



**FACULTAD DE POSTGRADO**

**TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN**

**PROPUESTA PARA LA OPTIMIZACIÓN DE RUTAS DEL  
SERVICIO DE RECOLECCIÓN Y TRANSPORTE DE LOS  
RESIDUOS SÓLIDOS EN EL CASCO URBANO DE  
TALANGA, MEDIANTE EL USO DE HERRAMIENTAS  
SIG**

**SUSTENTADO POR:**

**ESTEFANÍA KURI TERCERO**

**PREVIA INVESTIDURA AL TÍTULO DE**

**MÁSTER EN  
ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS**

**TEGUCIGALPA, FRANCISCO MORAZÁN,  
HONDURAS, C.A.**

**DICIEMBRE, 2021**

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA**

**UNITEC**

**FACULTAD DE POSTGRADO**

**AUTORIDADES UNIVERSITARIAS**

**RECTOR**

**MARLON ANTONIO BREVÉ REYES**

**SECRETARIO GENERAL**

**ROGER MARTÍNEZ MIRALDA**

**VICERRECTOR ACADÉMICO**

**JAVIER ABRAHAM SALGADO LEZAMA**

**DIRECTORA NACIONAL DE POSTGRADO**

**ANA DEL CARMEN RETTALLY**

**PROPUESTA PARA LA OPTIMIZACIÓN DE RUTAS DEL  
SERVICIO DE RECOLECCIÓN Y TRANSPORTE DE LOS  
RESIDUOS SÓLIDOS EN EL CASCO URBANO DE  
TALANGA, MEDIANTE EL USO DE HERRAMIENTAS SIG**

**ASESOR METODOLÓGICO**

**PhD. CLAUDIO AURELIO DÍAZ**

**COMISIÓN EVALUADORA**

**PhD. MINA CECILIA GARCÍA LEZCANO**

**MSc. JOSUÉ ROBERTO ORDÓÑEZ**



## **FACULTAD DE POSTGRADO**

### **TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN**

# **OPTIMIZACIÓN DE RUTAS DEL SERVICIO DE RECOLECCIÓN Y TRANSPORTE DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN EL CASCO URBANO DE TALANGA, FRANCISCO MORAZÁN**

**SUSTENTADO POR:**

**ESTEFANÍA KURI TERCERO**

#### **Resumen**

Las municipalidades en Honduras se enfrentan al reto de realizar una adecuada gestión de los residuos sólidos municipales con los escasos recursos y capacidades con las que cuentan. La recolección de los residuos es la etapa de la Gestión Integral de Residuos Sólidos que genera impactos económicos en los recursos financieros de los gobiernos locales. Los costos de operación del servicio de recolección y transporte en la municipalidad de Talanga superan sus ingresos, provocando que el servicio no sea rentable. Por lo descrito anteriormente, se desarrolló esta investigación para conocer la situación actual de las operaciones de recolección de la municipalidad y analizar las causas de la ineficiencia del servicio. A partir del proceso de investigación se realizó una propuesta para la optimización del servicio de recolección mediante el uso de los sistemas de información geográfico como herramienta de análisis y planificación de las actividades de operación de la institución. Derivado de este proceso, se obtuvo un modelo de rutas cuyo objetivo fue optimizar los recorridos de las rutas de recolección y disminuir la cantidad de paradas para cada vehículo recolector, siendo este el mayor beneficio para la optimización de las rutas.

**Palabras clave:** Sistemas de Información Geográfico, recolección de residuos sólidos, Gestión Integral de Residuos Sólidos, modelo de rutas.



**POSTGRADUATE FACULTY**

**FINAL GRADUATION PROJECT**

**OPTIMIZATION OF SOLID WASTE COLLECTION AND  
TRANSPORT SERVICE ROUTES IN THE URBAN CENTER OF  
TALANGA, FRANCISCO MORAZÁN**

**BY:**

**ESTEFANÍA KURI TERCERO**

**Abstract**

Municipalities in Honduras face the challenge of properly managing the municipal solid waste with the insufficient resources and capacities they have. Waste collection is the Integral Solid Waste Management stage that generates economic impacts on the financial resources of local governments. The operating costs of the collection and transportation service in the municipality of Talanga exceed its income, causing the service to be unprofitable. Due to the above, this research was developed to dig deeper into the current situation of the municipal collection operations and analyze the causes of the inefficiency of the service. Based on the research process, a proposal was made for the optimization of the collection service through the use of geographic information systems as a tool for analysis and planning of the institution's operating activities. Derived from this process, a route model was obtained whose main goal was to optimize the routes of the collection routes and reduce the number of stops for each collection vehicle, this being the greatest benefit for the optimization of the solid waste collection routes.

**Key words:** Geographic Information Systems, solid waste collection, Integral Solid Waste Management, routes model.

## **DEDICATORIA**

A Dios por darme la fortaleza para poder concluir exitosamente una meta más en mi carrera profesional.

A mis padres, Eduardo Kuri y Blanca Tercero, a quienes les debo lo que soy. Por el amor y apoyo incondicional para seguir adelante en mis proyectos. A mi padre por el ejemplo de perseverancia y constancia que lo caracteriza.

Especialmente le dedico este logro a mi amado esposo German Moran, quien ha sido mi mayor motivador y fuerza para culminar este arduo y largo proceso.

A mis adoradas hijas quienes son el motor que me impulsa a continuar día a día.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco especialmente a Dios por permitirme llegar a esta instancia bajo su guía.

Agradezco a la Alcaldía Municipal de Talanga por abrirme las puertas y brindarme el apoyo y confianza para poder realizar esta investigación. Por permitirme aportar un granito de arena para el bienestar de la población hondureña.

A UNITEC, por poner a disposición de nuestra formación profesional, a todos sus docentes quienes compartieron sus conocimientos y experiencias en este camino de aprendizaje y de retos.

Agradecimiento especial a mi asesor de Tesis, el PhD. Claudio Díaz, quien dedico su tiempo con mucha paciencia y comprensión para guiarme en el proceso de elaboración de mi tesis.

Finalmente, a cada una de las personas que aportaron sus experiencias y conocimientos, y que estuvieron involucrados indirectamente a lo largo de este proceso.

# Contenido

|   |    |
|---|----|
| <b>I. CAPÍTULO: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b> .....    | 1  |
| 1.1 Introducción .....                                  | 1  |
| 1.2 Antecedentes del problema .....                     | 2  |
| 1.3 Definición del Problema .....                       | 4  |
| 1.3.1 Enunciado del Problema .....                      | 4  |
| 1.3.2 Formulación del Problema .....                    | 4  |
| 1.3.3 Preguntas de Investigación .....                  | 5  |
| 1.4 Objetivos .....                                     | 5  |
| 1.4.1 Objetivo General .....                            | 5  |
| 1.4.2 Objetivos específicos .....                       | 5  |
| 1.6 Justificación .....                                 | 6  |
| <b>II. CAPÍTULO: MARCO TEÓRICO</b> .....                | 7  |
| 2.1 Análisis de la Situación Actual .....               | 7  |
| 2.1.1 Marco Normativo .....                             | 7  |
| 2.1.2 Gestión de Residuos Sólidos en Honduras .....     | 8  |
| 2.1.3 Plan Director Municipal para la GIRS .....        | 9  |
| 2.1.4 Gestión de Residuos Sólidos en Talanga .....      | 10 |
| 2.1.5 Información Geográfica Nacional .....             | 11 |
| 2.1.5 Casos de éxito en el uso de SIG en Honduras ..... | 13 |
| 2.2 Teorías .....                                       | 14 |
| 2.2.1 Conceptualización .....                           | 14 |
| 2.2.2 Teorías de sustento .....                         | 27 |
| 2.3 Metodologías aplicadas .....                        | 31 |
| 2.3.1 Ciclo PHVA .....                                  | 31 |
| 2.3.2 Marco Lógico .....                                | 32 |
| <b>III. CAPÍTULO: METODOLOGÍA</b> .....                 | 34 |
| 3.1 Congruencia metodológica .....                      | 34 |
| 3.1.1 Matriz metodológica .....                         | 35 |
| 3.1.2 Esquema de variables de estudio .....             | 36 |
| 3.1.3. Operacionalización de las variables .....        | 37 |
| 3.2 Enfoque y métodos .....                             | 39 |
| 3.3 Diseño de la investigación .....                    | 39 |
| 3.3.1 Población .....                                   | 39 |
| 3.3.2 Muestra .....                                     | 40 |



|   |           |
|---|-----------|
| 3.4 Instrumentos, técnicas y procedimientos aplicados.....            | 40        |
| 3.4.1 Técnicas .....  | 40        |
| 3.4.2 Instrumentos.....   | 42        |
| 3.4.3 Procedimientos .....  | 42        |
| 3.5 Fuentes de información .....                                      | 44        |
| 3.5.1 Fuentes primarias.....  | 44        |
| 3.5.2 Fuentes secundarias .....                                       | 45        |
| <b>IV. CAPÍTULO: RESULTADOS Y ANÁLISIS .....</b>                      | <b>46</b> |
| 4.1 Situación actual de la Gestión Integral de Residuos Sólidos ..... | 46        |
| 4.1.1 Análisis Técnico – Operativo.....                               | 47        |
| 4.1.2 Análisis económico.....   | 64        |
| 4.1.3 Análisis Socio cultural .....                                   | 66        |
| 4.2 Modelo de Rutas .....   | 67        |
| 4.2.1 Generación de Residuos.....                                     | 68        |
| 4.2.2 Rutas .....   | 70        |
| 4.3 Caso de Estudio.....  | 73        |
| 4.3.1 Alternativa 1: Método de recolección con contenedores .....     | 73        |
| 4.4.1 Alternativa 2: Brigadas de recolección con contenedores .....   | 74        |
| 4.4 Rutas Optimizadas.....  | 75        |
| 4.4.2 Frecuencia .....  | 79        |
| 4.4.3 Análisis Económico .....  | 84        |
| <b>V. CAPÍTULO: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>              | <b>85</b> |
| 5.1 Conclusiones.....   | 85        |
| 5.2 Recomendaciones.....  | 88        |
| <b>VI. CAPÍTULO: APLICABILIDAD .....</b>                              | <b>89</b> |
| 6.1 Acta de Constitución .....  | 89        |
| 6.2 Conceptualización del proyecto .....                              | 92        |
| 6.2.1 Análisis de Participación.....                                  | 92        |
| 6.2.2 Análisis de Problemas.....                                      | 93        |
| 6.2.3 Análisis de Objetivos.....                                      | 93        |
| 6.2.4 Análisis de Alternativas .....                                  | 94        |
| 6.3 Plan de Gestión del Alcance .....                                 | 96        |
| 6.3.1 Recopilación de Requisitos.....                                 | 99        |
| 6.3.2 Definición del Alcance .....                                    | 101       |
| 6.3.3 EDT/WBS .....   | 105       |

|   |            |
|---|------------|
| 6.3.4 Validación del Alcance .....                        | 109        |
| 6.3.5 Controlar el Alcance .....                          | 109        |
| 6.4 Plan de Gestión del Cronograma.....                   | 109        |
| 6.4.1 Planificar la Gestión del Cronograma.....           | 109        |
| 6.4.2 Definición de las Actividades.....                  | 110        |
| 6.4.3 Cronograma.....                                     | 112        |
| 6.5 Plan de Gestión de Costos .....                       | 112        |
| 6.5.1 Estimación de Costos.....                           | 112        |
| 6.5.2 Presupuesto .....                                   | 114        |
| 6.6 Plan de Gestión de la Calidad .....                   | 115        |
| 6.6.1 Métricas de calidad.....                            | 115        |
| 6.6.2 Gestionar la Calidad .....                          | 116        |
| 6.7 Plan de Gestión de Recursos.....                      | 116        |
| 6.7.1 Estimar los Recursos de las Actividades.....        | 122        |
| 6.7.2 Requisitos de Recursos .....                        | 123        |
| 6.8 Plan de Gestión de Comunicaciones .....               | 127        |
| 6.8.1 Requisitos de Comunicaciones.....                   | 127        |
| 6.8.2 Roles .....   | 127        |
| 6.8.2 Matriz de Comunicaciones.....                       | 129        |
| 6.9 Plan de Gestión de Riesgos.....                       | 131        |
| 6.9.1 Identificar los Riesgos .....                       | 131        |
| 6.9.2 Análisis de Riesgos.....                            | 132        |
| 6.9.3 Respuesta a los Riesgos .....                       | 134        |
| 6.10 Plan de Gestión de Adquisiciones .....               | 136        |
| 6.10.1 Proceso de Licitación de bienes.....               | 136        |
| 6.10.2 Concurso de Servicios Profesionales .....          | 137        |
| 6.11 Plan de Gestión de Interesados .....                 | 138        |
| 6.11.1 Identificación de Interesados.....                 | 138        |
| 6.11.2 Plan de Involucramiento de los Interesados .....   | 143        |
| 6.11.3 Gestión el Involucramiento de los Interesados..... | 145        |
| <b>REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA .....</b>                     | <b>146</b> |
| <b>ANEXOS .....</b>                                       | <b>149</b> |

