	20.80	19.74
Distancia recorrida (km/semana)	166.40	118.44
Tiempo de recolección (min/semana)	857	657
Consumo de combustible (gal/semana)	31.62	23.19

Realizado por: Chamorro, T., 2024.

Se puede observar que, en las rutas propuestas la distancia recorrida semanalmente es menor, pues se calcularon 47.96 km/semana menos que con las rutas actuales, y las rutas de recolección disminuyeron de 6 a 3. Además, el combustible diésel presentó una reducción de consumo semanal al conseguir un ahorro de 8.43 gal/semana. De igual forma, se optimizó el tiempo de recolección, el cual se redujo a 657 minutos, lo que incidió favorablemente en la disminución de 200 minutos con respecto a las rutas actuales.

Por otra parte, se realizó la comparación de costos entre las rutas actuales y las rutas propuestas, con base en el gasto de combustible de los vehículos encargados de la recolección diaria de residuos sólidos en la parroquia General Proaño, detallada en la Tabla 4-14.

Tabla 4-12: Comparación de costos del consumo de combustible

	Consumo de combustible (gal/semanal)	Valor total (\$/semanal)	Valor total (\$/año)	
Ruta actual	31.62	55.34	2885.17	
Ruta propuesta	23.19	40.58	2115.97	Ahorro económico
Diferencia	8.43	14.75	769.20	26.66 %

Realizado por: Chamorro, T., 2024.

Adicionalmente, la Tabla 4-12 mostró una disminución de los costos anuales de 769.20 \$ durante el año, lo que correspondió a 52.14 semanas en las que el GADM del cantón Morona realizó la recolección de residuos sólidos. Esta reducción se debió a que, con las rutas actuales realizadas en la parroquia General Proaño, los gastos ascendieron a 2885.17 \$, mientras que con las rutas propuestas los costos del consumo de combustible se redujeron a 2115.97 \$, con lo que se alcanzó un ahorro económico del 26.66 % con respecto a la ruta actual.

4.11 Análisis comparativo entre el sistema de recolección actual y la propuesta

La tabla 4-13 presenta un resumen que ayudó a identificar con mayor precisión los problemas existentes, que surgen como respuesta a la ineficacia del servicio de recolección que se presta actualmente.

Tabla 4-13: Tabla comparativa entre el sistema de recolección actual y la propuesta

COMPONENTES	ACTUAL	PROPUESTA
GENERACIÓN	Desconocimiento de la cantidad de GPC.	Llevar un registro y control de la cantidad de residuos generados.
		Aplicar el método del doctor Kunitoshi (en el estudio se obtuvo un valor de 0,43 kg/hab/día)
ALMACENAMIENTO	Fundas plásticas negras y en sacos, mezclando residuos orgánicos e inorgánicos.	Fundas verdes (residuos orgánicos) Fundas negras (residuos inorgánicos)

MÉTODOS DE RECOLECCIÓN		Método de la acera en zona rural y el de contenedores en zona urbana.	Método combinado (puerta a puerta y contenedores) en la zona rural. Zona urbana, residuos orgánicos (lunes) y los inorgánicos (martes).
RUTAS DE RECOLECCIÓN		Zona rural: Ver ilustración 4-2	Ver ilustración 4-5 y 4-6
		Zona urbana: Ver ilustración 4-3 y 4-4	Ver ilustración 4-7
FRECUENCIA DE RECOLECCIÓN		Zona rural: Ruta 1: lunes, Ruta 2: martes, Ruta 3: miércoles, Ruta 4: jueves.	Zona rural: Ruta 1: lunes y miércoles, Ruta 2: viernes.
		Zona urbana: Ruta 1: lunes y jueves, Ruta 2: martes y viernes.	Zona urbana: Ruta 1: lunes, miércoles y viernes.
CUADRILLA DE RECOLECCIÓN		Zona rural: 2 ayudantes y zona urbana: 3 ayudantes	Adicionar una persona más para la zona rural debido a la cantidad de residuos generados.
CAMIONES RECOLECTORES		2 vehículos	Adicionar un camión recolector para la zona rural por mal estado e insuficiente capacidad.
EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL		Carencia de equipos necesarios.	Proveer equipos necesarios para proteger la salud del personal.
RECICLAJE	<i>Centros de acopio</i>	No existe para residuos inorgánicos.	Construir planta de reciclaje en la parroquia.
		No existe para residuos orgánicos	Programa de compostaje comunitario para recolección de residuos orgánicos en puntos específicos.
	<i>Capacitaciones</i>	No existe campañas de capacitación	Campañas educativas para adaptación a sistema de separación de residuos sólidos, reciclables y no reciclables.

Realizado por: Chamorro, T., 2024.

Estas medidas tienen como objetivo mejorar la eficiencia y la sostenibilidad del sistema de recolección de residuos, reducir la contaminación ambiental y promover prácticas más responsables entre los habitantes.

CAPÍTULO V

5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- Se rediseñó el sistema de recolección de residuos sólidos en la parroquia General Proaño, el cual permitió identificar y proponer mejoras significativas. Estas mejoras incluyen la optimización de las rutas de recolección, propuestas de programas de reciclaje y compostaje, y la ampliación de la cobertura del servicio. Estas iniciativas no solo facilitarán una gestión más eficiente de los residuos, sino que también promoverán un entorno ambiental más limpio y sostenible para la comunidad.
- Se generó una línea base del sistema actual de recolección de residuos sólidos domiciliarios en la parroquia General Proaño, y a partir de ella se evidenció la ausencia de un estudio técnico para establecer las rutas de recolección, que hasta el momento se llevan de manera empírica. Además, se identificó que solo el 47.40% de la población tiene acceso al servicio de recolección de basura, mientras que el resto utiliza métodos inadecuados para la disposición de residuos, como el vertido en terrenos baldíos o la quema. Actualmente, existen seis rutas de recolección y estas presentan recorridos recurrentes. Este diagnóstico permitió identificar las áreas con mayor necesidad de intervención y sentó las bases para el desarrollo de estrategias de mejora.
- Se caracterizó los residuos sólidos domiciliarios generados en la parroquia General Proaño de acuerdo con su composición física, es decir, en orgánicos e inorgánicos. La producción per cápita (PPC) obtuvo un valor de 0.43 kg/hab/día. Asimismo, en lo que respecta a la composición física, se identificó que los residuos orgánicos representan el 51.48 % del total y el porcentaje restante está constituido por residuos inorgánicos correspondientes a los siguientes elementos: el papel higiénico en un 11.47 %, el PET en un 6.54 %, el plástico rígido en un 5.60 %, el cartón en un 5.46 %, el papel en un 4.56 %, el plástico no rígido en un 4.23 %, el vidrio en un 3.68 %, el material ferroso en un 3.55 %, y otros materiales en un 3.23 %.
- La utilización de sistemas de información geográfica (SIG) permitió optimizar las rutas de recolección de residuos sólidos domiciliarios, logrando una mayor eficiencia en términos de

tiempo y distancia recorrida por los camiones recolectores. El tiempo de recolección disminuyó de 857 minutos a 657 minutos. Asimismo, la distancia semanal recorrida se reducirá de 166.40 km a 118.44 km, y el consumo de combustible disminuirá de 31.62 gal/semana a 23.19 galones/semana, lo que equivale a una reducción de 8.43 gal/semana, lo que permitirá al municipio un ahorro económico anual del 26.66%. Estos resultados contribuirán a mejorar la eficiencia y efectividad del servicio de recolección de residuos sólidos en la parroquia.

5.2 Recomendaciones

- Para mejorar la accesibilidad al servicio en comunidades sin acceso, se sugiere que, a través de sus representantes, establezcan puntos específicos de recolección de residuos (contenedores) y coordinen su traslado al punto más cercano al recorrido del vehículo recolector de modo que minimice aún más el tiempo empleado.
- Mantener una actualización periódica del sistema de recolección, ya sea semestral o anual, para incorporar las nuevas vías y pasos a desnivel que se construyan en la parroquia, dado que los cambios son inevitables y pueden resultar en un aumento de residuos sólidos en ciertas áreas, esta actualización permitirá expandir las rutas de recolección de manera oportuna.
- Es importante que el GAD de Morona realice la recolección de los residuos sólidos de manera diferenciada; de tal forma que los residuos orgánicos e inorgánicos sean retirados en diferentes días. Asimismo, la implementación de proyectos de reciclaje y elaboración de abonos orgánicos pueden traducirse en una fuente de ingresos para los habitantes de la cabecera parroquial.
- Crear un centro de gestión integral de residuos sólidos para asegurar un adecuado tratamiento, aprovechamiento y disposición final de los residuos sólidos urbanos generados en el cantón Loja, generando mecanismos para el aprovechamiento y recuperación de residuos sólidos, minimizando la cantidad de desechos sólidos que se confinan en la plataforma de disposición final del relleno sanitario.
- Realizar la recolección de los residuos en la zona urbana durante la noche para evitar la congestión y el intenso tráfico que se produce durante el día en las calles y avenidas de la ciudad, de modo que la recolección sea más eficaz y rápida.

BIBLIOGRAFÍA

1. **ABARCA-GUERRERO, L., MAAS, G. y HOGLAND, W.** "Desafíos en la gestión de residuos sólidos para las ciudades de países en desarrollo". *Revista Tecnología en Marcha* [en línea], 2015, (España), vol. 28 (2), págs. 141-168 [consulta: 13 febrero 2024]. ISSN 0379-3982. Disponible en: <https://doi.org/10.18845/tm.v28i2.2340>.
2. **ALEGRE, M.** Guía para el manejo de residuos sólidos en ciudades pequeñas y zonas rurales. En: *Ingeniero Ambiental* [en línea], 2004. (México) vol.3 (9), págs. 34-56 [consulta: febrero de 2024]. Disponible en: <http://www.ingenieroambiental.com/newinformes/pequena.pdf>
3. **ALVARADO, L. y CABRERA, J.** Optimización de rutas para la recolección de residuos sólidos municipales utilizando herramienta SIG en el distrito Caleta de Carquín [en línea]. (Trabajo de titulación) (Pregrado) . Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión. Lima-Perú. 2020. págs 20-24. [consulta: 2024-03-15]. Disponible en: <https://repositorio.unjfsc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14067/4206/ALVARADO%20%20CABRERA.pdf?sequence=4&isAllowed=y>
4. **ÁLVAREZ, A.** Optimización del sistema de rutas para la recolección de residuos sólidos urbanos en el Cantón San Lorenzo, provincia de Esmeraldas [en línea]. (Trabajo de titulación) (Pregrado). Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Quito-Ecuador. 2021. págs 65-77: [consulta: 2024-03-21]. Disponible en: <http://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/6212>
5. **ANDRÉ, F. y CEDÁ, E.** "Gestión de residuos sólidos urbanos: análisis económico y políticas públicas". *Cuadernos Económicos de ICE* [en línea], 2015, (México), vol 3 (71), págs. 71-91. [consulta: 23 febrero de 2024]. Disponible en: <https://www.revistasice.com/index.php/CICE/article/view/5880/5880>
6. **APEZTEGUIA, A.** Aplicación de SIG para Geomarketing. Caso de estudio: Almacén de Vinos en la ciudad de Comodoro Rivadavia. [en línea]. (Trabajo de titulación) (Pregrado). Universidad San Francisco de Quito. Quito-Ecuador. 2014. págs. 234: [consulta: 2024-05-21]. Disponible en: <http://repositorio.usfq.edu.ec/handle/23000/3280>
7. **ARAIZA, Juan y ZAMBRANO, Miguel.** "Mejora del servicio de recolección de residuos sólidos urbanos empleando herramientas SIG: un caso de estudio". *Ingeniería* [en línea], 2015, (México), vol. 19 (2)., págs. 118-128. [consulta: 11 febrero 2024]. ISSN 1665-529X. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/467/46750925005.pdf>
8. **ASAMBLEA NACIONAL CONSTITUYENTE DEL ECUADOR.** *Ley Orgánica de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial. En: Obras públicas.* Disponible en: <https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/03/Decreto->

Ejecutivo-No.-1196-de-11-06-2012-REGLAMENTO-A-LA-LEY-DE-TRANSPORTE-TERRESTRE-TRANSITO-Y-SEGURIDAD-VIA.pdf [consulta: febrer de 2024]