## Índice de Figuras

|  |     |
|--|-----|
| <b>Figura 1.</b> Representación con modelo de dato ráster .....  | 22  |
| <b>Figura 2.</b> Tipos de geometrías de datos vectoriales .....  | 22  |
| <b>Figura 3.</b> Vista del workspace de ArcMap de ESRI .....   | 23  |
| <b>Figura 4.</b> Fase de Diseño - Pasos para el diseño de un proyecto .....                                  | 30  |
| <b>Figura 5.</b> Relación Ciclo PHVA y los Grupos de Procesos del PMI .....                                  | 31  |
| <b>Figura 6.</b> Esquema de Instrumentos de investigación .....  | 42  |
| <b>Figura 7.</b> Diseño de la investigación .....  | 43  |
| <b>Figura 8.</b> Mapa de Procesos de la Alcaldía Municipal de Talanga .....                                  | 46  |
| <b>Figura 9.</b> Ruta A en recorrido del viernes. ....   | 49  |
| <b>Figura 10.</b> Ruta A en recorrido del jueves.....  | 49  |
| <b>Figura 11.</b> Mapa Barrios y Colonias del casco urbano de Talanga, Francisco Morazán .....               | 53  |
| <b>Figura 12.</b> Gráfico Volumen de residuo generado por barrio y colonia.....                              | 54  |
| <b>Figura 13.</b> Gráfica Comparativa volumen de generación diario vs. volumen de residuo<br>acumulado ..... | 55  |
| <b>Figura 14.</b> Gráfica porcentaje de red vial en el casco urbano de Talanga .....                         | 58  |
| <b>Figura 15.</b> Mapa Red Vial casco urbano de Talanga, Francisco Morazán .....                             | 59  |
| <b>Figura 16.</b> Método de recolección de acera.....  | 60  |
| <b>Figura 17.</b> Método de recolección de parada fija.....  | 61  |
| <b>Figura 18.</b> Ruta B.....  | 62  |
| <b>Figura 19.</b> Ruta A .....   | 62  |
| <b>Figura 20.</b> Ruta C.....  | 63  |
| <b>Figura 21.</b> Gráfica Contribuyentes vs. Población total por Barrio o Colonia.....                       | 65  |
| <b>Figura 22.</b> Ubicación de zona comercial .....  | 69  |
| <b>Figura 23.</b> Análisis de la distancia más corta. ....   | 71  |
| <b>Figura 24.</b> Análisis de paradas.....   | 71  |
| <b>Figura 25.</b> Recorrido original, Ruta C.....  | 72  |
| <b>Figura 26.</b> Re diseño de recorrido de ruta C.....  | 72  |
| <b>Figura 27.</b> Ruta rediseñada.....   | 72  |
| <b>Figura 28.</b> Ruta con contenedores.....   | 74  |
| <b>Figura 29.</b> Zonificación habitacional y comercial del casco urbano.....                                | 76  |
| <b>Figura 30.</b> Rutas re diseñadas .....   | 77  |
| <b>Figura 31.</b> Rutas existentes con recorrido vertical.....   | 77  |
| <b>Figura 32.</b> Ruta C existente .....   | 78  |
| <b>Figura 33.</b> Ruta C re diseñado .....   | 78  |
| <b>Figura 34.</b> Árbol de problemas .....   | 93  |
| <b>Figura 35.</b> Ábol de Objetivos .....  | 94  |
| <b>Figura 36.</b> Organigrama del proyecto .....   | 117 |
| <b>Figura 37.</b> Estructura de Desglose de Recursos (EDR) .....   | 122 |
| <b>Figura 38.</b> Estructura de Desglose de Recursos (EDR) .....   | 132 |
| <b>Figura 39.</b> Estructura de Desglose de Interesados (EDI) .....  | 138 |
| <b>Figura 40.</b> Flujo de información .....   | 140 |

## Índice de Tablas

|  |     |
|--|-----|
| <b>Tabla 1.</b> Disciplinas que emplean los SIG.....   | 18  |
| <b>Tabla 2.</b> Software SIG empleado en Honduras.....   | 20  |
| <b>Tabla 3.</b> Barrios y Colonias en el casco urbano de Talanga, Francisco Morazán.....             | 40  |
| <b>Tabla 4.</b> Datos espaciales .....   | 44  |
| <b>Tabla 5.</b> Calendario de distribución de rutas .....  | 48  |
| <b>Tabla 6.</b> Estimación de la población por barrio y colonia .....                                | 51  |
| <b>Tabla 7.</b> Estimación de área de cobertura del servicio de tren de aseo .....                   | 52  |
| <b>Tabla 8.</b> Estimación de residuos sólidos generados por barrio y colonia.....                   | 56  |
| <b>Tabla 9.</b> Estimación de residuos sólidos recolectados por ruta-recorrido .....                 | 57  |
| <b>Tabla 10.</b> Contribuyentes por barrio y colonia .....   | 64  |
| <b>Tabla 11.</b> Costos de Operación del servicio de recolección y transporte .....                  | 66  |
| <b>Tabla 12.</b> Generación de residuos en el casco urbano de Talanga.....                           | 68  |
| <b>Tabla 13.</b> Recorridos re diseñados .....   | 77  |
| <b>Tabla 14.</b> Costos de Operación del servicio de tren de aseo de la Municipalidad de Talanga ... | 84  |
| <b>Tabla 15.</b> Evaluación cuantitativa de alternativas.....  | 95  |
| <b>Tabla 16.</b> Documentación de Requisitos.....  | 100 |
| <b>Tabla 17.</b> EDT en vista tabular .....  | 105 |
| <b>Tabla 18.</b> Lista de Actividades .....  | 110 |
| <b>Tabla 19.</b> Estimación de costos del proyecto.....  | 113 |
| <b>Tabla 20.</b> Roles y Responsabilidades.....  | 117 |
| <b>Tabla 21.</b> Matriz RACI.....  | 120 |
| <b>Tabla 22.</b> Matriz de Recursos .....  | 124 |
| <b>Tabla 23.</b> Estrategia de comunicación.....   | 127 |
| <b>Tabla 24.</b> Matriz P-I.....   | 132 |
| <b>Tabla 25.</b> Rangos para la clasificación de los riesgos .....                                   | 133 |
| <b>Tabla 26.</b> Involucramiento de Interesados.....   | 143 |

# **I. CAPÍTULO: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

En el capítulo I se identifica la necesidad o problemática existente en la municipalidad de Talanga en relación con la gestión de los residuos sólidos. Este capítulo ofrece un panorama preliminar de la situación general del tema de estudio, así como los antecedentes que fundamentan la necesidad de llevar a cabo esta investigación.

## **1.1 Introducción**

En el Capítulo I se delimita el alcance de la investigación y se definen los objetivos que se estarán abordando en el marco de la problemática actual del manejo de los residuos sólidos, específicamente en la fase de recolección y transporte. El propósito de del trabajo desarrollado es precisamente presentar una propuesta para solucionar la situación en la que se encuentra la municipalidad de Talanga en relación con el servicio de tren de aseo de la ciudad.

El enfoque principal del estudio es demostrar la aplicabilidad de los sistemas de información geográfico en la optimización de las rutas del servicio de tren de aseo mediante un análisis del funcionamiento del servicio como tal y el nivel de cobertura del servicio a través del análisis geográfico.

El capítulo II se sumerge en la situación actual de la gestión de los residuos sólidos en la ciudad de Talanga. Adicionalmente se expone el contenido teórico que sustenta el desarrollo de la investigación, ahondando en conceptos técnicos de los sistemas de información geográfico y su aplicabilidad en la gestión integral de los residuos sólidos.

En el capítulo III se desarrolla y expone la metodología de investigación y los instrumentos aplicados para la recopilación de la información para el desarrollo de este trabajo. El capítulo detalla sobre las variables que fueron empleadas para representar y evaluar los elementos esenciales del problema.

En el capítulo IV se desarrolla el análisis de la información recopilada para poder explicar las causas de la problemática planteada. En este capítulo se evidencia el nivel de cobertura que brinda el servicio de recolección y transporte de los residuos sólidos en la ciudad de Talanga, además se muestra el valor que ofrece el uso de los sistemas de información geográfico en la planificación de actividades operativas.

El capítulo V, a su vez, enuncia los principales hallazgos de la investigación en función de los objetivos planteados inicialmente. Además, ofrecer algunas recomendaciones con relación a otros aspectos que se pueden ser evaluados en cuanto al manejo de los residuos sólidos en la municipalidad.

Finalmente, en el capítulo VI, basado en la investigación realizada previamente, se desarrolla la aplicabilidad de una propuesta de proyecto que aporte al mejoramiento de la gestión de los residuos sólidos en la ciudad y consecuentemente el servicio de recolección y transporte de los residuos sólidos.

## 1.2 Antecedentes del problema

La gestión del territorio y sus recursos es un reto. Las herramientas SIG poseen potencialidades que aún se encuentran siendo explotadas de manera incompleta por las instituciones del Estado. Esto se debe a diversos factores tales como los altos costos que implica obtener un software SIG. Por otro lado, la administración pública no cuenta con información geográfica a escala local, así como la falta de capacidades técnicas y que los tomadores de decisiones no conocen las ventajas que proporcionan estas herramientas en la gestión de los activos.

Las SIG son herramientas que han sido probadas y utilizadas en diversos rubros para la gestión de los activos. Estas herramientas han sido empleadas en la planificación y gestión de los servicios públicos urbanos, redes de transporte, conservación y protección de recursos

naturales, ciencias de la salud, manejos forestales, prevención de desastres naturales, entre otros (Chalkias & Lasaridi, 2011, p. 419).

Existen diversos casos de estudio en torno al uso de SIG para la optimización de rutas de recolección de los residuos sólidos. El caso de estudio en México plantea el uso de los Sistemas de Información Geográfica como una herramienta para el diagnóstico y análisis espacial para poder planificar la gestión del territorio y sus recursos. Según los autores (Aguilar & Zambrano, 2015), uno de los principales retos en el manejo de los residuos no es la cantidad de residuos generados, sino el esfuerzo operativo que demanda la recolección, así como los altos costos de operación para las municipalidades.

En la medida que crece la población, hay un aumento en la generación de los desechos sólidos. Es normal que surja una mayor preocupación por parte de las municipalidades en aumentar la cobertura y hacer uso eficiente de los recursos del servicio de recolección y transporte. La optimización del servicio de recolección de los residuos mediante la propuesta del uso de un modelo de rutas SIG puede reducir los costos de operación del servicio de las municipalidades (Ghose et al., 2006).

En su mayoría las municipalidades brindan el servicio ya sea con recursos económicos propios o mediante la terciarización del servicio, lo cual genera fuertes erogaciones económicas. Los resultados en un caso de estudio en Granada, España indican que la ciudad poseía una cantidad excesiva de contenedores causando que el servicio fuera ineficiente, aumentando los costos de operación debido al alto consumo de combustible de los vehículos, rutas con grandes longitudes y tiempos de recolección muy altos (Zamorano, y otros, 2009).

Los sistemas de información geográfico tienen un rol importante en el manejo de los residuos sólidos ya que la herramienta cuenta con una amplia variedad de aplicaciones, entre ellas herramientas que permiten generar modelos para la optimización del servicio de

recolección anticipando el volumen de generación de los residuos mediante un análisis demográfico y de las redes de transporte que componen las ciudades.

### 1.3 Definición del Problema

#### 1.3.1 Enunciado del Problema

Según el informe sobre la situación de la gestión de residuos sólidos, de manera general, los resultados arrojan información relevante sobre el manejo de los residuos en los gobiernos locales (Padilla & Barahona, s. f.). En primer lugar, en su mayoría, las municipalidades no tienen o no han recibido capacitaciones relacionadas al manejo de los residuos sólidos; existen dos modalidades en las que lleva a cabo la recolección de los residuos, de manera formal e informal. Muy pocos municipios realizan el proceso de segregación y recuperación de materiales y ningún municipio cuenta con programas de sensibilización o educación ambiental relacionado a la gestión de los residuos sólidos.

En su mayoría las municipalidades desconocen los costos de operación, así como los recursos económicos y logísticos que se requieren para la prestación de los servicios de recolección. Consecuentemente, en algunas municipalidades esto provoca un subsidio del servicio ya que la municipalidad no cuenta con mecanismos de recuperación de la inversión.

#### 1.3.2 Formulación del Problema

Los gobiernos locales carecen de capacidades técnicas – operativas en el manejo integrado de los residuos sólidos. A pesar de que cuentan con herramientas que facilitan la planificación y gestión de los residuos, solamente el 20% de los 298 municipios de Honduras proveen el servicio de recolección mediante un departamento o unidad municipal.

Particularmente, la ciudad de Talanga, Francisco Morazán cuenta con un servicio de recolección y transporte de los residuos, sin embargo, se desconoce el nivel de cobertura ya



que no cuentan con una planificación del servicio ni indicadores. La municipalidad no cuenta con información geográfica a escala local que les permita identificar los barrios y colonias en los que se brinda el servicio de recolección y transporte o a los que no reciben el servicio. La realidad de la municipalidad de Talanga es que no cuentan con un servicio planificado; cuentan con rutas definidas, horario y frecuencia insuficiente. ¿Cómo se puede aumentar el nivel de cobertura y la eficiencia del servicio de recolección y transporte de los desechos sólidos de la ciudad de Talanga, Francisco Morazán mediante el uso de los sistemas de información geográfico?

### 1.3.3 Preguntas de Investigación

- ¿Cuáles son las deficiencias del servicio de recolección y transporte actual?
- ¿Cuál es la demanda existente del servicio de recolección y transporte?
- ¿Cuál es el método de recolección más apropiado para aumentar la cobertura del servicio?

## 1.4 Objetivos

### 1.4.1 Objetivo General

Establecer un modelo de rutas para la optimización del servicio de recolección y transporte de los residuos sólidos para el casco urbano de Talanga mediante el uso de herramientas SIG, aplicando métodos de gestión de proyectos.

### 1.4.2 Objetivos específicos

- Identificar las deficiencias del servicio de recolección y transporte de residuos de la alcaldía municipal de Talanga, Francisco Morazán.

- Conocer la demanda actual del servicio de recolección y transporte de los residuos mediante un análisis de volumen de generación de residuos a través del análisis geográfico.
- Determinar el método de recolección más apropiado y rediseño de nuevas rutas para aumentar la cobertura del servicio mediante un análisis de distancias empleando las redes de transporte.

## 1.6 Justificación

La investigación fundamentará la necesidad de utilizar herramientas SIG en la planificación de la prestación de los servicios públicos en la administración pública. Adicionalmente, es importante que los tomadores de decisiones conozcan las bondades que ofrecen los SIG y la importancia de contar con información espacial, ya que ofrecen una perspectiva diferente en cuanto a planificación y gestión de los activos.

En principio, es difícil planificar un sistema de recolección si se desconocen los elementos geográficos que componen el territorio. La gestión adecuada del territorio comienza por generar un inventario de datos geográficos, los cuales son utilizados de acuerdo con el análisis que se requiere realizar. En el caso del servicio de recolección, se requiere que las municipalidades cuenten con un inventario de la cantidad de viviendas, barrios y colonias y los tipos vías de comunicación para poder planificar adecuadamente las rutas y los tiempos óptimos para garantizar el servicio a la totalidad de la población urbana.

## II. CAPÍTULO: MARCO TEÓRICO

El capítulo II se da a conocer la situación actual en relación con la gestión de los residuos sólidos a nivel de país y posteriormente a nivel de la municipalidad que se está analizando. Además, se ofrece un panorama de las herramientas con las que cuentan los gobiernos locales para la planificación de sus actividades en el marco de la gestión de los residuos.

Adicionalmente se proporciona un breve contexto sobre la información geoespacial en Honduras, y un caso de éxito de la aplicabilidad de los sistemas de información geográfico en las operaciones de una empresa. El análisis de todos los elementos mencionados anteriormente permitirá que se desarrolle la investigación en función de las necesidades que se plantean atender.

### 2.1 Análisis de la Situación Actual

#### 2.1.1 Marco Normativo

La administración y prestación de los servicios públicos se deben enmarcar en la jerarquía normativa del país. El marco normativo en el cual se rigen las instituciones involucradas en el manejo de los residuos sólidos en Honduras inicia con la Carta Magna, la Constitución de la República que establece que el Estado de Honduras debe conservar el medioambiente con el fin de proteger la salud de la población.

Cabe mencionar que el ordenamiento jurídico de Honduras no cuenta con una ley específica para la gestión integrada de los residuos sólidos. Sin embargo, existen leyes que ofrecen lineamientos en el manejo de los residuos sólidos, para lo cual estas actividades se apegan a las disposiciones de la Ley General del Ambiente y a la Ley de Municipalidades.

En materia de reglamento generales vinculados directamente a la gestión de los residuos sólidos son: el Reglamento para el Manejo Integral de Residuos Sólidos, creado mediante el

Acuerdo No. 1576-2010 (La Gaceta, 2011); Reglamento para el Manejo de Desechos Peligrosos Generados en los Establecimientos de Salud, creado mediante el Acuerdo No. 07-2008 (La Gaceta, 2008); y finalmente, de manera indirecta, el Reglamento del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental, Acuerdo No.189-2009 (La Gaceta, 2009a).

Según su estructura orgánica las municipalidades tienen la obligación, dentro de sus funciones y atribuciones, como una unidad administrativa, de prestar el servicio público del aseo e higiene en el municipio y cumplir con el mandato que se les ha delegado por Ley.

### 2.1.2 Gestión de Residuos Sólidos en Honduras

La Gestión Integral de Residuos Sólidos inicia en Honduras en el 2001 con la creación del Reglamento para el manejo de los residuos sólidos mediante el Acuerdo 378 – 2001 estableciendo medidas para el manejo del residuo desde la fuente de generación hasta su disposición final.

En 2016 el Estado de Honduras llevó a cabo un diagnóstico sobre la situación de la gestión de los residuos sólidos en el país. El diagnóstico fue coordinado por la Dirección General de Gestión Ambiental de MiAmbiente por parte del proyecto Estrategia Nacional para la gestión de residuos en Honduras, ejecutado por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. El diagnóstico ha permitido al estado de Honduras identificar la tasa de producción de residuos sólidos, así como aspectos generales de la gestión actual de los residuos (Centro Nacional de Producción más Limpia de Honduras, 2016).

Se logró estimar que en Honduras se produce alrededor de 5,666 ton de residuos al día, 1.97 millones de toneladas al año y una tasa de producción per cápita es 0.65 kg/persona-día (Centro Nacional de Producción más Limpia de Honduras, 2016).

El diagnóstico sobre la evaluación de los mecanismos de recolección y transporte de los residuos ha permitido identificar el nivel de cobertura, la frecuencia y el tipo de equipo que

se utiliza para brindar el servicio. El estudio realizado en 2016 determinó que el nivel de cobertura del servicio varía según la categorización del municipio, en general el rango oscila entre el 60% y 77% de cobertura en las zonas urbanas (Centro Nacional de Producción más Limpia de Honduras, 2016).

Los hallazgos más relevantes del diagnóstico, en relación con los mecanismos de recolección y transporte son los siguientes:

1. Las municipalidades designan un bajo presupuesto a la gestión de los residuos sólidos o utilizan contratistas para cubrir el servicio. La terciarización del servicio es la modalidad más empleada entre las municipalidades.
2. Los equipos empleados para la recolección y transporte de los residuos son volquetas, camiones y compactadoras.
3. En relación con la frecuencia del servicio en las municipalidades, se determinó que el servicio se ofrece al menos una vez a la semana, y en caso de las ciudades densamente pobladas se brinda el servicio al menos tres veces en la semana. En zonas periféricas, la frecuencia del servicio es cada quince días.

### 2.1.3 Plan Director Municipal para la GIRS

En apoyo al fortalecimiento de los gobiernos locales, bajo el apoyo de diversos organismos de cooperación internacional, se han elaborado diversas herramientas que facilitan la planificación para la gestión de los residuos sólidos. Una de ellas es la Guía Nacional para la Formulación de Planes Directores Municipales de Gestión Integrada de Residuos Sólidos (GIRS), la cual es un instrumento orientador que permite a las municipalidades mejorar la planificación y la gestión de los desechos sólidos y consecuentemente mejorar la cobertura y la calidad del servicio. En función del mejoramiento de la cobertura y calidad del servicio, la Guía Nacional sugiere un diagnóstico de la municipalidad dividido en grandes componentes:

Institucional – Legal, Económico – Financiero, Técnico – Operativo, Sociocultural y Ambiental.

El análisis técnico – operativo es el componente en el que se enfoca en la operatividad del servicio de aseo e higiene de la municipalidad, la guía indica que se debe evaluar el volumen de generación de residuo que se produce en el municipio, el horario, frecuencia, cobertura y sus rutas. Cabe mencionar que la guía no sugiere metodología alguna o herramienta geográfica para el análisis de los elementos mencionados anteriormente.

#### 2.1.4 Gestión de Residuos Sólidos en Talanga

Talanga es un municipio de categoría B según la clasificación desarrollada por la Secretaría de Derechos Humanos, Justicia, Gobernación y Descentralización. Las categorizaciones se atribuyen a partir del índice de desarrollo del municipio y el índice de desempeño de la municipalidad.

Pese a los esfuerzos realizados para el fortalecimiento de los gobiernos locales, existen debilidades y deficiencias en los procesos de la prestación de los servicios públicos. Talanga no cuenta con un Plan Director para la gestión integral de residuos sólido. La municipalidad se enfrenta al reto de brindar cobertura del servicio de recolección y transporte de los residuos, ya que este servicio no se encuentra planificado ni automatizado. Las autoridades municipales no cuentan con información debidamente documentada, por lo que no se cuenta con información detallada sobre el manejo de los residuos sólidos en el municipio.

Basado en la información preliminar brindada por el alcalde, el servicio de recolección y transporte de la municipalidad de Talanga cuenta con rutas, horario y frecuencia establecidos insuficiente. La persona encargada de la división DIMAS, indica que la frecuencia es de 1 vez por semana, y que incluso algunas áreas quedan desatendidas. El horario del servicio es abierto, entre las 08:00 AM y 04:00 PM de lunes a viernes. En relación con el servicio de tren de aseo

según la conversación sostenida con el equipo de DIMAS, la población Talangueña constantemente claman que el servicio debería ser más frecuente y en la mayoría de los casos claman que no reciben el servicio. La municipalidad utiliza tres (3) vehículos para la recolección y transporte de los residuos; el equipo empleado por la municipalidad son las volquetas.

La volqueta es el vehículo empleado por las municipalidades debido a los escasos recursos con los que cuentan para poder adquirir los vehículos adecuados para el desarrollo de las operaciones de recolección de residuos. El tipo de vehículo empleado hace una diferencia en el volumen del residuo recolectado. Las volquetas al igual que los camiones recolectores cuentan con una capacidad de 12 m<sup>3</sup>, sin embargo, la diferencia radica en la compactación del residuo. Los camiones compactadores permiten la recolección efectiva de su capacidad y reduciendo la cantidad de viajes. Por el contrario, las volquetas recolectan residuo suelto ocupando mayor cantidad de área reduciendo la cantidad de residuo que puede ser recolectado.

#### 2.1.5 Información Geográfica Nacional

En materia de datos espaciales, el Estado de Honduras ha venido realizando la labor de generar y centralizar datos espaciales en diferentes escalas. Es por ello, que se creó el Sistema Nacional de Información Territorial también denominado SINIT con la finalidad de consolidar y administrar capas de información temáticas que servirán de base para el análisis y planificación territorial a nivel municipal o regional.

El SINIT cuenta con un amplio catálogo de datos espaciales, divididos en cuatro grandes temáticas: Cartografía básica, Fisiografía y Recursos Naturales, Infraestructura, Redes y Equipamiento y Aspectos sociales y Económicos, y cada uno cuenta con sus subtemas respectivamente. La información geográfica se encuentra disponible en una plataforma con libre acceso a los usuarios, además cuenta con un sistema de codificación para evitar la

duplicidad de la información. Cabe mencionar que la mayor parte de la información geográfica disponible se encuentra a escala nacional, la cual fue creada con el fin de ofrecer insumos para la planificación y ordenamiento territorial.

En materia de planificación territorial, el municipio de Talanga no cuenta con un Plan de Desarrollo Urbano o un Plan de Ordenamiento Territorial ya que la organización no contempla la elaboración de este. Los datos espaciales a escala municipal son más escasos. Los gobiernos locales no cuentan información geográfica para la gestión de sus territorios, pese que, dentro de sus facultades, deben administrar y gestionar sus recursos o activos dentro de los límites territoriales que les corresponden.

La información censal del Instituto Nacional de Estadística (INE) indica que el municipio de Talanga tiene una población proyectada de 41,438 habitantes, divididos en 24,974 habitantes en el área urbana y 16,463 habitantes en el área rural. Según el Instituto Geográfico Nacional (IGN) el límite administrativo del municipio de Talanga tiene un área de 429.43 Km<sup>2</sup>, y se encuentra subdividido por el nivel administrativo más bajo, conformado por 16 aldeas y con 96 caseríos registrado en el censo INE 2018. La población en el casco urbano de Talanga se encuentra dividida por 30 barrios y colonias. Debido a que la municipalidad no cuenta con un Plan de Ordenamiento Territorial, se desconocen los límites de las zonas comerciales dentro del casco urbano.

La cartografía a nivel municipal tiene un rol importante, ya que la representación gráfica en 2<sup>da</sup> dimensión (2D) de los elementos que conforman el territorio facilita la planificación de este. La municipalidad de Talanga cuenta con información catastral, sin embargo, la información es antigua y no se encuentra en formatos digitales que puedan ser manipulados y analizados por medio de herramientas geográficas. Los límites de los barrios y



colonias , al igual que la información catastral, se encuentran en documentos impresos desactualizados.

La falta de información geográfica impide la planificación adecuada del servicio de recolección y transporte de los residuos sólidos debido a que el diseño de las rutas, su horario y frecuencia debe basarse en la cantidad de predios que debe atenderse. Hay otros elementos que el planificador de las rutas debe tener en cuenta como la red vial dentro del casco urbano, que incluye la dirección de las vías y la cantidad de vías (carriles) que conforman las calles, el ancho de las calles y finalmente el tipo de material de construcción de las calles. Otros elementos para considerar pueden ser la cantidad de techos o predios que componen las manzanas, la zonificación de la ciudad que comprende la identificación de las zonas habitacionales, zonas comerciales y, si fuera el caso, las zonas industriales.

#### 2.1.5 Casos de éxito en el uso de SIG en Honduras

El uso de sistemas de información geográfico tiene un gran potencial para la planificación del territorio y sus actividades, sin embargo, esta herramienta hasta el momento es utilizada por la administración pública para el análisis de riesgos ante desastres naturales, clasificación del uso y cambios en el uso de suelo, la caracterización biofísica del territorio hondureño, zonificación territorial, etc.

Empresa Energía Honduras es una organización en Honduras, cuya labor consiste en la administración y gestión de la infraestructura eléctrica a nivel nacional. La empresa es un caso exitoso en cuanto al uso de SIG para la administración de los activos, ya que la herramienta le permitió obtener un inventario de la red de distribución facilitando y mejorando los procesos comerciales de la organización y de atención de las incidencias u órdenes de servicio (*Riveiro - FACULTAD DE POSTGRADO TESIS DE POSTGRADO REDUCIR E.pdf, s. f.*).

Los SIG en EEH fueron empleados en dos etapas. La primera etapa consistió en la digitalización de cartografía para representar elementos como los barrios y colonias, techos, vías de comunicación, catastro, elementos cartográficos básico como las manzanas, canchas, puentes, entre otros. Adicionalmente, se generaron capas con información georreferenciado del posicionamiento geográfico de las oficinas de atención al cliente y definiendo sus áreas de cobertura.

En la segunda etapa, se realizaba un análisis geográfico de los elementos digitalizados para poder ordenar la base de datos de los usuarios de la red. El proceso descrito anteriormente permitió a la empresa encontrar las áreas en las cuales había hurto de energía, y que éstas representan pérdidas económicas para la ENEE. La información geográfica generada en la coordinación GIS permitió a la empresa planificar las operaciones de campo de la empresa mediante un análisis geográfico, generando un impacto positivo en las finanzas de esta.

## 2.2 Teorías

### 2.2.1 Conceptualización

#### 2.2.1.1 Manejo de Residuos Sólidos

Los residuos sólidos se definen como todo aquel material no peligroso, que es descartado, es decir que no tienen utilidad o valor para el usuario. Los residuos pueden clasificarse según su procedencia y características en residuos no peligrosos y residuos peligrosos. En esta ocasión solamente se considerarán los residuos sólidos urbanos, no peligrosos.

El manejo de los residuos sólidos consiste en una serie de operaciones al que se someten los residuos sólidos hasta su disposición final(*Compendio de leyes Ambientales.pdf*, s. f., p. 431). El reglamento para el manejo de los residuos sólidos establece que el manejo se divide en las siguientes actividades: almacenamiento, recolección, transporte, recuperación,

tratamiento y disposición final. En esta ocasión el enfoque principal en el manejo de los residuos sólidos es la etapa o actividad de almacenamiento, recolección y transporte y la disposición final.