9. **ASAMBLEA NACIONAL CONSTITUYENTE DE ECUADOR.** *Constitución de la República del Ecuador* [blog]. Quito: Asamblea Nacional Constituyente de Ecuador, 2021. [consulta: 12 febrero 2024]. Disponible en: https://www.defensa.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2021/02/Constitucion-de-la-Republica-del-Ecuador_act_ene-2021.pdf.
10. **BANCO MUNDIAL.** *Los desechos a nivel mundial crecerán un 70 % para 2050, a menos que se adopten medidas urgentes.* [blog], España: Banco Mundial. 2018. [consulta: 3 abril 2024]. Disponible en: <https://www.bancomundial.org/es/news/press-release/2018/09/20/global-waste-to-grow-by-70-percent-by-2050-unless-urgent-action-is-taken-world-bank-report> [consulta: febrero de 2024].
11. **BAZANT, Jan.** "Interdependencia de la expansión urbana y el medioambiente circundante. Causas de su degradación. (Spanish)". *Cuadernos de Vivienda y Urbanismo* [en línea], 2011, (Colombia), vol. 4 (8), págs. 198-223. [consulta: 12 febrero de 2024]. ISSN 2027-2103. Disponible en: <https://revistas.javeriana.edu.co/index.php/cvyu/article/view/5407/4409>
12. **BETANZO, E., TORRES, M., ROMERO, J. y OBREGÓN, S.** "Evaluación de rutas de recolección de residuos sólidos urbanos con apoyo de dispositivos de rastreo satelital: análisis e implicaciones". *Revista Internacional de Contaminación Ambiental* [en línea], 2016, (Costa Rica), vol. 32 (3), págs. 323-337. [consulta: 23 febrero de 2024]. ISSN 0188-4999. Disponible en: 10.20937/RICA.2016.32.03.07.
13. **BONMATÍ, A. y GABARRELL, X.** "Conceptos generales sobre residuos. En: RODRÍGUEZ, Ramona y PASTOR, Pilar, eds". *Evaluación y prevención de riesgos Ambientales en Centroamérica* [en línea]. 2008, (Madrid), vol. 8 (1), págs. 207-213. [Consulta: 01 febrero de 2024]. Disponible en: http://www.creaf.uab.es/propies/pilar/LibroRiesgos/08_capítulo7.pdf
14. **CAMPOS, I.** *Saneamiento ambiental.* EUNED, 2015. ISBN 9968-31-069-7.
15. **CEPIS.** "Procedimientos estadísticos para los estudios de caracterización de residuos sólidos". *Revista AIDIS de Ingeniería y Ciencias Ambientales: Investigación Desarrollo y Práctica* [en línea], 2005, (México), vol. 1 (1), págs. 1-14. [consulta: 18 febrero de 2024]. Disponible en: <https://revistas.unam.mx/index.php/aidis/article/download/13553/12897>
16. **CASTRO, L. y GONZÁLEZ, D.** Optimización de rutas para recolección de los residuos sólidos domiciliarios utilizando herramienta sig en la localidad de Huarín, 2022 [en línea]. (Trabajo de titulación) (Pregrado). Universidad San Ignacio de Loyola. Lima-Perú. 2022. págs. 25-47. [consulta: 2024-06-23]. Disponible en:

<https://repositorio.usil.edu.pe/server/api/core/bitstreams/4b71e27d-0feb-4308-96f1-0d1486a8da88/content>

17. **CHAMORRO, P.** Gestión integral para el manejo de residuos sólidos urbanos en la parroquia Fátima [en línea]. (Trabajo de titulación) (Pregrado). Universidad Estatal Amazónica. Puyo-Ecuador. 2016. págs. 177. [consulta: 2024-02-17]. Disponible en: <https://repositorio.uea.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/123456789/167/T.AMB.B.UEA.%203094?sequence=1&isAllowed=y>
18. **CONSEJO METROPOLITANO DE QUITO.** *Acuerdo Municipal 332. En Empresa Pública Metropolitana de Gestión Integral de Residuos Sólidos* [blog]. Quito: EMGIRS, 2019. [Consulta: 14 marzo 2024]. Disponible en: https://emgirs.gob.ec/phocadownload/juridico/MN_ORDM_332.compressed.pdf
19. **CONSEJO NACIONAL DE COMPETENCIAS DE ECUADOR [CNC].** *Informe sobre mapeo de actores generadores de información a nivel territorial e identificación de fuentes de información de la competencia de desechos sólidos* [blog]. Quito: Consejo Nacional de Competencias, 2019 [consulta: 21 febrero 2024]. Disponible en: <http://www.competencias.gob.ec/wp-content/uploads/2019/07/Manejodesechos-solidos.pdf%0A>
20. **CONSEJO NACIONAL DEL AMBIENTAL (CONAM).** *Guía Técnica para la formulación e implementación de planes de minimización y reaprovechamiento de residuos sólidos en el nivel municipal Perú* [blog]. Perú: CONAM, 2006 [consulta: 23 mayo 2024]. Disponible en: [https://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4_uibd.nsf/CB26106479B874E205257D6D00626723/\\$FILE/Gu%C3%ADaT%C3%A9cnicaFormulaci%C3%B3nImplementaci%C3%B3nDePlanes.pdf](https://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4_uibd.nsf/CB26106479B874E205257D6D00626723/$FILE/Gu%C3%ADaT%C3%A9cnicaFormulaci%C3%B3nImplementaci%C3%B3nDePlanes.pdf)
21. **DÍAZ, L. y PILATAXI, E.** Evaluación de la calidad del servicio de contenerización de residuos sólidos urbanos en la ciudad de Riobamba [en línea]. (Trabajo de titulación) (Pregrado). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba-Ecuador. 2018. págs. 256. [consulta: 2024-04-05]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/8928/1/236T0328.pdf>.
22. **ESRI.** *¿Qué es ArcGIS?* [blog]. Colombia: Eris, 2021. [consulta: 18 febrero 2024]. Disponible en: <https://www.esri.co/es-co/productos/arcgis/inicio>
23. **FAREZ, B. y HUANCA, D.** Rediseño de las rutas de recolección de los residuos sólidos del cantón Huaquillas. [En línea]. (Trabajo de titulación) (Pregrado). Universidad Politécnica Salesiana, Cuenca-Ecuador. 2021. págs. 24-31. [Consultado 2024-02-15]. Disponible en: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/21215/1/UPS-CT009324.pdf>

24. **FLORES, J.** *Proyecto LIC2-120 FPA: Implementación del sistema de manejo integral de residuos sólidos urbanos en el distrito de Las Lomas* [blog]. México: Municipalidad Distrital de las Lomas, 2012. [consulta: 23 febrero 2024]. Disponible en: <https://www.eumed.net/libros-gratis/2010f/880/880.pdf>
25. **FLORES, M., GUGARDADO, A. y ROMERO, C.** Diseño de una metodología para la logística de recolección de desechos sólidos en los distritos 4 y 5 del municipio de San Salvador [en línea]. (Trabajo de titulación) (Pregrado). Universidad de El Salvador, El Salvador. 2008, págs 35-44. [consulta: 2024-01-22]. Disponible en: <https://ri.ues.edu.sv/id/eprint/4224/1/Dise%C3%B1o%20de%20una%20metodolog%C3%ADa%20para%20la%20log%C3%ADstica%20de%20recolecci%C3%B3n%20de%20desechos%20s%C3%B3lidos%20en%20los%20distritos%204%20y%205%20del%20municipio%20de%20San%20Salvador.pdf>
26. **GADM MORONA.** *Ordenanza Municipal que Regula la Gestion Integral de los Residuos Sólidos Domesticos y Especiales en el Canton Morona.* [blog], Morona Santiago: GADM Morona, 2012. [consulta: 12 febrero de 2024]. Disponible en: http://www.morona.gob.ec/sites/default/files/ORDENANZAS/O_RESIDUOS_SOLIDOS.pdf
27. **GARCÍA-GARCÍA, J., REDING-BERNAL, A. y LÓPEZ-ALVARENGA, J.** Cálculo del tamaño de la muestra en investigación en educación médica. *Investigación en Educación Médica* [en línea], 2013, (México), vol. 2 (8), págs. 217-224. [consulta: 20 febrero 2024]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/3497/349733226007.pdf>
28. **GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO PARROQUIAL RURAL DE GENERAL PROAÑO.** *Actualización del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial PARROQUIA GENERAL PROAÑO 2015-2019.* [blog], Quito: SIN, 2019. [consulta: 02 febrero 2024]. Disponible en: https://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdiagnostico/1460015130001_DIAGNOSTICO_GP_30-10-2015_23-18-50.pdf
29. **GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO PARROQUIAL RURAL DE GENERAL PROAÑO.** *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial Parroquia General Proaño 2019-2023.* [blog], Quito: GAD General proaño, 2022. [consulta: 06 febrero 2024]. Disponible en: <http://gadgeneralproano.gob.ec/index.php/pdot-vigente-con-alineacion-al-pnd/>
30. **GONZÁLEZ, M. y FERRARO, R.** Los residuos sólidos urbanos en Mar del Plata, Argentina ¿problemática ambiental o insumos para la industria? *Letras Verdes. Revista Latinoamericana de Estudios Socioambientales* [en línea], 2015, (Colombia), vol. 17 (2),

- págs. 57-85. [consulta: 12 febrero 2024]. ISSN 1390-6631. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.17141/letrasverdes.17.2015.1446>.
31. **HENAO, B. y ARANA, J.** *Diseño de un modelo de ruteo de vehículos para la recolección de residuos sólidos en el municipio de Zarzal Valle del Cauca* [en línea]. (Trabajo de titulación) (Maestría). Universidad del Valle, Bogotá-Colombia. 2015, págs: 45-77. [consulta: 20 febrero 2024]. Disponible en: <https://bibliotecadigital.univalle.edu.co/server/api/core/bitstreams/246c0224-17e3-4d11-af1b-1d006570a20d/content>
 32. **HOYAS, A.** *El mercado de la gestión de residuos sólidos urbanos en Ecuador*. [blog], Madrid: Isex, 2022. [consulta: 04 febrero 2024]. Disponible en: <https://www.icex.es/content/dam/es/icex/oficinas/096/documentos/2022/07/documentos-anexos/DOC2022910503.pdf>
 33. **INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y CENSOS [INEC]**. *Fascículo Provincial Poblacional de Morona Santiago*. [blog], Quito: Ecuador en cifras, 2010. [consulta: 12 febrero 2024]. Disponible en: http://www.ecuadorencifras.gob.ec/wp-content/descargas/Manu-lateral/Resultados-provinciales/morona_santiago.pdf%0Ahttps://www.ecuadorencifras.gob.ec/wp-content/descargas/Manu-lateral/Resultados-provinciales/morona_santiago.pdf
 34. **INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y CENSOS [INEC]**. *Según la última estadística de información ambiental: cada ecuatoriano produce 0.58 kilogramos de residuos sólidos al día*. [blog], Quito: Ecuador en cifras, 2018. [consulta: 12 febrero 2024]. Disponible en: <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/segun-la-ultima-estadistica-de-informacion-ambiental-cada-ecuatoriano-produce-058-kilogramos-de-residuos-solidos-al-dia/>
 35. **INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y CENSOS [INEC]**. *Módulo de Desechos Sanitarios Peligrosos en Establecimientos de Salud 2017*. [blog], Quito: Boletín Técnico N° 01-2017-GAD Municipales, 2020. [consulta: 12 febrero 2024]. Disponible en: https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac-2018/Boletin_tecnico.pdf
 36. **INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y CENSOS [INEC]**. *Documento Técnico. Estadística Ambiental Económica en Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales. Gestión de Residuos Sólidos 2019*. [blog], Quito: Ecuador en cifras, 2021. [consulta: 15 marzo 2024]. Disponible en: http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Encuestas_Ambientales/Gestion_Integral_de_Residuos_Solidos/2016/Documento

tecnico Residuos solidos 2016 F.pdf

37. **INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y CENSOS [INEC]**. *Población*. [blog], Quito: Ecuador en cifra, 2023. [consulta: 17 marzo de 2024]. Disponible en: <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/wp-content/plugins/download-monitor/download.php?id=310&force=0>
38. **JARAMILLO, G. y ZAPATA, L.** Aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos en Colombia [en línea]. (Trabajo de titulación) (Pregrado). Universidad de Antioquia, Medellín-Colombia. 2008. págs. 233. [consulta: 2024-05-05]. Disponible en: <https://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/45/1/AprovechamientoRSOUenColombia.pdf>
39. **JARAMILLO, J.** *Guía para el diseño, construcción y operación de rellenos sanitarios manuales. Una solución para la disposición final de residuos sólidos municipales en pequeñas poblaciones* [blog]. Lima: Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente, 2002 [consulta: 15 febrero 2024]. Disponible en: <https://redrssi.minam.gob.pe/material/20090128200240.pdf>.
40. **JEREZ, W., BORJA, E. y D'ARMAS, M.** "Percepción de la calidad del servicio de recolección de desechos sólidos: evaluación de un Gobierno Autónomo Descentralizado del Ecuador". *Actualidad y Nuevas Tendencias* [en línea], 2018, (España), vol. 6 (21), págs. 7-26. [consulta: 04 abril 2024]. ISSN 0300-3604. Disponible en: <https://www.redalyc.org/journal/2150/215058535002/html/>
41. **KAZA, S., YAO, L., BHADA-TATA, P. y VAN, F.** *What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050* [blog]. Washington, DC: World Bank, 2018 [consulta: 12 febrero 2024]. ISBN 9781464813290. Disponible en: <http://hdl.handle.net/10986/30317>.
42. **KISS, G. y ENCARNACIÓN, G.** "Los productos y los impactos de la descomposición de residuos sólidos urbanos en los sitios de disposición final". *Gaceta Ecológica* [en línea], 2006. (México), vol. 79 (2), págs. 39-51. [consulta: 17 febrero 2024]. ISSN 1405-2849. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=53907903>
43. **LEÓN, J. y PLAZA, P.** Análisis de la gestión de residuos sólidos en el cantón Balzar - Provincia del Guayas [en línea]. (Trabajo de titulación) (Pregrado). Universidad Católica Santiago de Guayaquil. Guayaquil-Ecuador, 2017, págs. 177. [consulta: 2024-04-12]. Disponible en: <http://192.188.52.94:8080/bitstream/3317/7969/1/T-UCSG-PRE-ECO-ADM-374.pdf>
44. **LINARES, L.** Planta para el tratamiento de los residuos sólidos urbanos (RSU) que se generan en la sede central de la Universidad Central Marta Abreu de las Villas [en línea]. (Trabajo de titulación) (Pregrado). Universidad Central Marta Abreu De las Villas. Cuba.