La actividad de almacenamiento es fundamental en el manejo de los residuos. Esta actividad se define como la acción de retener temporalmente los residuos sólidos previo a su recolección y disposición final. En esta actividad es importante que el prestador del servicio público considere factores como: la disponibilidad de espacio, la ubicación geográfica, aspectos estéticos y de salud pública (Gómez, 2000, p. 128).

Se define la actividad de recolección como la acción de recoger los residuos sólidos de las fuentes generadoras y sitios de almacenamiento. La recolección es una de las etapas a las que se le brinda mayor atención ya que es la actividad que está directamente relacionada con el usuario y es la que genera fuertes erogaciones económicas.

El proceso de recolección se encuentra directamente relacionado con la actividad de disposición final, ya que una vez que los residuos sólidos son recolectados deben ser transportados y dispuestos adecuadamente. Se define como disposición final como la última etapa en el manejo de los residuos sólidos. Es la operación final controlada y ambientalmente adecuada de los desechos sólidos, según su naturaleza.

Según el reglamento en materia de residuos sólidos en Honduras, se establece que existen dos modalidades de manejo: la prestación del servicio público y manejo especial. El objetivo de la prestación del servicio público es proveer un manejo integrado de los residuos domiciliarios, comerciales, institucional, agrícola y hospitalaria, siempre y cuando estos sean considerados no peligrosos. (*Compendio de leyes Ambientales.pdf*, s. f.)

Tal como se describió en la situación actual, un manejo adecuado de los residuos sólidos implica una evaluación del volumen de generación ya que este aspecto determina las rutas, los

horarios y las frecuencias de recolección. La generación es el volumen de producción de residuos sólidos; la estimación de la generación debe calcularse basado en la población generadora. Es importante mencionar que los generadores de residuos pueden ser toda persona natural, jurídico (público o privado), que por sus actividades se generen residuos sólidos(*Compendio de leyes Ambientales.pdf*, s. f.). Consecuentemente, los volúmenes de generación pueden variar según su fuente generadora.

### **Método de Recolección**

La eficiencia de las rutas de recolección depende de la selección adecuada del método de recolección. Hay factores que deben ser considerado en el proceso de selección del método de recolección que incluye un análisis demográfico y geográfico del área de estudio, además de un análisis de las capacidades de la municipalidad con relación a la cantidad de personal y equipo disponible.

Existen diferentes métodos de recolección de los cuales se pueden mencionar los siguientes:

- Método de Esquina o Parada fija – este método de recolección consiste en que los usuarios se acerquen al vehículo para depositar sus residuos sólidos.
- Método de Acera – consiste en que el personal que acompaña al operario del vehículo tome los recipientes o las bolsas de residuos, colocados en las aceras por los usuarios, para introducirlas al vehículo recolector.
- Método de contenedores – este método es similar al método de esquina o parada fija con la diferencia que los residuos se recolectan a través de contenedores de almacenamiento colectivo.

## **Aplicación del SIG para el análisis de redes de transporte**

Para resolver la problemática de la cobertura y la ineficiencia del servicio de recolección y transporte de los residuos sólidos, se requiere analizar variables como los tipos o clasificación de las vías de comunicación, tiempos de recorrido, distancias, volumen de generación y distribución geográfica de la población. Es por ello que los SIG son una herramienta apropiada para efectuar el análisis para problemas complejos de las redes de transporte.

### **2.2.1.2 Sistemas de Información Geográfico**

En la actualidad las tecnologías de la información han tenido un impacto importante en diversos rubros, el contexto geográfico no fue la excepción. Con la evolución de las tecnologías de la información se logró la captura, almacenamiento y manipulación de la información espacial.

La información espacial puede ser obtenida a través de diversas fuentes (Raju, s. f.):

- **Objetos del mundo Real;** esto implica que lo que se trata de representar gráficamente son condiciones existentes en el terreno. Por ejemplo, la susceptibilidad de un territorio a ser inundado.
- **Capturado;** esto significa que la información es extraída a partir de la interpretación de una imagen satelital y que los elementos en la imagen pueden ser graficados.
- **Interpretados;** esta información surge a partir del análisis de la superposición de dos o más elementos representados. Por ejemplo, los conflictos de uso de suelo.
- **Codificados;** esto significa que la información es generada a partir de registros. Por ejemplo, los registros históricos de temperatura.
- **Estructurados;** información estructurada u organizada en tablas. Por ejemplo, información tabulada de las condiciones de evolución de una depresión tropical.

El software empleado para la captura, manipulación y análisis de la información espacial es el ArcGIS de ESRI, el cual es ampliamente utilizado para resolver problemas complejos de planificación y gestión. Este sistema es ampliamente utilizado por diversas disciplinas, entre ellas las siguientes:

**Tabla 1.** Disciplinas que emplean los SIG

| <b>Objetivo de la disciplina</b>                   | <b>Disciplina</b>  |
|--|--|
| Desarrollo de conceptos espaciales                 | Geografía  |
| Captura y procesamiento de la información espacial | Sensores remotos   |
|  | Topografía   |
|  | Cartografía  |
|  | Fotogrametría  |
|  | Estadística  |
| Aplicaciones                                       | Silvicultura   |
|  | Planificación Urbana                                       |
|  | Servicios públicos (energía eléctrica, agua potable, etc.) |

Fuente: (Raju, s. f.)

(Burrough et al., 2015) define los SIG como “Un potente conjunto de herramientas para recopilar, almacenar y recuperar a voluntad, transformar y mostrar datos espaciales del mundo real”. Hay diversas definiciones de los SIG, se pueden resumir en que son un sistema integrado por hardware, software y datos mediante el cual se puede proyectar y analizar la información georreferenciada.

Como se ha mencionado anteriormente los SIG tienen una variedad de aplicaciones, sin embargo, estos sistemas responden a un conjunto de preguntas indistintamente de la disciplina en que se aplique(Raju, s. f.), son las siguientes:

- Ubicación - ¿Qué se puede encontrar en un lugar específico? Con esta pregunta se trata de identificar los elementos que componen un territorio en una posición geográfica determinada. Por ejemplo, tratar de identificar los contenedores de residuos sólidos y su posición geográfica en la ciudad.

- Condición - ¿Qué condición existe en un lugar determinado? Lo que se busca encontrar con esta interrogante es determinar los lugares que cumplen con una condición o que poseen características de una condición. Por ejemplo, determinar las áreas llanas o valles las cuales por definición son áreas susceptibles a inundaciones.
- Tendencia - ¿Qué ha cambiado en un período de tiempo determinado? Esta interrogante requiere de un análisis multitemporal para poder interpretar y comparar cambios en un área determinada, pero en diferentes períodos de tiempo. Por ejemplo, el impacto en el uso de suelo de la palma africana sobre los bosques en el departamento de Colón.
- Patrones - ¿Qué patrón espacial existe? Esto permite conocer el comportamiento del elemento de estudio. Por ejemplo, la existencia de la población de aves en áreas geográficas compartidas por dos o más municipios. ¿Qué se puede inferir? Que los municipios comparten características del ecosistema donde coexisten las aves.
- Modelado - ¿Qué ocurre si...? En este tipo de análisis los SIG ofrecen una representación de la realidad que incorpora variables relevantes para el caso de estudio. Por ejemplo, ¿Qué ocurre si se incorpora un nuevo barrio o colonia a la ruta X del tren de aseo? Mediante un análisis geográfico se podrá determinar qué implicaciones tuvo el cambio en el tiempo del recorrido de la ruta.

### 2.2.1.3 Componentes de un SIG

Los sistemas de información geográfico se integran en cuatro elementos (Raju, s. f.):

Hardware por definición son elementos o conjuntos de elementos físicos que constituyen un equipo. También puede ser considerado como todo aquel equipo que tenga la capacidad de operar un sistema de información geográfico. Algunos ejemplos de hardware son los siguientes:

- Unidades Centrales (Mainframe)

- Ordenador desktop
- Servidor

Estos equipos deben poseer características y capacidades específicas para poder cubrir con las necesidades de procesamiento del sistema.

El software son los programas o conjuntos de programas que proveen funciones y herramientas necesarias para capturar, crear, almacenar, manipular y analizar la información geográfica. Los componentes clave para un SIG son los siguientes:

- Sistema de Geoposicionamiento (GPS)
- Sistema de manejo de base de datos (SMBD); por ejemplo, SQL es un software comúnmente empleado para el almacenamiento y manejo de la información.
- ESRI ArcMap; es un software de aplicación empleado para el análisis geográfico.

Los datos es toda aquella información que representa un objeto en un espacio, y está conformado por geometrías y una tabla de datos alfanuméricos. Los datos pueden ser:

- Datos de atributos
- Datos espaciales
- Datos de teledetección/fotointerpretación

Liveware son todas aquellas personas que cuentan con una formación o experiencia en los SIG y son responsables de la digitalización, interpretación, y análisis de la información geográfica. En Honduras los SIG comúnmente empleados son los siguientes:

**Tabla 2.** Software SIG empleado en Honduras

| Software SIG | Fabricante | Windows | Mac OS X | GNU/Linux | Unix | Licencia de software |
|--------------|------------|---------|----------|-----------|------|----------------------|
| ARCGIS       | ESRI       | Sí      | No       | Sí        | Sí   | Software no libre    |
| ARCVIEW      | ESRI       |         |          |           |      | Software no libre    |



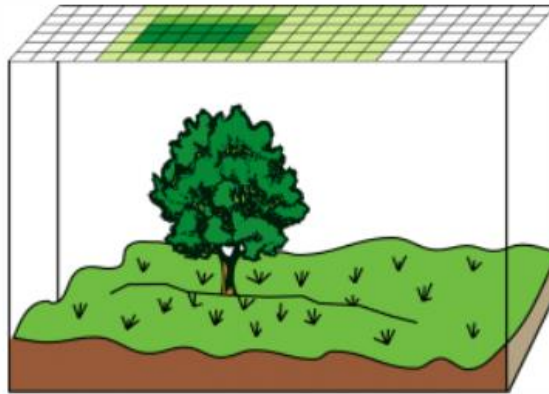
|                 |   |      |          |          |             |                      |
|-----------------|---|------|----------|----------|-------------|----------------------|
| AUTODESK<br>MAP | AUTODESK  | Sí   | No       | No       | No          | Software no<br>libre |
| ERDAS           | LEICA   | SI   | Sin Dato | Sin Dato | Sin<br>Dato | Software no<br>libre |
| GEOSERVER       | Open Planning Project   | Sí   | Sí       | Sí       | Sí          | Libre: GNU           |
| GVSIG           | Comunidad Valenciana<br>/ Unión Europea   | Java | Java     | Java     | Java        | Libre: GNU           |
| IDRISI          | Clark Labs  | Sí   | No       | No       | No          | Software no<br>libre |
| ILWIS           | International Institute<br>for Geo-Information<br>Science and Earth<br>Observation) Holanda | Sí   | No       | No       | No          | Libre: GNU           |
| KOSMO           | Sistemas Abiertos de<br>Información<br>Geográfica, S.L./ Unión<br>Europea                   | Java | Java     | Java     | Java        | Libre: GNU           |
| MAPINFO         | Bentley Systems   | Sí   | No       | Sí       | Sí          | Software no<br>libre |
| MAPSERVER       | Universidad de<br>Minnesota   | Sí   | Sí       | Sí       | Sí          | Libre: BSD           |
| QUANTUM<br>GIS  | Universidad de Baylor,<br>Texas USA   | Sí   | Sí       | Sí       | Sí          | Libre: GNU           |

Fuente: Dirección General de Ordenamiento Territorial (DGOT)

#### 2.2.1.4 Modelo de Datos

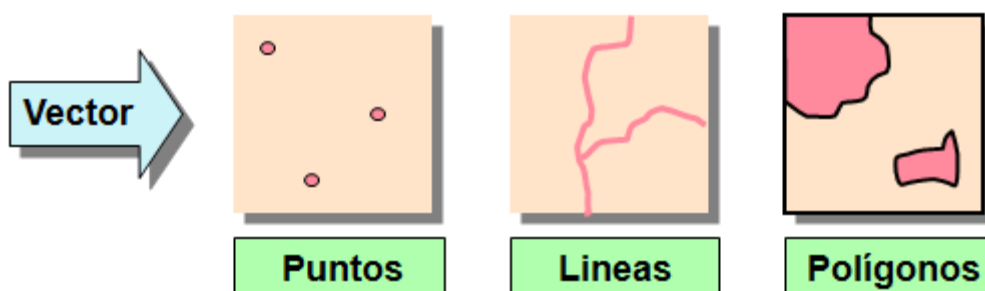
La información La representación de la información espacial puede almacenarse y visualizarse en dos tipos de formatos, ráster y vectorial. El formato ráster es una representación gráfica en celdas o píxeles organizadas en filas y columnas en una posición geográfica determinada, cada celda contiene un valor único sobre un característica determinada (Raju, s. f.). Ver Figura 1.

Los modelos ráster pueden ser representados gráficamente en dos tipos de abstracciones, las discretas y continuas. Los datos discretos son todos aquellos los cuales buscan representar objetos cuyos límites son conocidos, por ejemplo, parcelas de cultivo. En cambio, los datos continuos, son aquellos que buscar representar fenómenos en los que cada espacio o superficie poseen medidas de concentración, por ejemplo, los milímetros de precipitación(*Datos continuos y discretos—Ayuda / ArcGIS for Desktop, s. f.*).



**Figura 1.** Representación con modelo de dato ráster

El formato vectorial es la representación gráfica de geometrías tales como puntos, líneas y polígono, los cuales son visualizados mediante sus coordenadas (longitud y latitud). Este tipo de modelo de dato es útil para la representación diversos elementos de un territorio, como las vías de comunicación, la ubicación geográfica de las postas policiales e incluso áreas con características específicas. Ver Figura 2.



**Figura 2.** Tipos de geometrías de datos vectoriales

Otra de las funcionalidades de los SIG es que permite que la información espacial pueda ser dividida en clases o categorías. Esta función permite visualizar y representar un elemento geográfico que posee dos o más atributos, por ejemplo, se puede representar bajo el modelo vectorial una red de drenaje, sin embargo, éstas pueden dividirse en varias clases.

En cuanto al almacenamiento de los modelos de dato vectorial se emplean los Shapefiles (.shp). Este formato multiarchivo permite almacenar información sobre la ubicación

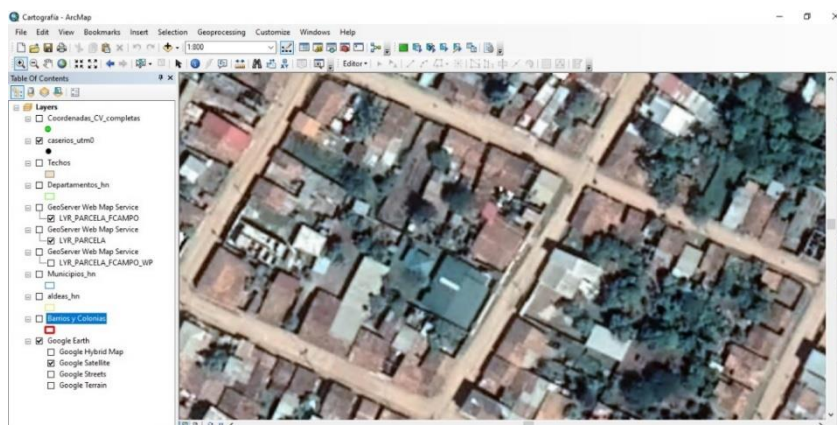
del elemento representado, la proyección cartográfica, los metadatos y los atributos del elemento en tablas.

### 2.2.1.5 ESRI ArcGIS

En la sección 2.2.1.2 existen diversos softwares de aplicación que se pueden emplear para el análisis de información geográfica, algunos softwares son *open source* y otros son *closed source*. En esta ocasión el enfoque será la herramienta especializada ArcGIS de ESRI. El ArcGIS es un sistema que permite ejecutar funciones y herramientas para poder generar, administrar y analizar información geográfica.

El ArcGIS está compuesto por tres herramientas, ArcMap, ArcCatalog y el ArcToolBox. El ArcMap es la herramienta que se emplea en diversos rubros u organizaciones para llevar a cabo actividades SIG. Además, ArcGIS cuenta con una caja de herramientas o *tool box* en el cual contiene todas las funcionalidades de geoprocetamiento; y un catálogo en el cual se organizan y se administra el inventario de capas de información geográfico(ArcGIS Help 10.2 - What is ArcCatalog?, s. f.).

El ArcMap es la principal herramienta para el desarrollo del trabajo SIG. La herramienta cuenta con una variedad de funciones, entre ellas, la visualización de mapas base o *basemaps*, la creación de bases de datos para el almacenamiento de las entidades geográficas, las herramientas de edición y las plantillas o formatos para la presentación de mapas.



**Figura 3.** Vista del workspace de ArcMap de ESRI

Adicionalmente, la herramienta posee un conjunto de herramientas avanzadas para el análisis geográfico. Las extensiones incluyen análisis, integración de datos y edición, publicación y cartografía.

#### 2.2.1.6 ArcGIS Network Analyst Extension

Network Analyst es una extensión del ArcGIS Desktop que permite hacer un análisis de un punto de partida y un punto final para encontrar la ruta más rápida y corta de la trayectoria. Esta extensión emplea el Algoritmo Dijkstra. Este algoritmo resuelve el problema de trayectoria más corta de origen único en un gráfico ponderado. El algoritmo encuentra repetidamente la confluencia del conjunto de confluencias que tiene la estimación de la trayectoria más corta mínima (*Desktop Help 10.0 - Algoritmos utilizados por Network Analyst*, s. f.).

El Data set de red es la herramienta más apropiada para el modelado de las redes de transporte, y son creados mediante puntos y líneas. El Dataset de Red está conformado por elementos de red. Estos elementos son:

- Ejes – estas líneas son denominadas ejes los cuales se interconectan para modelar un flujo.
- Cruces – son representados mediante puntos, los cuales conectan a los ejes y facilitan la navegación o el flujo.
- Giros – almacenan información o atributos que puedan afectar el movimiento o el flujo de la red.

La extensión ArcGIS Network Analyst permite efectuar análisis de redes de transporte o redes geométricas. Este análisis depende del tipo de actividades se desarrollan en las organizaciones. Esta extensión permite responder a las siguientes interrogantes:

- ¿Cuál es la manera más rápida para llegar del Punto A al Punto B?

- ¿Cuál es la ubicación óptima para ubicar elementos de acopio?
- ¿Cuál es la ruta óptima para minimizar el tiempo de recorrido?
- ¿Cuál es la mejor distribución de rutas para garantizar la cobertura?

Esta extensión es ampliamente empleada por diversas organizaciones, de las cuales se pueden mencionar empresas de distribución de productos a sus puntos de venta, organizaciones que ofrecen servicios de *delivery* o incluso en organizaciones que ofrecen atención a emergencias.

#### 2.2.1.7 Cartografía

La cartografía es una serie de estudios y aplicación de métodos para el análisis y desarrollo de mapas (*Principios básicos de cartografía y cartografía automatizada*, 2003). Se ha visto en las secciones anteriores qué componen los SIG, como se representan los datos y la herramienta que principalmente se utiliza para el análisis geográfico y la elaboración de mapas. Sin embargo, es necesario tener en consideración una serie de conceptos cartográficos a la hora de crear información cartográfica o la presentación de mapas.

#### **Proyección**

La proyección cartográfica, la escala, técnicas de representación y la simbología cartográfica son conceptos importantes para la representación de los datos. Una de las problemáticas que surgen al momento de representar elementos es la representación en un marco plano la información que contiene una superficie cuya forma no es plana. La tierra no es plana, más bien posee una forma más parecida a un elipsoide (*Conceptos\_Cartograficos\_def.pdf*, s. f.).

Es por esto por lo que las proyecciones juegan un papel importante en la representación de datos espaciales. Las proyecciones que comúnmente se emplean en Honduras son las proyecciones cilíndricas, esta proyección emplea un cilindro como forma de proyección. El

sistema de proyección de coordenadas que se basa en las proyecciones cilíndricas son las Universal Transversal Mercator (UTM), y es el sistema comúnmente empleado en las capas de información geográfico(*Conceptos\_Cartograficos\_def.pdf*, s. f.).

## **Escala**

Las escalas permiten el receptor de la información comprender la relación de las distancias del plano o mapa y el mundo real. Por lo general los mapas emplean dos tipos de escalas, las escalas gráficas y las escalas numéricas.

## **Representación de Datos**

Para la representación de los datos es importante que se tome en consideración tres aspectos: la dimensión, nivel de medida y distribución.

### *Dimensión*

La dimensión está relacionada con el tipo de geometría que se debe emplear según el elemento que se busca representar. Estos elementos pueden ser representado mediante puntos, líneas, y áreas (representación de superficies, volúmenes o fenómenos espacio – temporales).

### *Nivel de Medida*

En el nivel de medida lo que se busca es identificar el tipo de información que se desea representar, puede ser información cualitativa o el atributo del objeto (escala nominal) o puede ser información jerarquizada no cuantificable (escala ordinal).

### *Distribución*

Este aspecto hace referencia al tipo de abstracción en el que puede ser representado un elemento discreto y continuo, tal como se menciona en la sección 2.2.1.3.

Todos los elementos descritos anteriormente son los criterios básicos que se deben contemplar en el proceso de creación de información cartográfica en la escala que lo requiera el análisis geográfico.

### 2.2.2 Teorías de sustento

El proyecto consiste en la elaboración de modelos de rutas para optimizar el servicio de recolección y transporte de los residuos sólidos en el casco urbano de Talanga, Francisco Morazán. En esta investigación se espera aplicar metodologías de gestión de proyectos mediante el uso del método de Marco Lógico y metodologías de mejora continua con la finalidad de mejorar u optimizar el servicio de recolección y transporte. Se determinó emplear el método denominado ciclo de Deming PHVA y el diagrama de causa y efecto para poder planificar y desarrollar el proceso de investigación. Por otro lado, se determinó emplear el método de Marco Lógico para la planificación de la intervención en el marco de la gestión de residuos sólidos.

#### 2.2.2.1 Metodologías de Mejora Continua

La mejora continua es el proceso mediante el cual las organizaciones buscan optimizar sus procesos y el uso eficiente de sus recursos con la finalidad de mejorar su competitividad. Este concepto es de origen japonés, “*Kai*” que significa cambio y “*zen*” que significa para mejorar (*Administración de la calidad total*, s. f.).

*Kaizen* busca la eliminación de los desperdicios o *muda* en los procesos. *Muda* significa desperdicios, esto se refiere a que se espera que se eliminen procesos que no generan valor o que se mejoren los existentes.

## Ciclo PHVA o Ciclo de Deming

Uno de los métodos ampliamente utilizados en la mejora continua es el Ciclo PHVA, también conocido como el Ciclo de Deming. Este ciclo consiste en la ejecución de procesos de forma organizada, y está compuesto por cuatro pasos:

Planear – La fase consiste en definir la secuencia lógica de las actividades que se estarán llevando a cabo en el proceso. Durante esta fase se realiza lo siguientes (*Administración de la calidad total*, s. f., p. 15):

- Definir el proyecto – en esta parte del proceso se busca definir o delimitar el problema. Analizar la importancia del problema y definir los indicadores. Existen diversas herramientas que pueden ser empleadas en esta etapa tales como *Brainstorming* y los diagramas de flujo.
- Analizar la situación actual – este proceso consiste en la recopilación de la información, análisis de variables y confeccionar plantillas o instrumentos de recolección.
- Analizar causas potenciales – implica determinar las causas potenciales del problema y analizar los datos recopilados. Posible herramienta por utilizar: Diagrama de causa y efecto, *Brainstorming*.
- Planificar soluciones – elaborar un *checklist* de las posibles soluciones al problema. Posible herramienta por utilizar: *Brainstorming*

Hacer – En esta etapa del ciclo se implementa lo que se planificó en la etapa inicial. La fase de hacer implica efectuar y monitorear los cambios planificados.

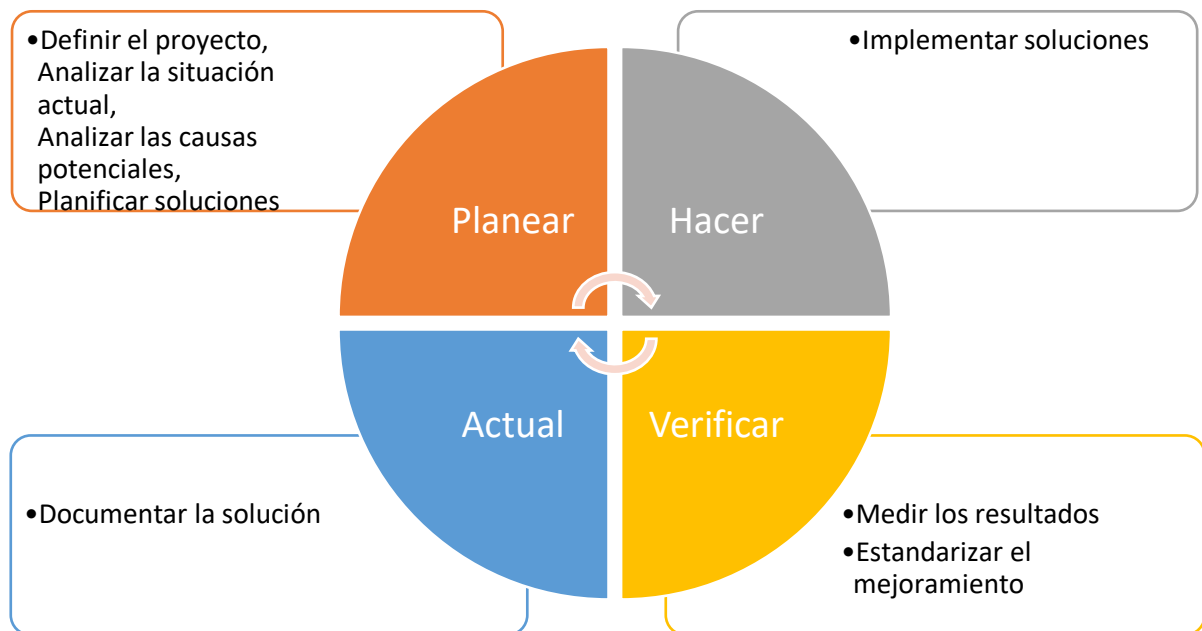
Verificar – Es la tercera etapa del ciclo, consiste en evaluar las acciones implementadas en la fase anterior. En esta fase se realiza lo siguiente:

- Se miden los resultados – Se recopilan datos de control y se evalúan los resultados.



- Estandarizar el mejoramiento – En esta parte del proceso de verificar se busca capacitar al personal, definir las nuevas operaciones o acciones a ser implementadas, y posiblemente definir nuevas responsabilidades entre los interesados.

Actuar – Esta fase permite normalizar o documentar la solución las acciones que permitieron la solución del problema, así como establecer las condiciones para que la mejora se mantenga.



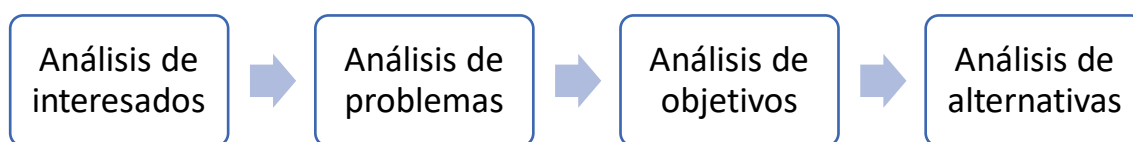
## Herramienta de mejora de procesos

### Diagrama de Causa – Efecto

El diagrama de causa y efecto también es conocido como el Diagrama de Ishikawa, es una herramienta que permite identificar factores o causas sobre algún problema identificado. Para efectuar el análisis las posibles causas son clasificadas en: Mano de obra, materia prima, máquina, metodología y medioambiente (*Administración de la calidad total*, s. f., p. 28). El objetivo de esta técnica es proveer una visualización gráfica del listado de las causas, identificadas y organizadas por categoría, del problema.