- 2017, págs 104. [consulta: 2024-03-15]. Disponible en: <https://dspace.uclv.edu.cu/items/7fd7d38a-5059-4ae9-af74-a8fd538ce838>
45. **LINDAO, D. y QUISNANCELA, E.** Aprovechamiento y potencial energético de los desechos sólidos urbanos generados en el cantón Guayaquil, en base a su identificación y caracterización [en línea]. (Trabajo de titulación) (Pregrado). Escuela Superior Politécnica del Litoral. Guayaquil-Ecuador, 2014, págs: 45-77. [consulta: 2024-04-17]. Disponible en: <https://www.dspace.espol.edu.ec/retrieve/91565/D-70035.pdf>.
46. **LOBO-GARCÍA, A., SZANTÓ, M. y LLAMAS, S.** "Cierre, sellado y reinserción de antiguos vertederos. experiencias en iberoamérica". *Revista Internacional de Contaminación Ambiental* [en línea], 2016, (España), vol. 32 (4), págs. 123-139. [consulta: 17 febrero 2024]. ISSN 0188-4999. Disponible en: <https://doi.org/10.20937/RICA.2016.32.05.09>
47. **LUCERO, M. y PACHECO, S.** Caracterización de Residuos Sólidos Urbanos de la Ciudad de Macas [en línea]. (Trabajo de titulación) (Pregrado). Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba-Ecuador. 2023, págs. 233. [consulta: 2024-01-12]. Disponible en: <http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/10943/1/Lucero%2C%20Manuel%20y%20Pacheco%2C%20Santiago%20%282023%29%20CARACTERIZACION%20DE%20RESIDUOS%20S%C3%93LIDOS%20URBANOS%20DE%20LA%20CIUDAD%20DE%20MACAS.pdf>
48. **MÁRQUEZ, J.** Macro y micro ruteo de residuos sólidos residenciales [en línea]. (Trabajo de titulación) (Pregrado) Universidad de Sucre, Bogotá-Colombia. 2008. págs. 98. [consulta: 2024-03-18]. Disponible en: <https://repositorio.unisucre.edu.co/bitstream/handle/001/299/628.442M357.pdf?sequence=2&isAllowed=y>
49. **MEJÍA, M. y PATARÓN, A.** Propuesta de un plan integral para el manejo de los residuos sólidos del cantón Tisaleo [en línea]. (Trabajo de titulación) (Maestría). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba-Ecuador. 2015. págs. 112. [consulta: 2024-03-19]. Disponible en: <http://dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/3748/1/236T0117UDCTFC.pdf>
50. **MENDOZA, A.** Diagnóstico de la gestión de residuos sólidos en el municipio Villa Tapia, provincia Hermanas Mirabal [en línea]. (Trabajo de titulación) (Maestría). Instituto Tecnológico de Santo Domingo, Santo Domingo-República Dominicana. 2017. págs. 155. [consulta: 2024-03-11]. Disponible en: <https://www.sismap.gob.do/Municipal/uploads/evidencias/636723697168965127-11-septiembre-2018-Diagnostico--residuos-slidos-Ayuntamiento-Villa-Tapia.pdf>.
51. **MENDOZA, G.** Actualización del Tutorial de Prácticas ArcGis de su Versión 8.3 a la

- Versión 9.2, Incorporando Herramientas Adicionales: NetworkAnalyst, Geodatabase [en línea]. (Tesis de grado) (Pregrado). Universidad del Azuay, Cuenca-Ecuador. 2008, págs. 234. [consulta: febrero de 2024]. Disponible en: <http://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/6819/1/07260.pdf>
52. **MINGA, M. y ZHIMINAYCELA, Y.** Optimización de las rutas de recolección de los residuos sólidos urbanos del centro cantonal Sigsig [en línea]. (Trabajo de titulación) (Pregrado). Universidad Politécnica Salesiana, Cuenca-Ecuador. 2019. págs. 134. [consulta: febrero de 2024]. Disponible en: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/14460/1/UPS-CT007124.pdf>
53. **MINISTERIO DEL AMBIENTE [MINAM].** *Guía para la Caracterización de residuos sólidos Municipales (EC-RSM)* [blog]. Lima: Ministerio del Ambiente, 2019 [consulta: 03 febrero 2024]. Disponible en: https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/523785/Guía_para_la_caracterización_rsm-29012020__1_.pdf?v=1581976231
54. **MINISTERIO DEL AMBIENTE [MINAM].** "Guía metodológica para el desarrollo del Estudio de Caracterización de Residuos Sólidos Municipales (EC-RSM)". *Journal of Chemical Information and Modeling*, 2020, (United State of America), vol. 53 (9), págs. 1689-1699. [consulta: 23 marzo 2024]. ISSN 1098-6596.
55. **MINISTERIO DEL AMBIENTE, AGUA Y TRANSICIÓN ECOLÓGICA [MAATE].** *Programa Nacional para la Gestión Integral de Desechos Sólidos – PNGIDS ECUADOR.* [blog]. Quito: Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica, 2012. [consulta: 04 abril 2024]. Disponible en: <https://www.ambiente.gob.ec/programa-pngids-ecuador/>
56. **MINISTERIO DEL AMBIENTE, AGUA Y TRANSICIÓN ECOLÓGICA [MAATE].** *Norma Técnica Ecuatoriana [NTC] INEN 2841. Estandarización de colores para recipientes de depósito y almacenamiento temporal de residuos sólidos.* [blog], Quito: Instituto Ecuatoriano de Normalización 2014. [consulta: 07 abril 2024]. Disponible en: http://suia.ambiente.gob.ec/documents/10179/249439/INEN+2841_Norma+de+colores.pdf/a7ef5d4c-b120-4b6e-8b3e-6c895fa3cfb5;jsessionid=5fmsxHVNkhphFtYPvOIytAKO?version=1.0%0Ahttp://www.normalizacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/03/2841.pdf
57. **MINISTERIO DEL AMBIENTE, AGUA Y TRANSICIÓN ECOLÓGICA [MAATE].** *Acuerdo N.º 061 del 4 de mayo de 2015. Reformar el Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente.* [blog], Quito: 2015. [consulta: 07 abril 2024] Disponible en: https://www.gob.ec/sites/default/files/regulations/2018-09/Documento_acuerdo-ministerial-061.pdf

58. **MINISTERIO DEL AMBIENTE, AGUA Y TRANSICIÓN ECOLÓGICA [MAATE].** *Acuerdo Ministerial N.º 323 del 20 de marzo de 2019. Reglamento Gestión Desechos Generados en Establecimientos de Salud.* [blog], Quito: Agencia Nacional de Regulación, Control y Vigilancia Sanitaria, 2019. [consulta: 17 febrero 2024]. Disponible en: https://www.controlsanitario.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2019/04/Acuerdo-Ministerial-323_Reglamento-para-la-gestión-integral-de-los-residuos-y-desechos-generados-en-los-establecimientos-de-salud.pdf
59. **MINISTERIO DEL AMBIENTE, AGUA Y TRANSICIÓN ECOLÓGICA [MAATE].** *Manual de aprovechamiento de residuos orgánicos municipales* [blog]. Quito: Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica, 2020 [consulta: 13 febrero 2024]. Disponible en: <https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2020/07/MANUAL-DE-APROVECHAMIENTO-DE-RESIDUOS-ORGANICOS-MUNICIPAL.pdf>
60. **OJEDA, S. y QUINTERO, M.** *Generación de residuos sólidos domiciliarios por periodo estacional: el caso de una ciudad mexicana.* [blog]. Castellón: I Simposio Iberoamericano de Ingeniería de Residuos, 2008. [consulta: 13 febrero 2024]. Disponible en: <https://docplayer.es/29544104-Generacion-de-residuos-solidos-domiciliarios-por-periodo-estacional-el-caso-de-una-ciudad-mexicana.html>
61. **PANELO, M.** Tratamiento diferencial de los grandes generadores de residuos sólidos urbanos en el municipio de Laboulaye [en línea]. (Trabajo de titulación) (Especialización). Universidad Católica de Córdoba, Córdoba- España. 2022, págs. 256. [consulta: 2024-01-13]. Disponible en: https://pa.bibdigital.ucc.edu.ar/3635/1/TE_Panelo.pdf.
62. **PRESIDENCIA DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR.** *Libro VI Anexo 6. Norma de Calidad Ambiental para el Manejo y Disposición Final de Desechos Sólidos o Peligrosos.* [blog], Ecuador: Faolex, 2015. [consulta: 1 febrero 2024]. Disponible en: <https://faolex.fao.org/docs/pdf/ecu112185.pdf>
63. **PRESIDENCIA DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR.** *Código Orgánico del Ambiente (COA).* [blog], Quito: Registro Oficial Suplemento 983, 2017. [consulta: 04 febrero 2024]. Disponible en: https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/01/CODIGO_ORGANICO_AMBIENTE.pdf
64. **PRESIDENCIA DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR.** *Código Orgánico de Organización Territorial Descentralizado (COOTAD).* [en línea], Quito: Registro Oficial Suplemento 303, 2019. [consulta: 17 abril 2024]. Disponible en: <http://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/05/COOTAD.pdf>
65. **RÍOS, A.** Gestión integral de los residuos sólidos urbanos. [en línea]. (Trabajo de titulación) (Pregrado). Instituto Politécnico Nacional, México DF-México. 2009. págs. 134-154.

- [consulta: 2024-02-02]. Disponible en: <https://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/3066/GESTIONINTEGRAL.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
66. **RODRÍGUEZ, I. y DÁVILA, B.** Contaminación ambiental por disposición final de residuos sólidos y aguas residuales en la localidad de Lucre-Huacarpay Provincia de Quispicanchi - región Cusco - 2018 [en línea]. (Trabajo de titulación) (Pregrado). Universidad Nacional San Agustín de Arequipa, Arequipa-Perú. 2022. págs. 436. [consulta: 2024-01-05]. Disponible en: <https://repositorio.unsa.edu.pe/items/f6919c0b-9ece-4ea0-b60f-f51a1835a5c4>
 67. **RODRÍGUEZ-GUERRA, A. y BACA-CAJAS, K.** Generación de Residuos Sólidos Urbanos (RSU): análisis de una década de gestión en países de Europa y América. *Revista Ecuatoriana de Medicina y Ciencias Biológicas* [en línea], 2022, (España), vol. 43 (1), págs. 50-77. [consulta: 17 febrero 2024]. ISSN 2477-9113. Disponible en: <https://doi.org/10.26807/remcb.v43i1.919>
 68. **ROMERO, M.** *Cátedra Electiva: Cartografía Temática y SIG*. [blog], Argentina: Universidad Nacional de San Juan. 2018. [consulta: 15 febrero 2024]. Disponible en: http://www.unsj.edu.ar/unsjVirtual/cartografiaaplicadaminas/wp-content/uploads/2016/10/Apuntes-de-Cátedra-SIG_2018.pdf
 69. **RONDÓN, E., SZANTÓ, M., PACHECO, J., CONTRERAS, E. y GÁLVEZ, A.** *Guía general para la gestión de residuos sólidos domiciliarios* [blog]. Santiago: Naciones Unidas, 2016 [consulta: 13 febrero 2024]. Disponible en: <https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/a5f80abc-8063-4e19-b871-e954f1db5bf6/content>
 70. **SHAGUI, D.** Optimización de rutas de recolección de los residuos sólidos urbanos del Centro Cantonal Taisha en la provincia de Morona Santiago [en línea]. (Trabajo de titulación) (Grado). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Macas-Ecuador. 2022, págs. 155-176. [consulta: 2024-03-17]. Disponible en: <http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/17638>
 71. **TORRES, M., PAZ, K. y SALAZAR, F.** "Tamaño de la muestra para una investigación de mercado". *Boletín Económico Universidad Rafael Landívar* [en línea], 2018, (Uruguay), vol. 02 (4), págs. 1-13. [consulta: 17 febrero 2024]. Disponible en: http://moodlelandivar.url.edu.gt/url/oa/fi/ProbabilidadEstadistica/URL_02_BAS02_DETERMINACION_TAMAÑO_MUESTRA.pdf
 72. **UBIERGO, A.** *La gestión integral de residuos sólidos urbanos en la ciudad de Santa Fe* [en línea]. Medellín: Ediciones UNL, 2015. [consulta: 18 febrero 2024]. Disponible en:

<https://elibro.net/es/lc/epoch/titulos/78504>

73. **VARGAS, C., MELO, C. y PORTILLA, M.** *Alternativas para el buen manejo de residuos sólidos orgánicos en plazas de mercado* [en línea]. Colombia: Editorial Unimar, 2022 [consulta: 20 febrero 2024]. ISBN 9786287548022. Disponible en: <https://libros.umariana.edu.co/index.php/editorialunimar/catalog/book/158>
74. **VICUÑA, María José.** Propuesta de planificación del servicio de recolección de residuos sólidos mediante la herramienta SIG para el cantón Chambo, provincia de Chimborazo [en línea]. (Trabajo de titulación) (Grado). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba-Ecuador, 2022. págs. 87-106. [consulta: 2024-03-19]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/18637/1/112T0365.pdf>
75. **VILLACÍS, B. y CARRILLO, D.** *País atrevido: la nueva cara sociodemográfica del Ecuador* [blog]. Quito: Instituto Nacional de Estadística y Censos, 2012 [consulta: 01 febrero 2024]. ISSN 0304-8802. Disponible en: http://www.inec.gob.ec/publicaciones_libros/Nuevacarademograficadeecuador.pdf.
76. **ZAFRA, C.** "Metodología de diseño para la recogida de residuos sólidos urbanos mediante factores punta de generación: sistemas de caja fija (SCF)". *Ingeniería e Investigación* [en línea], 2009, (Colombia), vol. 29 (2), págs. 119-126 [consulta: 22 febrero 2024]. ISSN 0120-5609. Disponible en: <https://doi.org/10.15446/ing.investig.v29n2.15172>
77. **ZHICAY, J.** Diseño de un sistema de recolección de residuos sólidos en la cabecera parroquial de Sevilla Don Bosco, cantón Morona, provincia de Morona Santiago. (Trabajo de titulación) (Pregrado). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Macas-Ecuador. 2021. págs. 67-99. [Consultado 2024-02-17]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/14790/1/236T0552.pdf>



ANEXOS

ANEXO A: ENTREVISTA DIRIGIDA AL DIRECTOR DEL ÁREA DE GESTIÓN AMBIENTAL DEL CANTÓN MORONA

REDISEÑO DEL SISTEMA DE RECOLECCIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS EN LA PARROQUIA GENERAL PROAÑO, CANTÓN MORONA, ECUADOR

ENTREVISTA PARA LA RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN SOBRE LAS RUTAS ACTUALES DE RECOLECCIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS

FECHA: 16-11-2023

ENTREVISTADO: Ing. Marco Coello

CARGO: Director Gestión Ambiental
GAD-Morona

ENTREVISTADOR: Cristina Chamorro

1. ¿Quién es el responsable de las rutas de recolección de residuos sólidos de la parroquia?

Ing. Marco Coello

2. ¿Cuántos vehículos recolectores tiene disponibles para llevar a cabo la recolección?

MARCA/MODELO	AÑO/MODELO	TIPO DE CARGA	CAPACIDAD DE CARGA (TON)	COSTO INICIAL	ESTADO
Rural Hino Fc	2017	Carga Posterior	12 y 3	-	90%
Urbano Hyundai	2016	Carga Posterior	21 y 3	-	90%

3. ¿De cuántas personas está formada la cuadrilla para la recolección de los residuos, además del conductor del vehículo?

Rural → 1 conductor y 2 ayudantes

Urbano → 1 conductor y 3 ayudantes

4. ¿Cuál es el salario del personal involucrado directamente en la prestación del servicio de recolección de los residuos sólidos?

NOMBRE Y APELLIDO	CARGO	SALARIO S	TIEMPO DESTINADO (HORAS)
Orlando Miranda	Conductor	—	8 horas diarias
Flavio Garces	Ayudante	—	8 horas diarias
Riso	Conductor	—	8 horas diarias

**REDISEÑO DEL SISTEMA DE RECOLECCIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS
DOMICILIARIOS EN LA PARROQUIA GENERAL PROAÑO, CANTÓN
MORONA, ECUADOR**

5. ¿Cuántas rutas de recolección de residuos sólidos existen en la parroquia?

RUTAS	COMUNIDADES, BARRIOS O CALLES QUE CUBRE
Ruta 1	Proaño Centro
Ruta 2	Domino, Eden, Hacienda
Ruta 3	Lenin Moreno, Puccha, Huacho
Ruta 4	Jerusalen, Proaño Centro
Ruta 5	Jimbilano, Paso Lateral

6. ¿Cuál es la frecuencia de recolección, distancia recorrida, tiempo, número de viajes que realiza el camión recolector y cantidad de residuos recolectados en cada ruta?

RUTA	FRECUENCIA (días)	DISTANCIA RECORRIDA (KM)	TIEMPO UTILIZADO EN CADA RUTA (H)	CANTIDAD DE RS RECOLECTADOS (TON)	NÚMERO DE VIAJES REALIZADOS AL DÍA (N.º)
Ruta 1	Lunes y Jueves	16 Km	1h 30min	-	1
Ruta 2	Lunes y Jueves	30 Km	1h 30min	-	1
Ruta 3,5	Viernes y Miércoles	31 Km	1h 30min	-	1
Ruta 4	Sábados y Vie. 43	41 Km	1h 30min	-	1

7. ¿Los camiones recolectores cumplen a cabalidad con el horario establecido para las rutas de recolección?

No se cumple con el horario establecido

8. ¿Se ha realizado un estudio de caracterización de los residuos sólidos de la parroquia?

No tienen un estudio de caracterización de residuos.

**REDISEÑO DEL SISTEMA DE RECOLECCIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS
DOMICILIARIOS EN LA PARROQUIA GENERAL PROAÑO, CANTÓN
MORONA, ECUADOR**

9. ¿Cuál es la cantidad de residuos sólidos generada por cada habitante de la parroquia (GPC)?

No conocen los GPC de General Proaño

10. ¿El recorrido de la ruta de recolección se determinó a través de un estudio planificado o se estableció de manera empírica?

No, se estableció de manera empírica en el 2018

11. ¿El recorrido actual de recolección de residuos sólidos abarca a toda la población de la parroquia General Proaño?

No, pero sí la mayor parte de la población

12. ¿Para cuántos años está previsto que opere la actual ruta de recolección de residuos sólidos?

No conocen

13. ¿Se han realizado estudios para evaluar la eficacia de la recolección de los residuos sólidos?

No.

14. ¿Cuál es el pago por habitante de la parroquia General Proaño para el servicio de recolección de residuos sólidos?

Proaño Centro el pago es de 2,60
Zona rural no paga.

ANEXO B: MODELO DE ENCUESTA DIRIGIDA LOS HABITANTES DE LA PARROQUIA GENERAL PROAÑO

	
ENCUESTA SOBRE EL SISTEMA DE RECOLECCIÓN ACTUAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN LA PARROQUIA GENERAL PROAÑO	
Número de encuesta: _____	Fecha: _____
Barrio: _____	Número de personas que habitan en el hogar: _____
Encuestador: _____	Encuestado: _____
1. ¿Usted cuenta con el servicio de recolección de residuos sólidos domiciliarios?	7. ¿Qué residuos genera en mayor cantidad en su domicilio?
Si <input type="checkbox"/>	Cartón <input type="checkbox"/>
No <input type="checkbox"/>	Papel <input type="checkbox"/>
2. ¿Conoce usted los horarios de recolección de los residuos sólidos?	Materia orgánica (restos vegetales) <input type="checkbox"/>
Si <input type="checkbox"/>	Plástico <input type="checkbox"/>
No <input type="checkbox"/>	Vidrio <input type="checkbox"/>
3. ¿Cuántas veces a la semana pasa el camión recolector de la basura por su casa?	8. ¿Cómo considera usted que es el servicio de recolección de residuos sólidos?
Una vez <input type="checkbox"/>	Bueno <input type="checkbox"/>
Dos veces <input type="checkbox"/>	Regular <input type="checkbox"/>
Tres veces <input type="checkbox"/>	Malo <input type="checkbox"/>
Nunca <input type="checkbox"/>	9. Según su opinión, ¿cuál es el problema que más identifica en el servicio de recolección de residuos?
4. ¿Realiza usted una clasificación previa de sus residuos sólidos?	Incumplimiento en el horario de recolección. <input type="checkbox"/>
Si <input type="checkbox"/>	El personal que recolecta no está capacitado. <input type="checkbox"/>
No <input type="checkbox"/>	No se accede al servicio <input type="checkbox"/>
5. ¿Qué hace con la basura si no se realiza la recolección por varios días?	Las vías de acceso <input type="checkbox"/>
Quema <input type="checkbox"/>	10. ¿Considera usted que el recorrido actual del camión recolector es eficiente?
Entierra <input type="checkbox"/>	Si <input type="checkbox"/>
Arroja al río <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>
Contenedores <input type="checkbox"/>	11. ¿Es necesario modificar la ruta actual por donde transita el camión recolector?
Abono <input type="checkbox"/>	Si <input type="checkbox"/>
6. ¿Ha recibido usted alguna capacitación sobre la correcta separación de los residuos?	No <input type="checkbox"/>
Si <input type="checkbox"/>	
No <input type="checkbox"/>	

ANEXO C: FICHA DE OBSERVACIÓN: RECORRIDO DE LAS RUTAS DE RECOLECCIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS EN LA PARROQUIA GENERAL PROAÑO

REDISEÑO DEL SISTEMA DE RECOLECCIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS EN LA PARROQUIA GENERAL PROAÑO, CANTÓN MORONA, ECUADOR
FICHA DE OBSERVACIÓN

ÁREA: Rural - Urbana

FECHA: 23-11-2023

1. Sistema de almacenamiento de los residuos sólidos.

Las personas almacenan en su mayoría los residuos en bultos plásticos, sacos y tachos colocados fuera de sus domicilios.

2. Sistema de recolección.

Vehículo recolector	SI <input checked="" type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>
Equipo de protección personal	SI <input type="checkbox"/>	No <input checked="" type="checkbox"/>
Horarios establecidos	SI <input type="checkbox"/>	No <input checked="" type="checkbox"/>

En la zona rural, el personal de recolección solo usa guantes y un gorro para los días que hace mucha sol, además de no utilizar mascarillas.
Se pudo observar que nos se realiza la recolección en una hora determinada.
El vehículo recolector necesita mantenimiento constante debido al estado de las vías en ciertas zonas.

3. Rutas de recolección de residuos sólidos.

Las rutas de recolección se lo realiza de manera subtécnica, como se pudo observar. En una misma vía se recolectaba los residuos hasta dos veces. Las rutas llegan hasta un cierto punto y no abarca a zonas donde existe presencia de casas.

ANEXO D: SOLICITUD DE LA INFORMACIÓN CATASTRAL O PREDIAL DE LA PARROQUIA GENERAL PROAÑO



esPOCH | MORONA SANTIAGO

4968

Macas, 16 de noviembre de 2023

Mgs.
Francisco Andramuño Rodríguez.
ALCALDE DEL MUNICIPIO DEL CANTÓN MORONA

De mi consideración:

Por medio de la presente reciba un cordial saludo deseándole éxitos en las funciones que desempeña en beneficio de nuestro cantón Morona.

YO, CHAMORRO BRITO THALÍA CRISTINA, con C.I: 140079213-9, estudiante de la carrera de Ingeniería Ambiental de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), me dirijo a usted de la manera más comedida para solicitar información sobre las rutas de recolección de residuos sólidos que actualmente se llevan a cabo en la parroquia General Proaño y a su vez, me permita realizar el acompañamiento en el carro recolector con la finalidad de recopilar datos, ya que son indispensables para la realización del trabajo de titulación denominado: **"REDISEÑO DEL SISTEMA DE RECOLECCIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS EN LA PARROQUIA GENERAL PROAÑO, CANTÓN MORONA, ECUADOR"**, el cual será de suma importancia para el GAD Municipal del cantón Morona.

Por la atención prestada anticipo mis sinceros agradecimientos.



Thalia Chamorro Brito
SOLICITANTE

Teléfono: 0982837495

Correo: cristinachamorro364@gmail.com

ANEXO E: OFICIO DE ACEPTACIÓN PARA REALIZAR EL RECORRIDO IN SITU



Gobierno Municipal
del Cantón Morona

MACAS, 07 de Diciembre de 2023

PARA: Ing. Mario Barrera
CONTRATISTA

ASUNTO: SOLICITUD PARA RECOLECCIÓN DE
INFORMACIÓN DE PASANTES

De mi consideración:

Reciba un cordial y atento saludo, a la vez deseándole el mayor de los éxitos en las actividades a usted encomendadas.

En calidad de especialista en gestión de residuos 2 solicito de la manera más respetuosa se de las facilidades a los estudiantes de nombres CHRISTIAN AGUINSACA y THALÍA CHAMORRO para realizar actividades de recolección de información que servirá para proyectos universitarios.

Atentamente,



ANEXO F: SOLICITUD DE LA INFORMACIÓN VIAL DE LA PARROQUIA GENERAL PROAÑO

Jimbitono, 12 de diciembre del 2023

Lic.
Andrés Quezada
PRESIDENTE D LA JUNTA PARROQUIAL DEL GRAL. PROAÑO

De mi consideración:

Yo, CHAMORRO BRITO THALÍA CRISTINA, estudiante de la carrera de Ingeniería Ambiental de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH). Es grato dirigirme a usted para saludarle y deseando éxitos en sus labores diarias que desempeña en beneficio de nuestra parroquia. Me dirijo a usted de la manera más comedida para solicitar información sobre autorice el plano catastral vial de la parroquia General Proaño ya que son datos indispensables para la realización del trabajo de titulación denominado: "REDISEÑO DEL SISTEMA DE RECOLECCIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS EN LA PARROQUIA GENERAL PROAÑO, CANTÓN MORONA, ECUADOR".