### 2.2.2.2 Método de Marco Lógico

El método de Marco Lógico es uno de los métodos más empleados por las organizaciones sin fines de lucro, cooperantes internacionales e incluso en organizaciones gubernamentales para la planificación y gestión de los proyectos. La relevancia del uso de esta herramienta es que permite evaluar los proyectos en relación con la eficiencia a través de los niveles de programación de la intervención. El método de Marco Lógico se encuentra compuesto por diferentes pasos importantes en la etapa de diseño para la planificación del proyecto. Los pasos son los siguientes:



**Figura 4.** Fase de Diseño - Pasos para el diseño de un proyecto

Esta herramienta se encuentra orientada al diseño basado en objetivos, a la selección adecuadas de los beneficiarios y facilitar las comunicaciones entre los actores clave que intervienen en el proyecto.(Ortegón et al., 2005, p. 15)

Según los autores (Ortegón et al., 2005), el método de Marco Lógico fue diseñado originalmente para dar respuestas a tres principales problemas en el diseño de los proyectos:

1. Que la intervención carece de precisión en la respuesta a la problemática identificada,
2. Inexistente claridad en los roles del administrador del proyecto,
3. Finalmente, que no era posible medir el grado de impacto o efectividad de la intervención.

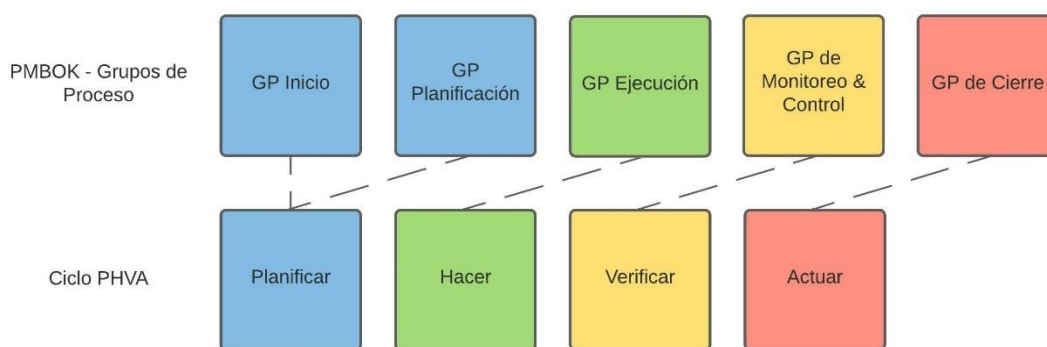
## 2.3 Metodologías aplicadas

### 2.3.1 Ciclo PHVA

Las organizaciones apuntan hacia mejora continua de la calidad en sus procesos y actividades para hacer uso óptimo de sus recursos y mejorar su competitividad. Este concepto “*Kaizen*” se enfoca en la eliminación de desperdicios en los procesos o actividades para generar valor al cliente. Este mismo principio puede ser aplicado en la gestión de proyectos.

El ciclo PHVA es un método de mejora continua que consiste en seguir cuatro pasos: Planificar, Hacer, Verificar y Actuar. Si se hace una comparación entre los pasos del ciclo PHVA y los grupos de procesos del Estándar de Dirección de proyectos se podrá observar similitudes en función de lo que se obtiene como resultado de la aplicación de estos procesos.

Se empleará el método PHVA con el objetivo de aplicarlo en la mejora de calidad del proceso del servicio de recolección y transporte de los residuos sólidos, por otro lado, como herramienta para la gestión de las actividades que desarrollarán a lo largo de la investigación.



**Figura 5.** Relación Ciclo PHVA y los Grupos de Procesos del PMI

Con relación a la mejora de la calidad del proceso y siguiendo el método del ciclo PHVA se espera definir lo siguiente:

- Definir el proyecto, efectuar un análisis de la situación actual del proceso de recolección y transporte, identificar las causas potenciales del problema y planificar la solución propuesta.
- Implementar las acciones previstas en la fase anterior.
- Medir y analizar los resultados y definir un modelo de rutas para el casco urbano de Talanga.
- Documentar el proceso.

#### 2.3.1.1 Diagrama de Causa – Efecto

El diagrama de causa y efecto es una herramienta útil para la organización de las ideas o información, mediante el criterio de relaciones de la causalidad. Esta herramienta que puede ser empleada en diversos ámbitos, pero principalmente como herramienta de mejora continua de la calidad en las organizaciones.

Esta herramienta será empleada como complemento en la etapa de Planificar del ciclo PHVA, en el cual es necesario efectuar un análisis de la situación actual del servicio de recolección y transporte y poder comprender con mayor profundidad el problema que se trata de resolver.

#### 2.3.2 Marco Lógico

Debido a que la investigación se estará desarrollando en un entorno gubernamental se busca, a partir de las intervenciones, que las organizaciones adquieran capacidades que les permitan desarrollar las actividades de manera independiente y garantizar la sostenibilidad.

En la segunda fase del desarrollo de esta investigación se empleará el método de Marco Lógico para obtener las bases para el diseño de la propuesta de proyecto que atenderá las necesidades de la problemática planteada. Se desarrollará el diseño del proyecto siguiendo los siguientes pasos:

- Análisis de interesados: permitirá identificar no solamente a los principales actores que estarán interviniendo en el desarrollo del proyecto, sino también identificar a los beneficiarios.
- Análisis de problemas: mediante el apoyo de la herramienta árbol de problemas, se buscará identificar las principales causas y efectos del problema en el marco de la gestión de residuos en la municipalidad de Talanga.
- Análisis de objetivos: partiendo del árbol de problemas, se empleará dicha herramienta en la construcción de los resultados obtenidos del análisis anterior. El valor principal de este paso es que sirve como insumo para la identificación de las posibles soluciones o alternativas para atender la problemática en cuestión.
- Análisis de alternativas: en este paso se procede a evaluar cada una de las alternativas identificadas en el análisis anterior. Las alternativas son evaluadas en base a costos, tiempo y el impacto que puede tener la intervención.

La aplicación del método de Marco Lógico se limita al uso de la herramienta para diseño o conceptualización del proyecto.

### **III. CAPÍTULO: METODOLOGÍA**

El capítulo III da a conocer la organización lógica que se plantea para el desarrollo de la investigación. La metodología permite conocer las variables que se estarán evaluando, así como los instrumentos empleados para la recopilación de la información que brindará respuesta a la problemática planteada inicialmente.

#### **3.1 Congruencia metodológica**

La congruencia metodológica es una herramienta empleada para ordenar y estructurar en forma resumida la metodología que se empleará, además de mostrarle al lector las principales variables que se estarán analizando y los instrumentos que se pretenden emplear para el desarrollo de la investigación.

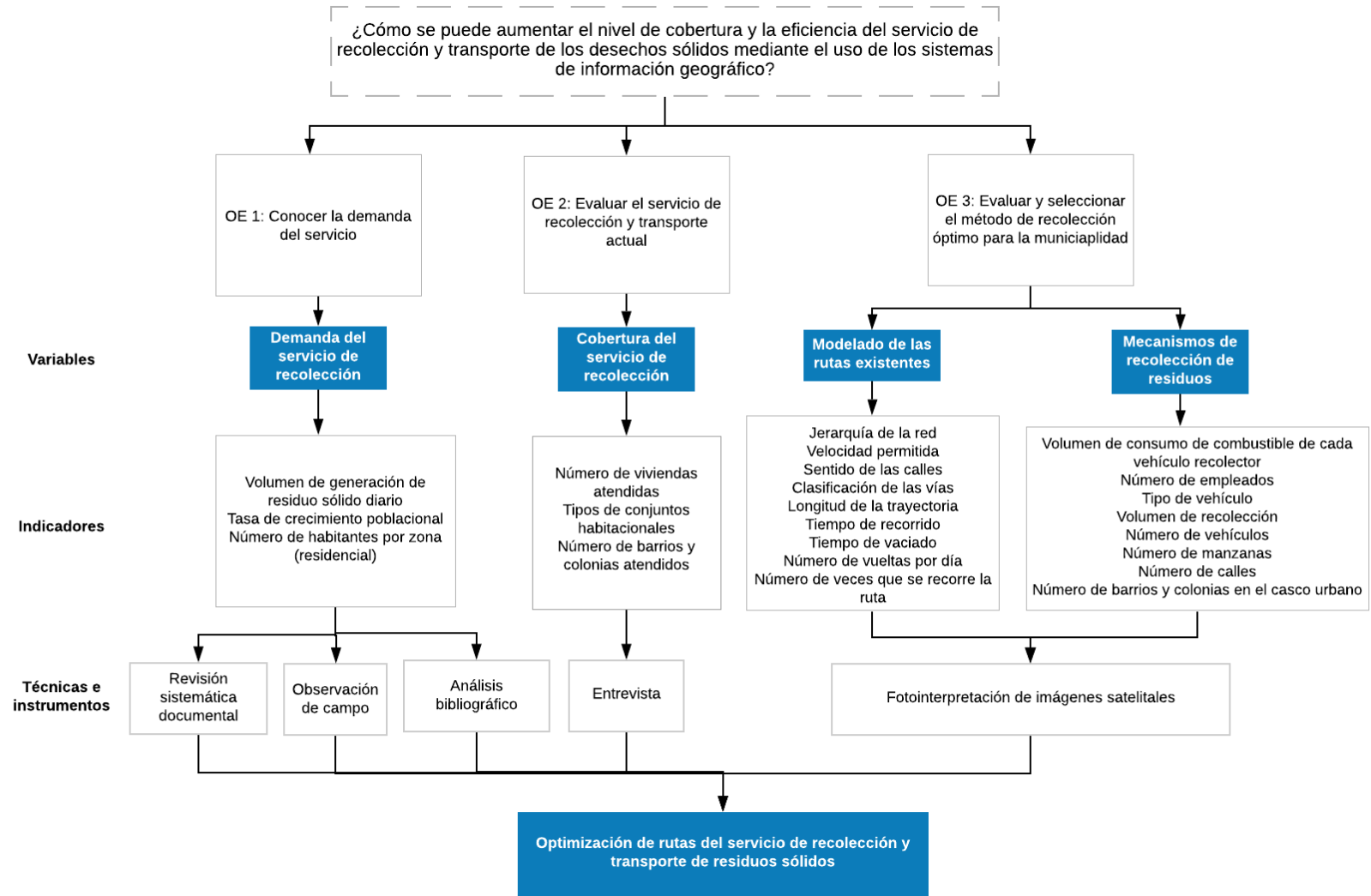
La matriz metodológica ha permitido resumir y obtener una secuencia lógica de la investigación, que consiste en obtener información para evaluar el servicio de recolección y transporte de residuos de la municipalidad, conocer la demanda del servicio y consecuentemente identificar el método de recolección que mejor se adapta a las necesidades y a las capacidades operativas de la municipalidad de Talanga. Lo anterior en función de obtener respuestas a las interrogantes de la investigación, y posteriormente para poder alcanzar el objetivo general planteado.

A continuación, se muestra la matriz de congruencia metodológica, la cual fue diseñada para poder organizar cada una de las etapas en la recopilación de la información. Posteriormente servirá como insumo para poder comparar el grado de concordancia de la investigación y el proyecto propuesto.

### 3.1.1 Matriz metodológica

| Título  | Problema   | Preguntas de Investigación  | Objetivos  |   | Conceptos/VARIABLES   | Metodología  |
|---|--|---|--|---|---|--|
|   |  |   | General  | Específicos   |   |  |
| Propuesta para la optimización de rutas del servicio de recolección y transporte de residuos sólidos en el casco urbano de Talanga, Francisco Morazán | ¿Cómo se puede optimizar un servicio ineficiente y con baja cobertura de recolección de los residuos sólidos, utilizando herramientas SIG? | ¿Cuál es la demanda existente del servicio de recolección y transporte?                   | Establecer un modelo de rutas para la optimización del servicio de recolección y transporte de los residuos sólidos para el casco urbano de Talanga mediante el uso de herramientas SIG. | Conocer la demanda actual del servicio de recolección y transporte de los residuos en el casco urbano de Talanga.                         | (1) Demanda del servicio de recolección                                       | Revisión bibliográfica<br>Observación de campo<br>Fotointerpretación de imágenes satelitales |
|   |  | ¿Cuáles son las deficiencias del servicio de recolección y transporte actual?             |  | Identificar las deficiencias del servicio de recolección y transporte de residuos de la alcaldía municipal de Talanga, Francisco Morazán. | (1) Cobertura del servicio de recolección<br>(2) Modelado de rutas existentes | Revisión sistemática documental<br>Entrevista<br>Fotointerpretación de imágenes satelitales  |
|   |  | ¿Cuál es el método de recolección más apropiadas para aumentar la cobertura del servicio? |  | Determinar el método más apropiado para aumentar la cobertura del servicio de recolección y transporte.                                   | (1) Mecanismo de recolección de residuos                                      | Revisión documental<br>Entrevista<br>Fotointerpretación de imágenes satelitales              |