Thalia Chamorro Brito
SOLICITANTE

Telefono:0982837495

Correo: cristinachamorro364gmail.com



ANEXO G: TABULACIÓN DE LA ENCUESTA DIRIGIDA LOS HABITANTES DE LA PARROQUIA GENERAL PROAÑO

ENCUESTA A LA POBLACIÓN DE LA PARROQUIA GENERAL PROAÑO		
<i>PREGUNTA 1</i>		
¿Usted cuenta con el servicio de recolección de residuos sólidos domiciliarios?	Número de personas	Porcentaje (%)
Si	69	58,47%
No	49	41,53%
<i>PREGUNTA 2</i>		
¿Conoce usted los horarios de recolección de los residuos sólidos?	Número de personas	Porcentaje (%)
Si	73	61,86%
No	45	38,14%
<i>PREGUNTA 3</i>		
¿Cuántas veces a la semana pasa el camión recolector de la basura por su casa?	Número de personas	Porcentaje (%)
Una vez	19	16,10%
Dos veces	22	18,64%
Tres veces	28	23,73%
Nunca	49	41,53%
<i>PREGUNTA 4</i>		
¿Realiza usted una clasificación previa de sus residuos sólidos?	Número de personas	Porcentaje (%)
Si	56	47,46%
No	62	52,54%
<i>PREGUNTA 5</i>		
¿Qué hace con la basura si no se realiza la recolección por varios días?	Número de personas	Porcentaje (%)
Quema	31	26,27%
Entierra	5	4,24%
Arroja al río	3	2,54%
Contenedores	33	27,97%

Abono	46	38,98%
PREGUNTA 6		
¿Ha recibido usted alguna capacitación sobre la correcta separación de los residuos?	Número de personas	Porcentaje (%)
Si	48	40,68%
No	70	59,32%

PREGUNTA 7		
¿Qué residuos genera en mayor cantidad en su domicilio?	Número de personas	Porcentaje (%)
Cartón	4	3,39%
Papel	30	25,42%
Materia orgánica (restos vegetales)	48	40,68%
Plástico	32	27,12%
Vidrio	4	3,39%

PREGUNTA 8		
¿Cómo considera usted que es el servicio de recolección de residuos sólidos?	Número de personas	Porcentaje (%)
Bueno	21	17,80%
Regular	66	55,93%
Malo	31	26,27%

PREGUNTA 9		
Según su opinión, ¿cuál es el problema que más identifica en el servicio de recolección de residuos?	Número de personas	Porcentaje (%)
Incumplimiento en el horario de recolección.	53	44,92%
El personal que recolecta no está capacitado.	12	10,17%
No se accede al servicio	40	33,90%
Las vías de acceso	13	11,02%

PREGUNTA 10		
¿Considera usted que el recorrido actual del camión recolector es eficiente?	Número de personas	Porcentaje (%)
Si	41	34,75%
No	77	65,25%

PREGUNTA 11		
--------------------	--	--

¿Es necesario modificar la ruta actual por donde transita el camión recolector?	Número de personas	Porcentaje (%)
Si	70	59,32%
No	48	40,68%

ANEXO H: REGISTRO DE PESOS DIARIOS Y GENERACIÓN PER CÁPITA DE LA PARROQUIA GENERAL PROAÑO

Código	Número de habitantes	Generación de Residuos Sólidos Domiciliaria								TOTAL KG/SEMANA	PROMEDIO KG/SEMANA	GPC (KG/HAB*Dia)
		Día 0	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7			
		Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg			
GP-CJ001	5		2,05	2,15	2,45	2,02	2,75	2,01	2,25	15,68	2,24	0,448
GP-CJ002	6		2,41	2,85	2,16	2,71	2,38	2,89	1,98	17,38	2,48	0,414
GP-CJ003	5		2,46	1,75	2,55	2,15	2,75	2,26	1,89	15,81	2,26	0,452
GP-CJ004	3		1,62	0,89	0,95	--	1,45	1,05	1,17	7,13	1,19	0,396
GP-CJ005	5		1,25	1,41	2,15	2,78	2,09	1,78	2,45	13,91	1,99	0,397
GP-CJ006	4		1,05	1,74	1,59	1,89	1,85	1,55	1,76	11,43	1,63	0,408
GP-CJ007	5		1,92	1,77	2,15	2,61	1,84	1,24	2,62	14,15	2,02	0,404
GP-CJ008	5		--	2,83	2,04	2,00	2,04	2,07	2,35	13,33	2,22	0,444
GP-CJ009	4		1,62	1,76	1,05	2,04	--	2,09	1,14	9,70	1,62	0,404
GP-CJ010	3		1,56	0,84	0,86	1,01	1,09	1,98	1,02	8,36	1,19	0,398
GP-CJ011	3		1,16	1,75	0,89	0,74	0,95	1,05	2,00	8,54	1,22	0,407
GP-CD012	8		3,75	2,55	3,57	2,55	3,74	--	3,60	19,76	3,29	0,412
GP-CD013	4		1,78	1,76	1,84	--	1,20	1,76	1,15	9,49	1,58	0,395
GP-CD014	3		0,54	1,89	1,89	1,78	1,02	0,98	0,84	8,94	1,28	0,426
GP-CD015	3		2,04	0,75	1,69	0,45	1,74	0,94	--	7,61	1,27	0,423
GP-CD016	5		2,25	2,08	--	2,32	--	2,58	1,49	10,72	2,14	0,429
GP-CD017	5		1,46	2,78	1,86	2,51	2,05	2,73	2,11	15,50	2,21	0,443
GP-CD018	5		2,14	2,54	--	1,48	1,64	2,15	2,66	12,61	2,10	0,420
GP-CD019	3		0,84	1,54	0,78	1,05	0,80	1,76	1,98	8,75	1,25	0,417
GP-CH020	4		1,15	1,48	1,61	1,35	2,74	1,09	2,32	11,74	1,68	0,419
GP-CH021	3		1,78	1,39	1,05	--	--	1,00	--	5,22	1,31	0,435

GP-CH022	3		1,02	1,87	--	0,88	0,71	--	1,85	6,33	1,27	0,422
GP-CH023	2		0,54	0,88	0,73	--	0,75	1,06	--	3,96	0,79	0,396
GP-CH025	3		1,17	1,02	--	0,64	1,16	1,46	2,43	7,88	1,31	0,438
GP-CH026	3		1,78	--	1,73	--	0,82	1,05	0,98	6,36	1,27	0,424
GP-CH027	2		0,96	0,85	0,60	--	0,97	0,98	0,71	5,07	0,85	0,423
GP-CH028	2		0,95	0,82	0,98	--	--	--	0,84	3,59	0,90	0,449
GP-CH029	4		2,79	1,12	--	1,05	1,48	1,34	2,31	10,09	1,68	0,420
GP-CH030	2		0,66	1,00	--	--	0,91	0,74	0,67	3,98	0,80	0,398
GP-CH031	3		1,05	1,61	--	--	1,15	0,98	1,50	6,29	1,26	0,419
GP-CH032	2		0,78	0,88	0,96	0,93	--	--	0,77	4,32	0,86	0,432
GP-CH033	3		1,07	--	1,87	1,95	--	0,95	0,76	6,60	1,32	0,440
GP-CP034	4		1,01	2,08	--	2,04	2,14	1,66	1,47	10,40	1,73	0,433
GP-CP035	6		3,45	1,17	2,64	2,57	1,04	2,89	3,46	17,22	2,46	0,410
GP-CP036	3		1,78	1,26	1,15	1,09	1,46	--	1,05	7,79	1,30	0,433
GP-CP037	2		1,02	--	1,03	0,89	0,75	1,00	0,75	5,44	0,91	0,453
GP-CP038	6		2,75	2,97	2,76	2,04	2,06	2,11	3,19	17,88	2,55	0,426
GP-CP039	3		1,77	1,46	0,94	0,65	0,79	1,44	2,11	9,16	1,31	0,436
GP-CP040	6		2,84	1,67	2,05	2,79	--	--	3,73	13,08	2,62	0,436
GP-CP041	1		0,42	0,22	0,16	0,13	0,75	0,86	0,54	3,08	0,44	0,440
GP-CP042	6		2,01	2,66	2,07	2,65	1,87	2,97	--	14,23	2,37	0,395
GP-CP043	4		--	1,77	1,71	1,89	1,76	1,04	2,09	10,26	1,71	0,428
GP-VC044	6		3,45	2,15	2,75	2,14	2,89	2,77	2,11	18,26	2,61	0,435
GP-VC045	2		0,84	0,77	0,67	--	1,50	0,58	0,82	5,18	0,86	0,432
GP-VC046	3		1,78	1,29	--	1,09	--	--	1,49	5,65	1,41	0,471
GP-VC047	3		1,45	1,35	0,78	1,05	1,89	1,00	0,85	8,37	1,20	0,399

GP-VC048	4		1,78	--	--	1,88	2,06	--	1,06	6,78	1,70	0,424
GP-VC049	7		2,46	3,50	3,19	--	2,29	--	--	11,44	2,86	0,409
GP-NJ050	4		1,66	1,21	2,15	2,00	1,76	1,88	1,43	12,09	1,73	0,432
GP-NJ051	3		1,79	0,55	--	1,61	1,89	1,15	1,00	7,99	1,33	0,444
GP-NJ052	4		1,09	--	1,88	2,46	--	1,54	1,79	8,76	1,75	0,438
GP-NJ053	3		1,01	--	1,15	1,25	1,89	--	1,16	6,46	1,29	0,431
GP-NJ054	6		2,56	2,08	1,87	2,64	2,07	2,75	2,66	16,63	2,38	0,396
GP-NJ055	2		1,01	0,78	0,99	--	0,78	0,56	0,88	5,00	0,83	0,417
GP-NJ056	6		2,86	1,84	2,04	--	2,47	2,74	3,51	15,46	2,58	0,429
GP-NJ057	4		2,05	1,78	2,44	--	1,78	1,14	0,75	9,94	1,66	0,414
GP-NJ058	3		1,01	0,88	1,00	0,76	1,72	--	1,88	7,25	1,21	0,403
GP-NJ059	2		1,05	0,46	0,76	1,00	0,84	1,09	0,61	5,81	0,83	0,415
GP-PC060	3		1,89	0,84	--	0,97	0,85	1,96	--	6,51	1,30	0,434
GP-PC061	2		0,89	0,97	1,01	1,15	0,41	0,45	1,00	5,88	0,84	0,420
GP-PC062	4		1,55	1,76	1,67	1,89	1,35	1,34	--	9,56	1,59	0,398
GP-PC063	3		1,15	1,06	1,01	0,79	1,88	1,77	1,55	9,21	1,32	0,439
GP-PC064	3		0,64	1,81	0,96	1,00	0,74	1,79	1,77	8,71	1,24	0,415
GP-PC065	3		0,89	--	--	2,78	1,46	0,75	0,83	6,71	1,34	0,447
GP-PC066	3		1,04	1,98	1,12	1,07	0,79	1,06	1,44	8,50	1,21	0,405
GP-PC067	2		0,54	0,61	0,45	0,78	0,71	--	1,74	4,83	0,81	0,403
GP-PC068	4		--	1,45	1,89	--	2,54	1,04	2,06	8,98	1,80	0,449
GP-PC069	4		1,28	2,14	1,37	1,54	1,39	--	2,22	9,94	1,66	0,414
GP-PC070	5		1,89	2,35		2,40	2,57	1,46	2,41	13,08	2,18	0,436
GP-PC071	6		2,14	2,48	2,15	2,56	--	--	2,79	12,12	2,42	0,404
GP-PC072	3		--	1,84	0,88	1,75	0,86	1,05	1,61	7,99	1,33	0,444
GP-PC073	5		2,05	2,16	2,06	--	2,39	2,34	2,22	13,22	2,20	0,441

GP-PC074	5		2,16	--	1,84	--	1,79	2,46	--	8,25	2,06	0,413
										0,00		
GP-PC076	4		1,76	--	1,88	1,46	1,49	1,67	1,84	10,10	1,68	0,421
GP-PC077	3		1,75	0,89	1,07	1,20	1,17	--	--	6,08	1,22	0,405
GP-PC078	4		2,14	--	1,15	--	1,49	1,78	2,00	8,56	1,71	0,428
GP-PC079	5		1,88	--	2,05	2,00	2,25	1,99	2,05	12,22	2,04	0,407
GP-PC080	3		0,75	0,88	0,78	1,00	1,84	1,76	2,05	9,06	1,29	0,431
GP-PC081	5		2,55	2,67	1,74	--	2,15	1,37	2,35	12,83	2,14	0,428
GP-PC082	4		2,21	--	2,15	--	1,47	--	1,36	7,19	1,80	0,449
GP-PC083	6		2,47	2,12	--	2,78	--	2,77	2,24	12,38	2,48	0,413
GP-PC084	3		1,04	--	1,26	--	--	1,44	1,00	4,74	1,19	0,395
GP-PC085	4		1,76	1,24	1,78	1,56	1,45	2,16	2,01	11,96	1,71	0,427
GP-PC086	6		2,05	2,15	--	2,87	2,26	3,05	2,98	15,36	2,56	0,427
GP-PC087	5		2,38	2,15	1,45	2,28	1,49	2,71	2,75	15,21	2,17	0,435
GP-PC088	3		1,04	1,98	0,87	1,00	1,06	1,25	1,25	8,45	1,21	0,402
GP-PC089	4		1,56	--	2,17	--	1,61	--	1,54	6,88	1,72	0,430
GP-PC090	5		2,01	2,56	--	2,52	2,75	2,14	1,58	13,56	2,26	0,452
GP-PC091	4		1,47	--	--	--	1,76	1,46	1,77	6,46	1,62	0,404
GP-PC092	6		3,75	2,74	2,89	2,77	1,64	2,61	2,57	18,97	2,71	0,452
GP-PC093	6		3,56	2,54	3,12	2,24	3,05	2,24	3,15	19,90	2,84	0,474
GP-PC094	5		2,47	--	1,75	2,78	1,51	2,76	2,70	13,97	2,33	0,466
GP-PC095	6		2,55	2,75	2,84	2,88	2,52	--	3,45	16,99	2,83	0,472
GP-PC096	4		2,01	1,76	1,84	1,89	2,31	1,51	1,77	13,09	1,87	0,468
GP-PC097	3		1,56	1,41	1,35	--	--	--	1,24	5,56	1,39	0,463
GP-PC098	2		0,74	0,95	1,01	1,00	0,88	0,87	0,54	5,99	0,86	0,428
GP-PC099	3		1,02	2,12	1,25	--	1,24	1,14	--	6,77	1,35	0,451

GP-PC100	6		3,15	2,15	2,76	3,35	--	--	2,62	14,03	2,81	0,468
GP-PC101	6		2,64	2,64	2,75	2,92	2,84	2,61	3,24	19,64	2,81	0,468
GP-PC102	5		2,75	1,16	2,79	2,79	1,54	2,64	2,77	16,44	2,35	0,470
GP-PC104	5		2,37	2,15	2,14	--	2,54	1,94	2,87	14,01	2,34	0,467
GP-PC105	4		2,16	--	1,47	1,78	2,71	1,05	2,11	11,28	1,88	0,470
GP-PC106	4		2,78	1,14	1,05	2,15	--	1,88	1,78	10,78	1,80	0,449
GP-PC107	3		1,02	0,85	1,89	1,46	1,03	--	1,76	8,01	1,34	0,445
GP-PC108	3		1,03	1,04	--	1,11	1,23	1,71	1,69	7,81	1,30	0,434
GP-PC109	4		2,56	--	1,95	1,78	1,34	--	1,54	9,17	1,83	0,459
GP-PC110	6		--	--	2,75	3,05	2,25	3,75	2,41	14,21	2,84	0,474
GP-PC111	4		2,71	1,74	1,46	1,97	1,74	--	1,75	11,37	1,90	0,474
GP-PC112	5		3,25	1,92	1,44	2,75	--	2,38	2,24	13,98	2,33	0,466
GP-PC113	3		0,86	0,97	--	--	0,56	1,45	2,87	6,71	1,34	0,447
GP-PC114	6		--	2,16	3,33	2,75	--	3,45	2,32	14,01	2,80	0,467
GP-PC115	7		2,65	3,41	3,94	4,01	3,15	3,25	2,75	23,16	3,31	0,473
GP-PC116	4		1,12	2,04	2,18	1,74	1,00	2,00	--	10,08	1,68	0,420
GP-PC117	4		1,71	1,16	2,12	1,88	1,78	2,04	1,00	11,69	1,67	0,418
GP-PC118	4		1,01	1,84	1,57	2,04	1,06	2,14	2,00	11,66	1,67	0,416
TOTAL	464		190,86	161,18	162,58	161,95	162,41	161,13	193,54	1193,65	1,74	0,4304

ANEXO I: SITUACIÓN ACTUAL DEL SISTEMA DE RECOLECCIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS EN LA PARROQUIA GENERAL PROAÑO



Entrevista acerca de la recolección de residuos sólidos



Recopilación de información a los habitantes seleccionados



Recolección de los residuos



Georreferenciación de la ruta actual mediante el uso del GPS

ANEXO J: SOCIALIZACIÓN DEL PROYECTO TÉCNICO



Socialización del estudio de
caracterización de residuos sólidos



Aplicación de la encuesta a la población



Entrega de las fundas
etiquetadas



Codificación y etiquetado de la
vivienda participante

ANEXO K: PESAJE Y CARACTERIZACIÓN DE LOS RESIDUOS



Recolección de las muestras



Recepción de las muestras



Pesajes de las muestras



Homogeneización de las muestras



Aplicación del método
de cuarteo



Clasificación de los residuos según su
composición física

ANEXO L: RESUMEN DE RUTAS OPTIMIZADAS DE RECOLECCIÓN MEDIANTE EL USO DE LA HERRAMIENTA NETWORK ANALYST.

RUTA 1 DE RECOLECCIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS EN LA ZONA RURAL

[-]	Route: Graphic Pick 141 – Graphic Pick 180	27672,6 m	2 hr 23 min	Map
1:	Start at Graphic Pick 141			Map
2:	Go southeast on VIA SAN ISIDRO toward s/n	345,7 m	1 min	Map
3:	Arrive at Graphic Pick 142, on the left			Map
4:	Depart Graphic Pick 142			
5:	Continue southeast on VIA SAN ISIDRO	385,3 m	2 min	Map
6:	Turn left on CALLE G	< 0,1 m	< 1 min	Map
7:	Arrive at Graphic Pick 143, on the left			Map
8:	Depart Graphic Pick 143			
9:	Continue northeast on CALLE G	273,2 m	2 min	Map
10:	Arrive at Graphic Pick 1, on the left			Map
11:	Depart Graphic Pick 1			
12:	Continue northeast on CALLE G	122,1 m	< 1 min	Map
13:	Arrive at Graphic Pick 3, on the left			Map
14:	Depart Graphic Pick 3			
15:	Continue northeast on CALLE G	85,8 m	< 1 min	Map
16:	Turn left on CALLE 5	< 0,1 m	< 1 min	Map
17:	Arrive at Graphic Pick 4, on the right			Map
18:	Depart Graphic Pick 4			
19:	Go back southeast on CALLE 5	163,0 m	< 1 min	Map
20:	Turn right on VIA DOMONO	< 0,1 m	< 1 min	Map
21:	Arrive at Graphic Pick 1, on the left			Map
22:	Depart Graphic Pick 1			
23:	Go back northeast on VIA DOMONO	786,9 m	5 min	Map
24:	Arrive at Graphic Pick 2, on the right			Map
25:	Depart Graphic Pick 2			

26:	Continue northeast on VIA DOMONO	590,9 m	4 min	Map
27:	Arrive at Graphic Pick 144, on the left			Map
28:	Depart Graphic Pick 144			
29:	Go northeast on VIA DOMONO	2819,7 m	17 min	Map
30:	Arrive at Graphic Pick 145, on the left			Map
31:	Depart Graphic Pick 145			
32:	Go back southwest on VIA DOMONO	3622,5 m	22 min	Map
33:	Arrive at Graphic Pick 147, on the left			Map
34:	Depart Graphic Pick 147			
35:	Continue southwest on VIA DOMONO	1148,5 m	7 min	Map
36:	Arrive at Graphic Pick 148, on the left			Map
37:	Depart Graphic Pick 148			
38:	Continue southwest on VIA DOMONO	0,2 m	< 1 min	Map
39:	Turn left on VIA SAN ISIDRO	282,5 m	1 min	Map
40:	Arrive at Graphic Pick 149, on the left			Map
41:	Depart Graphic Pick 149			
42:	Continue southeast on VIA SAN ISIDRO	834,0 m	3 min	Map
43:	Arrive at Graphic Pick 150, on the right			Map
44:	Depart Graphic Pick 150			
45:	Continue south on VIA SAN ISIDRO	523,1 m	2 min	Map

51:	Depart Graphic Pick 152			
52:	Go southwest on CALLE GPC1111	0,2 m	< 1 min	Map
53:	Turn right on JULIO NOGUERA	336,4 m	2 min	Map
54:	Turn left on CALLE GPC1113	393,0 m	2 min	Map
55:	Turn right on AV. 2 DE ABRIL	0,2 m	< 1 min	Map
56:	Arrive at Graphic Pick 153, on the right			Map
57:	Depart Graphic Pick 153			
58:	Continue northwest on AV. 2 DE ABRIL	82,2 m	< 1 min	Map
59:	Bear right on REDONDEL VIA RIOBAMBA	48,8 m	< 1 min	Map
60:	Bear right on VIA MACAS-RIOBAMBA	924,7 m	4 min	Map
61:	Arrive at Graphic Pick 154, on the left			Map
62:	Depart Graphic Pick 154			
63:	Continue west on VIA MACAS-RIOBAMBA	1380,8 m	6 min	Map
64:	Arrive at Graphic Pick 155, on the left			Map
65:	Depart Graphic Pick 155			
66:	Continue west on VIA MACAS-RIOBAMBA	1620,3 m	6 min	Map
67:	Arrive at Graphic Pick 156, on the left			Map
68:	Depart Graphic Pick 156			
69:	Continue southwest on VIA MACAS-RIOBAMBA	564,3 m	2 min	Map

76:	Go back north on ENTRADA HIDROABANICO	512,9 m	3 min	Map
77:	Turn right on VIA MACAS-RIOBAMBA	373,5 m	1 min	Map
78:	Arrive at Graphic Pick 159, on the left			Map
79:	Depart Graphic Pick 159			
80:	Go east on VIA MACAS-RIOBAMBA	938,1 m	4 min	Map
81:	Arrive at Graphic Pick 160, on the left			Map
82:	Depart Graphic Pick 160			
83:	Continue east on VIA MACAS-RIOBAMBA	307,3 m	1 min	Map
84:	Turn left on CALLE D	0,9 m	< 1 min	Map
85:	Arrive at Graphic Pick 161, on the right			Map
86:	Depart Graphic Pick 161			
87:	Continue north on CALLE D	75,7 m	< 1 min	Map
88:	Turn left on CALLE F	0,1 m	< 1 min	Map
89:	Arrive at Graphic Pick 162, on the right			Map
90:	Depart Graphic Pick 162			

105:	Depart Graphic Pick 166			
106:	Continue south on CALLE C	1,1 m	< 1 min	Map
107:	Turn left on VIA MACAS-RIOBAMBA	71,7 m	< 1 min	Map
108:	Arrive at Graphic Pick 167, on the left			Map
109:	Depart Graphic Pick 167			
110:	Go back west on VIA MACAS-RIOBAMBA	0,8 m	< 1 min	Map
111:	Turn right on CALLE B	187,4 m	1 min	Map
112:	Arrive at Graphic Pick 168, on the right			Map
113:	Depart Graphic Pick 168			
114:	Continue north on CALLE B	0,9 m	< 1 min	Map
115:	Turn right on CALLE 1	70,4 m	< 1 min	Map
116:	Arrive at Graphic Pick 169, on the left			Map
117:	Depart Graphic Pick 169			
118:	Go south on CALLE A	196,0 m	1 min	Map
119:	Arrive at Graphic Pick 170, on the right			Map
120:	Depart Graphic Pick 170			
121:	Continue south on CALLE A	1,1 m	< 1 min	Map
122:	Turn left on VIA MACAS-RIOBAMBA	98,3 m	< 1 min	Map
123:	Arrive at Graphic Pick 171			Map
124:	Depart Graphic Pick 171			
125:	Go east on VIA MACAS-RIOBAMBA	124,0 m	< 1 min	Map
126:	Make sharp right on s/n	< 0,1 m	< 1 min	Map
127:	Arrive at Graphic Pick 172, on the right			Map
128:	Depart Graphic Pick 172			
129:	Continue south on s/n	645,2 m	4 min	Map
130:	Arrive at Graphic Pick 173, on the left			Map

131:	Depart Graphic Pick 173			
132:	Go back north on s/n	645,3 m	4 min	Map
133:	Turn right on VIA MACAS-RIOBAMBA	232,0 m	< 1 min	Map
134:	Arrive at Graphic Pick 174, on the left			Map
135:	Depart Graphic Pick 174			
136:	Continue east on VIA MACAS-RIOBAMBA	698,0 m	3 min	Map
137:	Arrive at Graphic Pick 175, on the left			Map
138:	Depart Graphic Pick 175			
139:	Continue southeast on VIA MACAS-RIOBAMBA	762,4 m	3 min	Map
140:	Arrive at Graphic Pick 176, on the left			Map
141:	Depart Graphic Pick 176			
142:	Continue southeast on VIA MACAS-RIOBAMBA	387,1 m	2 min	Map
143:	Arrive at Graphic Pick 177, on the right			Map
144:	Depart Graphic Pick 177			
145:	Continue southeast on VIA MACAS-RIOBAMBA	311,7 m	1 min	Map
146:	Bear right on s/n	42,0 m	< 1 min	Map
147:	Continue on REDONDEL VIA RIOBAMBA	29,8 m	< 1 min	Map
148:	Continue on PASO LATERAL	286,2 m	2 min	Map
149:	Arrive at Graphic Pick 178, on the left			Map
150:	Depart Graphic Pick 178			
151:	Continue southeast on PASO LATERAL	761,4 m	5 min	Map
152:	Arrive at Graphic Pick 179, on the left			Map
153:	Depart Graphic Pick 179			
154:	Continue south on PASO LATERAL	1071,4 m	6 min	Map
155:	Finish at Graphic Pick 180, on the left			Map
		Total time: 2 hr 23 min		
		Total distance: 27672,6 m		