### 3.1.2 Esquema de variables de estudio





### 3.1.3. Operacionalización de las variables

|                       | Concepto/Variable                     | Definición Operacional  | Dimensiones                  | Indicadores  | Instrumento   | Ítem del Instrumento   |
|-----------------------|---------------------------------------|---|------------------------------|--|---|--|
| Objetivo Específico 1 | Cobertura del servicio de recolección | Área en la que dispone del servicio.                          | Tamaño de la población       | Número de viviendas atendidas  | -Revisión bibliográfica<br>-Entrevista<br>-Fotointerpretación de imágenes satelitales | ¿Cuántas viviendas son atendidas con el servicio de recolección actual?          |
|                       |                                       |   |                              | Delimitación del área total del casco urbano   |   | ¿Cuáles son los límites (área) del casco urbano?                                 |
|                       |                                       |   | Zonificación                 | Tipos de conjuntos habitacionales  |   | ¿Qué tipo de conjuntos habitacionales se encuentran en el casco urbano?          |
|                       |                                       |   |                              | Ubicación geográfica del sitio de disposición final  |   | ¿Cuál es la longitud del casco urbano hasta el sitio de disposición final?       |
|                       |                                       |   |                              | Delimitación de zonas comerciales  |   | ¿Cuál es el área (m2) de la zona comercial?                                      |
|                       |                                       |   |                              | Número de barrios y colonias atendidos   |   | ¿Cuántos barrios y colonias son atendidos con el servicio de recolección actual? |
|                       |                                       |   | Modelado de rutas existentes | La trayectoria del recorrido de desde el punto A hacia el punto B en un período de tiempo determinado y con una frecuencia establecida. Cada ruta está condicionada por los atributos de la red. |   | Atributos de red   |
|                       | Velocidad permitida                   | ¿Cuál es la velocidad máxima permitida para cada vía?         |                              |  |   |  |
|                       | Sentido de las calles                 | ¿Cuál es el sentido de las vías que se encuentran en Talanga? |                              |  |   |  |
|                       | Clasificación de las vías             | ¿Cuáles son los tipos de vías existentes en el casco urbano?  |                              |  |   |  |
|                       | Dimensión                             | Longitud de la trayectoria                                    |                              |  | ¿Cuál es la longitud de cada ruta?  |  |
|                       | Temporalidad                          | Duración total de la ruta                                     |                              |  | ¿Cuánto tiempo toma cada recorrido?   |  |
|                       |                                       | Número de vueltas por día                                     |                              |  | ¿Cuántas vueltas realiza cada vehículo al día?  |  |

|                              |                                      |   |                       |   |   |  |
|------------------------------|--------------------------------------|---|-----------------------|---|---|--|
|                              |                                      |   |                       | Número de veces que se recorre la ruta                        |   | ¿Cuántas veces se recorre la misma ruta?   |
| <b>Objetivo Específico 2</b> | Demanda del servicio de recolección  | Cantidad de residuos sólidos totales generados en el casco urbano.                              | Generación            | Volumen de generación de residuo sólido diario                | -Revisión bibliográfica   | ¿Cuál es la producción diaria de residuos sólidos?                               |
|                              |                                      |   | Densidad Poblacional  | Tasa de crecimiento poblacional                               |   | ¿Cuál es la tasa de crecimiento poblacional de Talanga?                          |
|                              |                                      |   |                       | Número de habitantes por cada Km2                             |   | ¿Cuántos habitantes hay en el casco urbano?                                      |
| <b>Objetivo Específico 3</b> | Mecanismo de recolección de residuos | Mecanismos de recolección clasificados por el grado de tecnificación de los equipos utilizados. | Equipamiento          | Volumen de consumo de combustible de cada vehículo recolector | -Revisión bibliográfica<br>-Entrevista<br>-Fotointerpretación de imágenes satelitales | ¿Cuánto combustible consume cada vehículo por recorrido?                         |
|                              |                                      |   |                       | Número de empleados   |   | ¿Cuántas personas utiliza el servicio de recolección y transporte actual?        |
|                              |                                      |   |                       | Tipo de vehículo  |   | ¿Qué tipo de vehículo utiliza la municipalidad para la recolección y transporte? |
|                              |                                      |   |                       | Volumen de recolección  |   | ¿Cuál es la capacidad de recolección del vehículo?                               |
|                              |                                      |   |                       | Número de vehículos   |   | ¿Cuántos vehículos se utilizan en el servicio de recolección y transporte?       |
|                              |                                      |   | Atributos geográficos | Número de manzanas  |   | ¿Cuántas manzanas hay en cada barrio o colonia?                                  |
|                              |                                      |   |                       | Número de calles  |   | ¿Cuántas calles hay en cada barrio o colonia?                                    |
|                              |                                      |   |                       | Número de barrios y colonias en el casco urbano               |   | ¿Cuántos barrios y colonias hay en la actualidad en Talanga?                     |
|                              |                                      |   |                       | Número de comercios   |   | ¿Cuántos comercios hay en la actualidad en Talanga?                              |

### 3.2 Enfoque y métodos

El enfoque de la investigación es cuantitativo. Este proceso implica que, se estarán recolectando y analizando datos numéricos. La investigación requiere de la recolección de datos para medir el tamaño del asentamiento humano, cantidad de áreas y/o puntos de recolección que deben ser atendidos, la longitud de las trayectorias recorridas, calcular la demanda mediante el uso de información estadística poblacional y finalmente la cantidad de entidades geográficas que permitan caracterizar los elementos geográficos que definen las rutas.

No se estará alterando el funcionamiento actual del servicio de recolección y transporte de los residuos sólidos, por lo tanto, la investigación es considerada no experimental – transeccional. Se establece como una investigación transeccional debido a que se desarrolla la observación y registro de los datos del problema en un tiempo único.

### 3.3 Diseño de la investigación

#### 3.3.1 Población

La población considerada en la investigación son los habitantes del casco urbano del municipio de Talanga, Francisco Morazán, quienes son los beneficiarios del servicio de recolección y transporte de los residuos sólidos. Los habitantes se encuentran organizados en divisiones administrativas denominadas barrios o colonias.

Actualmente la población en el casco urbano del municipio de Talanga es de 24,974 habitantes divididos en veintinueve (29) barrios y/o colonias, sin embargo, la ciudad se encuentra en constante expansión por lo que hay barrios o colonias que aún no se encuentran digitalizados. Los habitantes de los barrios y colonias que conforman el casco urbano, y forman parte de la investigación son los siguientes:

**Tabla 3.** Barrios y Colonias en el casco urbano de Talanga, Francisco Morazán

|                       |                     |                            |
|-----------------------|---------------------|----------------------------|
| Bo. Avenida San Diego | Bo. La Pilona       | Bo. Santa Eduvigis         |
| Bo. Cocorica          | Bo. La Presa        | Col. 10 de Septiembre      |
| Bo. El Ángel          | Bo. La Victoria     | Col. 10 de Septiembre      |
| Bo. El Centro         | Bo. Las Crucitas    | Col. Carias y Rodríguez #1 |
| Bo. El Rastro         | Bo. Loma Linda      | Col. Carias y Rodríguez #2 |
| Bo. La Bolsa          | Bo. Los Carbones    | Col. Guillermo Rodríguez   |
| Bo. La Ceiba          | Bo. Peor es Nada    | Col. Las Pilitas           |
| Bo. La Gloria         | Bo. Sabanetilla     | Col. Nueva San Diego       |
| Bo. La Granja         | Bo. Sagrado Corazón | Col. Raúl Girón            |
| Bo. La Hacienda       | Bo. San Antonio     |                            |

### 3.3.2 Muestra

La unidad de análisis son las rutas actuales del servicio de recolección y transporte de los residuos sólidos, por lo que no se requiere una muestra. Dicho lo anterior, se determinó analizar los quince (15) recorridos que actualmente operan en la municipalidad en las divisiones denominadas barrios y colonias.

### 3.4 Instrumentos, técnicas y procedimientos aplicados

#### 3.4.1 Técnicas

##### **Entrevista estructurada**

La entrevista es una técnica de recolección de información y es una de las prácticas más empleadas en una investigación. Esta técnica consiste en el desarrollo de una conversación con una serie de preguntas previamente definidas, y dependiendo del enfoque de la investigación. La entrevista estructurada se divide en tres etapas: elaboración, aplicación y análisis.

En este tipo de entrevistas, debido a que ya se tiene previsto qué información se desea obtener, el investigador establece un guion definido y secuencial. Ver anexo.

Con el fin de conocer el estado o la situación actual, el funcionamiento del servicio de recolección y transporte, y la capacidad operacional de la municipalidad, se determinó emplear la técnica de entrevista a las siguientes personas:

- Jefe o encargado del área funcional
- Operadores

### **Observación**

La observación es la técnica empleada para describir, explicar, comprender el problema que se está estudiando. En esta ocasión se empleará la observación estructurada, ya que se conoce la unidad de análisis que se va a evaluar y medir. Los elementos que se observará junto con los operadores del servicio de recolección y transporte son los siguientes: longitud de recorrido o ruta, tiempo de recorrido, tiempo de vaciado y la clasificación de vialidad.

### **Revisión bibliográfica**

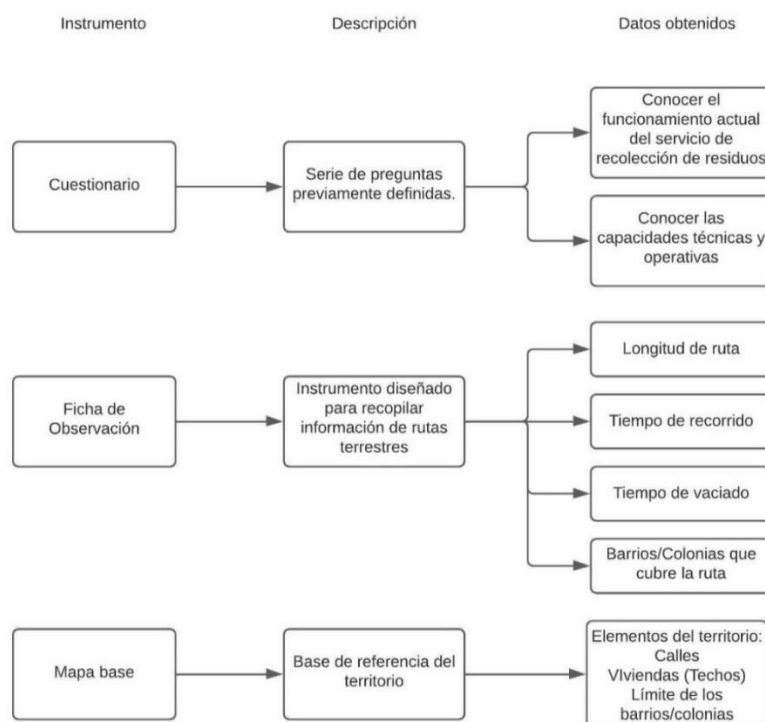
La revisión bibliográfica es el proceso mediante el cual se recopila información sobre un tema, autor, datos o evidencias. Este proceso permite al investigador identificar el grado de conocimiento o información que cuenta sobre un tema determinado.

### **Estudio de caso**

El estudio de caso es una técnica de investigación que consiste en la recopilación y análisis sistemático de las experiencias o casos. Para efectos de esta investigación, se realizó un análisis sistemático de experiencias o casos de la aplicación de los sistemas de información geográfico como una herramienta de análisis y planificación de las rutas de recolección de los residuos sólidos municipales.

### 3.4.2 Instrumentos

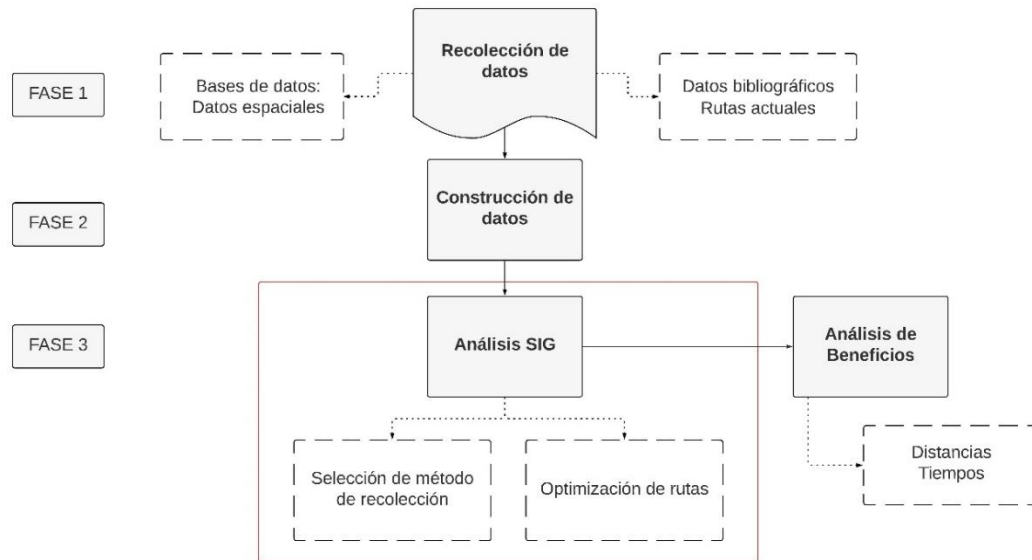
Una vez definidos los métodos y técnicas para la recopilación de la información, se definen los instrumentos que se emplearán para cada técnica. Los instrumentos que se utilizarán son los siguientes:



**Figura 6.** Esquema de Instrumentos de investigación

### 3.4.3 Procedimientos

La investigación está diseñada para desarrollarse en tres fases, que incluye la recolección de información documental y bases de datos, la construcción de datos geoespaciales y finalmente el análisis geográfico. Ver Figura 7.



**Figura 7.** Diseño de la investigación

### Fase 1

La fase inicia con la recolección de datos para poder conocer el funcionamiento actual del servicio de recolección de residuos sólidos de la municipalidad de Talanga, la demanda del servicio y el volumen de generación de residuos por barrio y colonia. Para poder obtener esta información la recolección de información se divide en dos partes:

- Revisión bibliográfica – inicialmente se realizó la búsqueda de información sobre la situación actual sobre el manejo de los residuos sólidos en Honduras, casos de éxito en el uso de sistemas de información geográfico en el manejo de residuos sólidos.
- Investigación – la fase de investigación se realiza en dos partes. Inicialmente se recopiló información primaria mediante entrevistas u observación de campo para analizar y evaluar el funcionamiento actual del servicio de recolección y transporte y sus rutas. En la segunda parte se utiliza el ArcMap para generar estimaciones de la población y su densidad, así como el volumen de generación de residuos.

Datos espaciales – se adquirió los datos espaciales existentes y que son relevantes para la investigación, como los techos y los barrios y colonias.

**Tabla 4.** Datos espaciales

| <b>Dato espacial</b>                    | <b>Tipo</b> | <b>Geometría</b> |
|---|-------------|------------------|
| <b>Calles/Carreteras</b>                | Vectorial   | Polilínea        |
| <b>Barrios/Colonias</b>                 | Vectorial   | Polígono         |
| <b>Techos</b>                           | Vectorial   | Polígono         |
| <b>Cartografía básica urbana</b>        | Vectorial   | Polígono         |
| <b>Atributos de red y restricciones</b> | Tabular     | N/A              |

## **Fase 2**

La segunda fase de la investigación consiste en la construcción de datos, que implica crear el Dataset de red para el caso urbano de Talanga. Este proceso requiere de la creación de una geodatabase para poder almacenar las entidades geográficas que se necesitan para conformar la red. Una vez creada la geodatabase se procede a la digitalización de los ejes y los cruces; eje deberá contar con información sobre el tipo de calle, jerarquía, sentido de la calle, la longitud del tramo, y la velocidad permitida.