RUTA 2 DE RECOLECCIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS EN LA ZONA RURAL

C-1	Route: Graphic Pick 1 - Graphic Pick 100	20450,0 m	1 hr 56 min	Map
1:	Start at Graphic Pick 1			Map
2:	Go west on s/n	950,0 m	6 min	Map
3:	Arrive at Graphic Pick 2, on the right			Map
4:	Depart Graphic Pick 2			Map
5:	Continue southwest on s/n	0,7 m	< 1 min	Map
6:	Turn right on FRANCISCO FLOR SANTILLAN	462,0 m	3 min	Map
7:	Turn right on s/n	3,8 m	< 1 min	Map
8:	Arrive at Graphic Pick 3, on the left			Map
9:	Depart Graphic Pick 3			Map
10:	Continue northeast on s/n	815,4 m	5 min	Map
11:	Arrive at Graphic Pick 4, on the right			Map
12:	Depart Graphic Pick 4			Map
13:	Go east on s/n	200,0 m	1 min	Map
14:	Arrive at Graphic Pick 5, on the left			Map
15:	Depart Graphic Pick 5			Map
16:	Go northeast on s/n	130,6 m	< 1 min	Map
17:	Turn right on CALLE A	0,6 m	< 1 min	Map
18:	Arrive at Graphic Pick 6, on the right			Map
19:	Depart Graphic Pick 6			Map
20:	Continue east on CALLE A	216,1 m	1 min	Map
21:	Turn left on CALLE 1	< 0,1 m	< 1 min	Map
22:	Arrive at Graphic Pick 7, on the left			Map
23:	Depart Graphic Pick 7			Map
24:	Continue north on CALLE 1	61,8 m	< 1 min	Map
25:	Arrive at graphic pick 8, on the right			Map
26:	Depart Graphic Pick 8			Map
27:	Continue north on CALLE 1	0,1 m	< 1 min	Map
28:	Turn left on CALLE B	204,6 m	1 min	Map
29:	Arrive at Graphic Pick 9, on the right			Map
30:	Depart Graphic Pick 9			Map
31:	Continue west on CALLE B	2,1 m	< 1 min	Map
32:	Turn right on s/n	1090,1 m	7 min	Map
33:	Turn right on VIA PACCHA	0,3 m	< 1 min	Map
34:	Arrive at graphic Pick 10, on the left			Map
35:	Depart Graphic Pick 10			Map
36:	Continue northeast on VIA PACCHA	511,8 m	3 min	Map
37:	Turn right on s/n	0,8 m	< 1 min	Map
38:	Arrive at Graphic Pick 11, on the left			Map
39:	Depart Graphic Pick 11			Map
40:	Continue east on s/n	152,4 m	< 1 min	Map

101:	Depart Graphic Pick 67			Map
102:	Go back east on CALLE B	151,3 m	< 1 min	Map
103:	Arrive at Graphic Pick 68, on the right			Map
104:	Depart Graphic Pick 68			Map
105:	Go northeast on CALLE B	516,7 m	3 min	Map
106:	Turn right on CALLE 5	0,2 m	< 1 min	Map
107:	Arrive at Graphic Pick 69, on the left			Map
108:	Depart Graphic Pick 69			Map
109:	Go back northwest on CALLE 5	272,4 m	2 min	Map
110:	Arrive at Graphic Pick 70, on the right			Map
111:	Depart Graphic Pick 70			Map
112:	Go west on CALLE 5	166,5 m	< 1 min	Map
113:	Arrive at Graphic Pick 71, on the right			Map
114:	Depart Graphic Pick 71			Map
115:	Continue northwest on CALLE 5	0,9 m	< 1 min	Map
116:	Turn left on VIA DOMONO	231,7 m	1 min	Map
117:	Turn left on s/n	0,5 m	< 1 min	Map
118:	Arrive at Graphic Pick 72, on the left			Map
119:	Depart Graphic Pick 72			Map
120:	Continue southeast on s/n	274,4 m	2 min	Map
121:	Turn left on CALLE B	0,1 m	< 1 min	Map
122:	Arrive at Graphic Pick 73, on the right			Map
123:	Depart Graphic Pick 73			Map
124:	Go back southwest on CALLE B	0,1 m	< 1 min	Map
125:	Turn left on s/n	104,9 m	< 1 min	Map
126:	Turn left on CALLE C	0,1 m	< 1 min	Map
127:	Arrive at Graphic Pick 74, on the left			Map
128:	Depart Graphic Pick 74			Map
129:	Continue northeast on CALLE C	210,9 m	1 min	Map
130:	Turn right on CALLE 4	0,2 m	< 1 min	Map
131:	Arrive at Graphic Pick 80, on the left			Map
132:	Depart Graphic Pick 80			Map

46:	Continue north on s/n	1,9 m	< 1 min	Map
47:	Turn left to stay on s/n	121,3 m	< 1 min	Map
48:	Turn right on VIA PACCHA	0,8 m	< 1 min	Map
49:	Arrive at Graphic Pick 14, on the right			Map
50:	Depart Graphic Pick 14			Map
51:	Continue north on VIA PACCHA	507,8 m	3 min	Map
52:	Arrive at Graphic Pick 15, on the right			Map
53:	Depart Graphic Pick 15			Map
54:	Go back southwest on VIA PACCHA	1602,5 m	10 min	Map
55:	Arrive at Graphic Pick 16, on the left			Map
56:	Depart Graphic Pick 16			Map
57:	Continue southwest on VIA PACCHA	120,3 m	< 1 min	Map
58:	Turn left on s/n	13,8 m	< 1 min	Map
59:	Arrive at Graphic Pick 17, on the right			Map
60:	Depart Graphic Pick 17			Map
61:	Continue southeast on s/n	393,8 m	2 min	Map
62:	Arrive at Graphic Pick 18, on the right			Map
63:	Depart Graphic Pick 18			Map
64:	Go east on s/n	173,2 m	1 min	Map
65:	Make sharp left to stay on s/n	0,3 m	< 1 min	Map
66:	Arrive at Graphic Pick 19, on the left			Map
67:	Depart Graphic Pick 19			Map
68:	Continue northwest on s/n	81,5 m	< 1 min	Map
69:	Arrive at Graphic Pick 20, on the right			Map

144:	Continue southwest on CALLE D	191,2 m	1 min	Map
145:	Turn left on VIA SAN ISIDRO	0,2 m	< 1 min	Map
146:	Arrive at Graphic Pick 84, on the left			Map
147:	Depart Graphic Pick 84			Map
148:	Continue southeast on VIA SAN ISIDRO	867,7 m	3 min	Map
149:	Arrive at Graphic Pick 85, on the right			Map
150:	Depart Graphic Pick 85			Map
151:	Continue south on VIA SAN ISIDRO	173,1 m	< 1 min	Map
152:	Turn left on CALLE GPC1111	< 0,1 m	< 1 min	Map
153:	Arrive at Graphic Pick 87, on the right			Map
154:	Depart Graphic Pick 87			Map
155:	Continue northeast on CALLE GPC1111	893,4 m	5 min	Map
156:	Turn right on CALLE GPAHF12	0,4 m	< 1 min	Map
157:	Arrive at Graphic Pick 88, on the left			Map
158:	Depart Graphic Pick 88			Map
159:	Continue southeast on CALLE GPAHF12	91,6 m	< 1 min	Map
160:	Arrive at Graphic Pick 89, on the left			Map
161:	Depart Graphic Pick 89			Map
162:	Continue southeast on CALLE GPAHF12	< 0,1 m	< 1 min	Map
163:	Turn right on CALLE GPAHF01	373,6 m	2 min	Map
164:	Arrive at Graphic Pick 90, on the left			Map
165:	Depart Graphic Pick 90			Map
166:	Continue southwest on CALLE GPAHF01	161,7 m	< 1 min	Map
167:	Arrive at Graphic Pick 95, on the left			Map
168:	Depart Graphic Pick 95			Map
169:	Continue southwest on CALLE GPAHF01	< 0,1 m	< 1 min	Map
170:	Turn left on CALLE GPAHF07	91,9 m	< 1 min	Map
171:	Turn left on CALLE GPC1115	0,1 m	< 1 min	Map
172:	Arrive at Graphic Pick 96, on the right			Map

70:	Depart Graphic Pick 20			Map
71:	Go west on s/n	157,6 m	< 1 min	Map
72:	Arrive at Graphic Pick 21, on the right			Map
73:	Depart Graphic Pick 21			Map
74:	Continue west on s/n	0,2 m	< 1 min	Map
75:	Turn right to stay on s/n	329,4 m	2 min	Map
76:	Turn left on VIA PACCHA	563,0 m	3 min	Map
77:	Arrive at Graphic Pick 22, on the right			Map
78:	Depart Graphic Pick 22			Map
79:	Continue west on VIA PACCHA	878,9 m	5 min	Map
80:	Arrive at Graphic Pick 23, on the right			Map
81:	Depart Graphic Pick 23			Map
82:	Continue west on VIA PACCHA	0,4 m	< 1 min	Map
83:	Turn right on CESAR AMABLE ORTIZ	314,2 m	2 min	Map
84:	Arrive at Graphic Pick 26, on the left			Map
85:	Depart Graphic Pick 26			Map
86:	Continue north on CESAR AMABLE ORTIZ	0,2 m	< 1 min	Map
87:	Turn left on PABLO DIONICIO JARAMILLO	151,7 m	< 1 min	Map
88:	Turn left on GERARDO MONTENEGRO	< 0,1 m	< 1 min	Map
89:	Arrive at Graphic Pick 27, on the right			Map
90:	Depart Graphic Pick 27			Map

192:	Depart Graphic Pick 101			Map
193:	Continue northeast on CALLE GPAHF03	< 0,1 m	< 1 min	Map
194:	Turn right on CALLE GPAHF10	92,0 m	< 1 min	Map
195:	Turn left on GERARDO MONTENEGRO	< 0,1 m	< 1 min	Map
196:	Arrive at Graphic Pick 102, on the right			Map
197:	Depart Graphic Pick 102			Map
198:	Go back southwest on GERARDO MONTENEGRO	286,9 m	2 min	Map
199:	Arrive at Graphic Pick 103, on the left			Map
200:	Depart Graphic Pick 103			Map
201:	Go south on GERARDO MONTENEGRO	64,8 m	< 1 min	Map
202:	Arrive at Graphic Pick 104, on the right			Map
203:	Depart Graphic Pick 104			Map
204:	Continue south on GERARDO MONTENEGRO	0,1 m	< 1 min	Map
205:	Turn right on CALLE GPAHF04	261,5 m	2 min	Map
206:	Arrive at Graphic Pick 105, on the left			Map
207:	Depart Graphic Pick 105			Map
208:	Continue southwest on CALLE GPAHF04	111,6 m	< 1 min	Map
209:	Turn left on EFRAIN CABRERA	0,1 m	< 1 min	Map
210:	Arrive at Graphic Pick 106, on the left			Map
211:	Depart Graphic Pick 106			Map
212:	Continue southeast on EFRAIN CABRERA	63,5 m	< 1 min	Map
213:	Arrive at Graphic Pick 107, on the left			Map
214:	Depart Graphic Pick 107			Map
215:	Continue southeast on EFRAIN CABRERA	0,7 m	< 1 min	Map
216:	Turn right on CALLE GPC1120	71,0 m	< 1 min	Map
217:	Finish at Graphic Pick 108, on the left			Map
Total time: 1 hr 56 min				
Total distance: 20453,8 m				

RUTA 3 DE RECOLECCIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS EN LA ZONA URBANA

(-)	Route: Graphic Pick 259 – Graphic Pick 338	15420,2 m	1 hr 25 min	Map
1:	Start at Graphic Pick 259			Map
2:	Go east on JUSTA MARIA RIVADENEIRA toward SOLDADO PILCO	753,6 m	5 min	Map
3:	Make sharp left on TOBIAS RODRIGUEZ COX	< 0,1 m	< 1 min	Map
4:	Arrive at Graphic Pick 260, on the left			Map
5:	Depart Graphic Pick 260			Map
6:	Go back southeast on TOBIAS RODRIGUEZ COX	< 0,1 m	< 1 min	Map
7:	Turn left on JUSTA MARIA RIVADENEIRA	308,7 m	2 min	Map
8:	Make sharp left on PADRE JUAN BRITO	< 0,1 m	< 1 min	Map
9:	Arrive at Graphic Pick 265, on the left			Map
10:	Depart Graphic Pick 265			Map
11:	Continue northwest on PADRE JUAN BRITO	104,7 m	< 1 min	Map
12:	Arrive at Graphic Pick 266, on the right			Map
13:	Depart Graphic Pick 266			Map
14:	Continue northwest on PADRE JUAN BRITO	< 0,1 m	< 1 min	Map
15:	Turn right on LUIS ANTONIO LOPEZ TAPIA	72,3 m	< 1 min	Map
16:	Turn left on DOMINGO ALAVA	0,2 m	< 1 min	Map
17:	Arrive at Graphic Pick 267, on the left			Map
18:	Depart Graphic Pick 267			Map
19:	Continue northwest on DOMINGO ALAVA	191,7 m	1 min	Map
20:	Arrive at Graphic Pick 268			Map
21:	Depart Graphic Pick 268			Map
22:	Continue north on DOMINGO ALAVA	179,3 m	1 min	Map
23:	Turn left on MARIANO VIRGILIO RIVADENEIRA	0,6 m	< 1 min	Map
24:	Arrive at Graphic Pick 269, on the left			Map
25:	Depart Graphic Pick 269			Map
26:	Continue west on MARIANO VIRGILIO RIVADENEIRA	70,0 m	< 1 min	Map
27:	Turn right on PADRE JUAN BRITO	< 0,1 m	< 1 min	Map
28:	Arrive at Graphic Pick 270, on the right			Map
29:	Depart Graphic Pick 270			Map
30:	Continue north on PADRE JUAN BRITO	107,0 m	< 1 min	Map
31:	Turn left on MARIANO VIRGILIO RIVADENEIRA	0,5 m	< 1 min	Map
32:	Arrive at Graphic Pick 271, on the left			Map
33:	Depart Graphic Pick 271			Map
34:	Continue west on MARIANO VIRGILIO RIVADENEIRA	270,2 m	2 min	Map
35:	Turn right on CESAR GUILLERMO ORTIZ	0,5 m	< 1 min	Map
36:	Arrive at Graphic Pick 272, on the right			Map
37:	Depart Graphic Pick 272			Map
38:	Continue north on CESAR GUILLERMO ORTIZ	133,2 m	< 1 min	Map
39:	Arrive at Graphic Pick 273, on the left			Map
40:	Depart Graphic Pick 273			Map

41:	Go northwest on CESAR GUILLERMO ORTIZ	218,1 m	1 min	Map
42:	Turn right on SOLDADO PILCO	0,4 m	< 1 min	Map
43:	Arrive at Graphic Pick 274, on the right			Map
44:	Depart Graphic Pick 274			Map
45:	Continue northeast on SOLDADO PILCO	90,4 m	< 1 min	Map
46:	Turn left on DOROTEA RIVADENEIRA	0,5 m	< 1 min	Map
47:	Arrive at Graphic Pick 275, on the right			Map
48:	Depart Graphic Pick 275			Map
49:	Continue northwest on DOROTEA RIVADENEIRA	75,3 m	< 1 min	Map
50:	Arrive at Graphic Pick 276, on the right			Map
51:	Depart Graphic Pick 276			Map
52:	Continue northwest on DOROTEA RIVADENEIRA	0,5 m	< 1 min	Map
53:	Turn right on CALLE LOS LAURELES	98,2 m	< 1 min	Map
54:	Turn right on LOS GUAYACANES	0,3 m	< 1 min	Map
55:	Arrive at Graphic Pick 277, on the right			Map
56:	Depart Graphic Pick 277			Map
57:	Continue southeast on LOS GUAYACANES	75,4 m	< 1 min	Map
58:	Turn left on SOLDADO PILCO	0,9 m	< 1 min	Map
59:	Arrive at Graphic Pick 278, on the left			Map
60:	Depart Graphic Pick 278			Map
61:	Continue northeast on SOLDADO PILCO	454,5 m	3 min	Map
62:	Turn left on AV. 13 DE ABRIL	0,4 m	< 1 min	Map
63:	Arrive at Graphic Pick 279, on the left			Map
64:	Depart Graphic Pick 279			Map
65:	Continue northwest on AV. 13 DE ABRIL	512,0 m	2 min	Map
66:	Arrive at Graphic Pick 280, on the right			Map
67:	Depart Graphic Pick 280			Map
68:	Continue north on AV. 13 DE ABRIL	95,6 m	< 1 min	Map
69:	Arrive at Graphic Pick 281, on the right			Map
70:	Depart Graphic Pick 281			Map

71:	Continue north on AV. 13 DE ABRIL	236,3 m	< 1 min	Map
72:	Turn left on GERARDO MONTENEGRO	0,9 m	< 1 min	Map
73:	Arrive at Graphic Pick 282, on the left			Map
74:	Depart Graphic Pick 282			Map
75:	Continue west on GERARDO MONTENEGRO	179,0 m	1 min	Map
76:	Turn left on JULIO NOGUERA	0,7 m	< 1 min	Map
77:	Arrive at Graphic Pick 283, on the left			Map
78:	Depart Graphic Pick 283			Map
79:	Continue south on JULIO NOGUERA	209,2 m	1 min	Map
80:	Arrive at Graphic Pick 284, on the right			Map
81:	Depart Graphic Pick 284			Map
82:	Continue south on JULIO NOGUERA	< 0,1 m	< 1 min	Map
83:	Make sharp right on ISOLINA LARREA	187,8 m	1 min	Map
84:	Arrive at Graphic Pick 285, on the left			Map
85:	Depart Graphic Pick 285			Map
86:	Continue northwest on ISOLINA LARREA	0,3 m	< 1 min	Map
87:	Turn left on ERNESTO OCHOA	85,4 m	< 1 min	Map
88:	Turn right on AV. 2 DE ABRIL	0,4 m	< 1 min	Map
89:	Arrive at Graphic Pick 286, on the right			Map
90:	Depart Graphic Pick 286			Map
91:	Continue northwest on AV. 2 DE ABRIL	689,5 m	3 min	Map
92:	Arrive at Graphic Pick 287, on the right			Map
93:	Depart Graphic Pick 287			Map
94:	Continue northwest on AV. 2 DE ABRIL	148,7 m	< 1 min	Map
95:	Bear right on REDONDEL VIA RIOBAMBA	7,5 m	< 1 min	Map
96:	Arrive at Graphic Pick 288, on the right			Map
97:	Depart Graphic Pick 288			Map
98:	Go west on REDONDEL VIA RIOBAMBA	56,0 m	< 1 min	Map
99:	Arrive at Graphic Pick 289, on the left			Map
100:	Depart Graphic Pick 289			Map
101:	Go south on REDONDEL VIA RIOBAMBA	44,8 m	< 1 min	Map
102:	Arrive at Graphic Pick 290, on the left			Map
103:	Depart Graphic Pick 290			Map
104:	Go east on REDONDEL VIA RIOBAMBA	50,5 m	< 1 min	Map
105:	Bear right on AV. 2 DE ABRIL	208,1 m	< 1 min	Map

123:	Turn left on CLAUDIO GALLARDO	148,7 m	< 1 min	Map
124:	Arrive at Graphic Pick 296, on the right			Map
125:	Depart Graphic Pick 296			Map
126:	Continue southeast on CLAUDIO GALLARDO	0,1 m	< 1 min	Map
127:	Turn right on CALLE CPC1628	77,1 m	< 1 min	Map
128:	Turn left on CALLE GPC1629	0,3 m	< 1 min	Map
129:	Arrive at Graphic Pick 297, on the left			Map
130:	Depart Graphic Pick 297			Map
131:	Continue southeast on CALLE GPC1629	150,4 m	< 1 min	Map
132:	Turn left on JULIO NOGUERA	0,1 m	< 1 min	Map
133:	Arrive at Graphic Pick 298, on the left			Map
134:	Depart Graphic Pick 298			Map
135:	Continue northeast on JULIO NOGUERA	238,9 m	1 min	Map
136:	Turn left on ALFREDO RIVADENEIRA	0,1 m	< 1 min	Map
137:	Arrive at Graphic Pick 299, on the right			Map
138:	Depart Graphic Pick 299			Map
139:	Go back southeast on ALFREDO RIVADENEIRA	0,1 m	< 1 min	Map
140:	Turn left on JULIO NOGUERA	160,8 m	< 1 min	Map
141:	Turn right on AV. 2 DE ABRIL	< 0,1 m	< 1 min	Map
142:	Arrive at Graphic Pick 300, on the left			Map
143:	Depart Graphic Pick 300			Map
144:	Continue southeast on AV. 2 DE ABRIL	91,2 m	< 1 min	Map
145:	Arrive at Graphic Pick 301, on the left			Map
146:	Depart Graphic Pick 301			Map
147:	Continue east on AV. 2 DE ABRIL	67,0 m	< 1 min	Map
148:	Arrive at Graphic Pick 302, on the right			Map
149:	Depart Graphic Pick 302			Map
150:	Continue east on AV. 2 DE ABRIL	261,7 m	2 min	Map

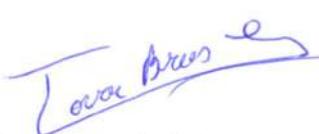
194:	Depart Graphic Pick 314			Map
195:	Continue southeast on AV. 13 DE ABRIL	585,0 m	2 min	Map
196:	Turn left on FRANCISCO FLOR SANTILLAN	< 0,1 m	< 1 min	Map
197:	Arrive at Graphic Pick 315, on the right			Map
198:	Depart Graphic Pick 315			Map
199:	Continue east on FRANCISCO FLOR SANTILLAN	267,2 m	2 min	Map
200:	Arrive at Graphic Pick 316, on the right			Map
201:	Depart Graphic Pick 316			Map
202:	Continue east on FRANCISCO FLOR SANTILLAN	255,8 m	2 min	Map
203:	Arrive at Graphic Pick 317, on the right			Map
204:	Depart Graphic Pick 317			Map
205:	Go northeast on FRANCISCO FLOR SANTILLAN	167,6 m	1 min	Map
206:	Arrive at Graphic Pick 318, on the right			Map
207:	Depart Graphic Pick 318			Map
208:	Continue east on FRANCISCO FLOR SANTILLAN	450,4 m	3 min	Map
209:	Arrive at Graphic Pick 319, on the right			Map
210:	Depart Graphic Pick 319			Map
211:	Continue southeast on FRANCISCO FLOR SANTILLAN	0,4 m	< 1 min	Map
212:	Turn right at s/n to stay on FRANCISCO FLOR SANTILLAN	107,1 m	< 1 min	Map
213:	Arrive at Graphic Pick 320, on the left			Map
214:	Depart Graphic Pick 320			Map
215:	Continue southeast on FRANCISCO FLOR SANTILLAN	195,2 m	1 min	Map
216:	Arrive at Graphic Pick 321, on the left			Map
217:	Depart Graphic Pick 321			Map
218:	Continue southeast on FRANCISCO FLOR SANTILLAN	< 0,1 m	< 1 min	Map
219:	Turn right on SIVERIO PALACIOS	218,6 m	1 min	Map

259:	Continue southwest on s/n	0,6 m	< 1 min	Map
260:	Turn right on ISIDORA RIVADENEIRA	160,8 m	< 1 min	Map
261:	Turn left on SIVERIO PALACIOS	0,5 m	< 1 min	Map
262:	Arrive at Graphic Pick 332, on the left			Map
263:	Depart Graphic Pick 332			Map
264:	Continue southwest on SIVERIO PALACIOS	81,7 m	< 1 min	Map
265:	Turn right on FRANCISCO FLOR SANTILLAN	132,2 m	< 1 min	Map
266:	Arrive at Graphic Pick 333, on the right			Map
267:	Depart Graphic Pick 333			Map
268:	Continue north on FRANCISCO FLOR SANTILLAN	170,2 m	1 min	Map
269:	Turn left at s/n to stay on FRANCISCO FLOR SANTILLAN	735,0 m	4 min	Map
270:	Arrive at Graphic Pick 334, on the right			Map
271:	Depart Graphic Pick 334			Map
272:	Continue west on FRANCISCO FLOR SANTILLAN	406,4 m	2 min	Map
273:	Turn left on AV. 13 DE ABRIL	43,1 m	< 1 min	Map
274:	Arrive at Graphic Pick 335, on the left			Map
275:	Depart Graphic Pick 335			Map
276:	Continue southeast on AV. 13 DE ABRIL	730,2 m	3 min	Map
277:	Finish at Graphic Pick 336, on the right			Map
Total time: 1 hr 25 min				
Total distance: 15420,2 m				



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
CERTIFICADO DE CUMPLIMIENTO DE LA GUÍA PARA
NORMALIZACIÓN DE TRABAJOS DE FIN DE GRADO

Fecha de entrega: 13/06/2024

INFORMACIÓN DEL AUTOR
Nombres – Apellidos: Thalía Cristina Chamorro Brito
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL
Facultad: Ciencias
Carrera: Ingeniería Ambiental
Título a optar: Ingeniera Ambiental
 Ing. Rogelio Estalin Ureta Valdez MSc. Director del Trabajo de Titulación
 Ing. Javier Ignacio Briones García MSc. Asesor del Trabajo de Titulación