## **Fase 3**

Es la etapa final de la investigación en la que analizan los resultados obtenidos mediante el modelado de la información geográfica. Partiendo del análisis del modelado del Dataset de red, como resultado se determina lo siguiente: 1.El método de recolección que mejor se ajusta a la realidad geográfica del casco urbano de Talanga, 2. El modelo de rutas para el servicio de recolección y transporte en la municipalidad de Talanga.

### **3.5 Fuentes de información**

#### **3.5.1 Fuentes primarias**

Las fuentes de información primaria fueron obtenidas a partir de la aplicación de las técnicas de investigación descritas en la sección 3.4.1. Las entrevistas fueron aplicadas



a las personas involucradas en el proceso del servicio de recolección y transporte; el jefe de la Unidad DIMA y a los operadores del vehículo de la municipalidad de Talanga.

Adicionalmente, se recopiló información en campo mediante la aplicación de las fichas de observación mediante la observación del recorrido de las rutas establecidas por la municipalidad.

### 3.5.2 Fuentes secundarias

Las fuentes secundarias consultadas fueron documentos oficiales elaborados por instituciones rectoras en materia de gestión ambiental, libros, sitios web, artículos científicos o publicaciones y el sitio de recursos de ESRI.

## IV. CAPÍTULO: RESULTADOS Y ANÁLISIS

La investigación realizada en el municipio de Talanga permitió conocer la situación actual de la Gestión Integral de Residuos Sólidos en las etapas de recolección, transporte y disposición final de los residuos sólidos. Para comprender con mayor profundidad el funcionamiento actual del servicio de tren de aseo de la ciudad se realizaron visitas en el sitio, cuyo trabajo se dividió en tres etapas: entrevistas, observación de campo y análisis geográfico.

### 4.1 Situación actual de la Gestión Integral de Residuos Sólidos

La municipalidad está estructurada con procesos clasificados en procesos de apoyo y operativos. De acuerdo con la entrevista realizada con el auditor de la municipalidad, los procesos de la institución se encuentran estructurados de la siguiente manera:



**Figura 8.** Mapa de Procesos de la Alcaldía Municipal de Talanga

La División Municipal de Agua Potable y Saneamiento (DIMAS), es uno de los procesos operativos que forma parte de la municipalidad de Talanga, es la división

encargada de proveer el servicio de gestión y mantenimiento de los servicios de agua, saneamiento y recolección de los desechos sólidos en la ciudad.

Es importante mencionar que DIMAS fue creada mediante un proyecto financiado y ejecutado por la Unión Europea en el 2002, con la intención de ser una organización autónoma. La recaudación tributaria debió ser entonces, una fuente de ingresos para la municipalidad de Talanga. El proyecto contempló el diseño, construcción y operación de un relleno sanitario, la organización de diferentes actores para participar en la separación y recuperación de material valorizable y un sistema de cobro por el servicio, que en su momento las tarifas fueron definidas por el cooperante.

En cuanto a la legislación local la municipalidad cuenta con ordenanzas municipales propiamente para la gestión de los residuos sólidos, y en su plan de arbitrios se encuentran definidas las tarifas diferenciadas del servicio de recolección, así como sanciones y multas administrativas que pueden ser aplicadas en caso de que se incumpla el mandato en cuanto a la gestión de los residuos.

Según las conversaciones sostenidas con las autoridades de la organización, la municipalidad únicamente se enfoca en la recolección, transporte y disposición final de los residuos residenciales y comerciales, es decir, que no se realizan actividades de segregación y/o recuperación de materiales valorizables como el papel, cartón, plástico o vidrio. La investigación realizada en DIMAS se enfoca en aspectos técnico – operativos, económico y socio culturales.

#### 4.1.1 Análisis Técnico – Operativo

##### **4.1.1.1 Capacidad Operativa**

La recopilación de la información respecto a la capacidad operativa de la municipalidad se obtuvo mediante entrevistas con el personal de DIMAS. La evaluación

de este aspecto consiste en revisar las rutas, horario, frecuencia, y el equipo de recolección.

El servicio de tren de aseo está conformado por tres rutas las cuales fueron categorizadas como rutas A, B, y C, y cada ruta tiene 5 recorridos distribuidos de lunes a sábado. El horario de las rutas de recolección y transporte de los residuos sólidos está diseñado en base a los 26 barrios y colonias que se encuentran dentro del sistema comercial de la municipalidad; este calendario fue diseñado basado en la experiencia y conocimiento del Jefe de DIMAS. Ver tabla 5.

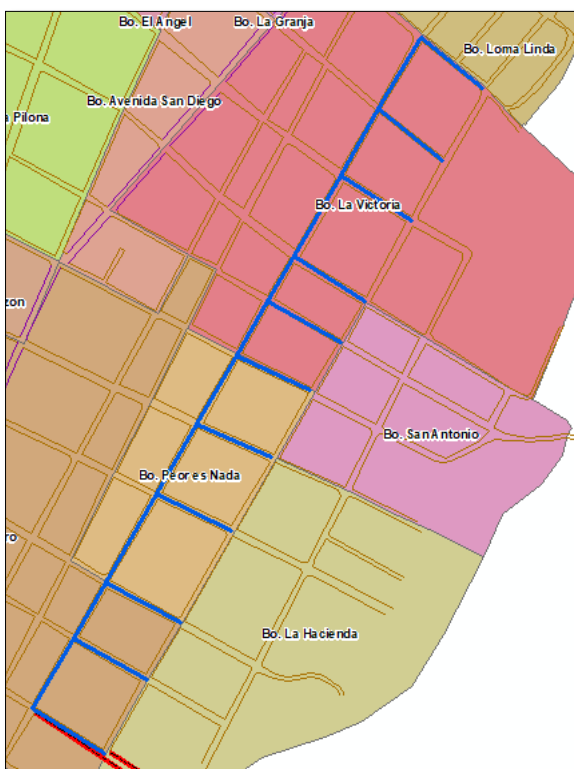
**Tabla 5.** Calendario de distribución de rutas

| RUTAS    | LUNES   | MARTES                                  | MIERCOLES  | JUEVES   | VIERNES   | SABADO                                 |
|----------|---|---|--|--|---|--|
| <b>A</b> | Centro - Este<br>Zona Mercado<br>- Calle<br>Principal                               | 2da Avenida<br>y calles a la<br>derecha | 3ra Avenida<br>Bo. El Centro                                       | Zona<br>Mercado<br>4ta Avenida<br>Bo. Peor es<br>Nada<br>Bo. La<br>Victoria<br>Bo. El Centro | Bo. La<br>Hacienda<br>Bo. La Bolsa<br>Bo. La Victoria                     | Calle Principal<br>(Zona<br>Comercial) |
| <b>B</b> | Centro - Oeste<br>Despensa<br>Familiar - Calle<br>Principal -<br>Gasolinera<br>PUMA | Calle La<br>Fuente -<br>Zona<br>Mercado | Bo. Las Crucitas<br>Calle La<br>Felicidad<br>Bo. Santa<br>Eduviges | Bo. El Cerrito<br>Bo. La Ceiba<br>Bo. La Pilona<br>Bo. Santa<br>Eduviges                     | Zona Mercado<br>Bo. Las Pilitas<br>Bo. La Ceiba<br>Bo. Sagrado<br>Corazón | Bo. Cocorica*                          |
| <b>C</b> | Colonia Carías<br>y Rodríguez # 1   | Colonia Raúl<br>Girón                   | Zona Mercado<br>Colonia<br>Guillermo<br>Rodríguez                  | Col. Loma<br>Linda   | Bo. Carías y<br>Rodríguez #2  | Zona Mercado                           |

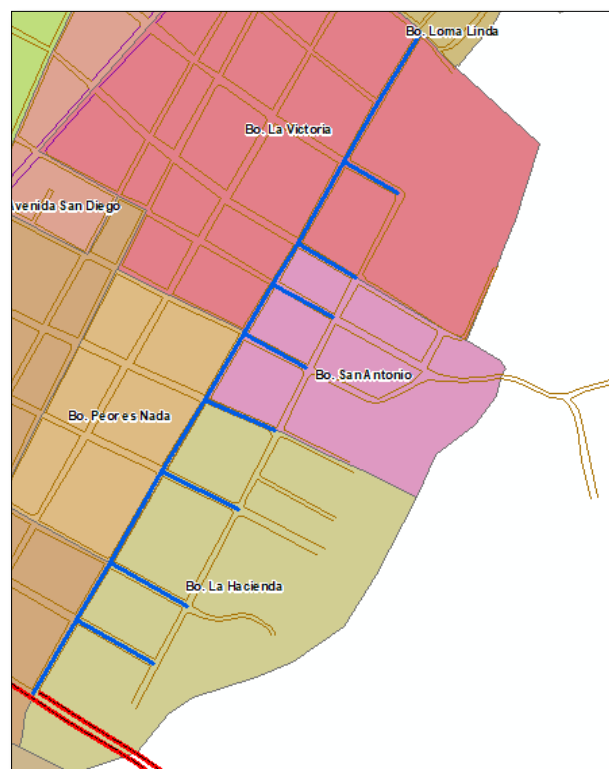
Las Figuras 9 y 10 muestran que las rutas se encuentran diseñadas para realizar recorridos a lo largo de las avenidas, e indistintamente por el barrio o colonia que atraviesan. Adicionalmente, se puede comprobar que en su mayoría el método de

recolección que actualmente se está implementando es el método de acera, en donde el vehículo recorre cada manzana para recolectar los residuos de cada vivienda o comercio que se encuentre dentro de su trayectoria.

La frecuencia en la que se lleva a cabo el servicio de recolección es 1/7, es decir una vez a la semana, sin embargo, el mercado municipal es un punto que se visita a diario dentro de cada recorrido durante la semana. Por otro lado,



**Figura 10.** Ruta A en recorrido del jueves.



**Figura 9.** Ruta A en recorrido del viernes.

Es importante mencionar que en Honduras no existe un valor promedio de la densidad del residuo sólido sin compactar. Este factor físico de los residuos sólidos es relevante ya que esto permite aumentar la eficiencia de las operaciones de recolección y transporte de los residuos. La compactación de los residuos es uno de los factores que se deben considerar al momento de seleccionar los equipos de recolección, ya que el

espacio que ocupan los residuos determinará la cobertura, la cantidad de recorridos que efectuará el vehículo y la frecuencia.

Los equipos utilizados para la recolección y transporte de residuos sólidos son volquetas las cuales son arrendadas por la municipalidad. Dos de los vehículos son de marca Mack y una de marca volvo. Cada volqueta tiene la capacidad de almacenamiento de 12 m<sup>3</sup> que equivalen a 11.8 toneladas. Las volquetas operan con tres personas por vehículo, es decir, un conductor y dos recolectores de residuos.

El vehículo que se utiliza para la recolección y transporte de los residuos son volquetas con capacidad de 12 m<sup>3</sup>. Las volquetas no cuentan con un sistema de compactación, consecuentemente la densidad de los residuos cubre el volumen físico (m<sup>3</sup>) del vehículo en menor tiempo. Lo anterior indica que las volquetas acarrean residuos sin compactar por lo que el residuo llena la volqueta en área más no en su peso volumétrico (ton o Kg/m<sup>3</sup>), esto implica que los vehículos tengan que realizar más de un recorrido por ruta.

#### **4.1.1.2 Cobertura**

Se definió la cobertura del servicio de recolección a partir de los tramos de red vial que recorre cada volqueta para la recolección de los residuos. Para conocer el porcentaje de cobertura del servicio de tren de aseo se requiere la estimación de la cantidad de población e identificar los tramos o calles por los cuales las volquetas realizan sus recorridos. Se puede observar en la tabla la estimación de la población de Talanga por barrio y colonias, mediante el uso de cartografía básica de techos.

**Tabla 6.** Estimación de la población por barrio y colonia

| Barrio/Colonia        | Techos | Población estimada | Barrio/Colonia              | Techos | Población estimada |
|-----------------------|--------|--------------------|-----------------------------|--------|--------------------|
| Col. Raúl Girón       | 448    | 2688               | Bo. La Presa                | 146    | 876                |
| Col. Las Pilitas      | 39     | 234                | Bo. Santa Eduvigis          | 124    | 744                |
| Bo. La Ceiba          | 127    | 762                | Bo. El Ángel                | 85     | 510                |
| Bo. Sagrado Corazón   | 90     | 540                | Bo. La Granja               | 86     | 516                |
| Bo. El Centro         | 330    | 1980               | Bo. Loma Linda              | 257    | 1542               |
| Bo. La Gloria         | 106    | 636                | Bo. Cocorica                | 34     | 204                |
| Bo. La Bolsa          | 72     | 432                | Bo. El Rastro               | 42     | 252                |
| Bo. La Hacienda       | 182    | 1092               | Col. Carías y Rodríguez # 1 | 431    | 2586               |
| Bo. Peor es Nada      | 114    | 684                | Col. Carías y Rodríguez # 2 | 298    | 1788               |
| Bo. San Antonio       | 165    | 990                | Bo. Las Crucitas            | 90     | 540                |
| Bo. La Victoria       | 269    | 1614               | Col. Guillermo Rodríguez    | 329    | 1974               |
| Bo. Avenida San Diego | 50     | 300                | Bo. Sabanetilla             | 36     | 216                |
| Bo. La Pilona         | 106    | 636                | Bo. Santa Eduvigis          | 221    | 1324               |

El análisis de la cobertura del servicio de recolección y transporte debe considerar, aparte de la cantidad de viviendas atendidas, también debe incluir en el análisis los factores como el tipo y la anchura de las calles, el tipo de vehículo, el método de recolección y sitios de almacenamiento temporal del residuo sólido.

Tal como se menciona en la sección 4.1.1, las rutas de recolección y transporte está configuradas para recorrer el territorio del casco urbano a través de sus avenidas y las calles hacia el lado derecho de cada avenida, empleando el método de recolección casa por casa. Además, las autoridades municipales han indicado que la ciudad no cuenta con sitios de almacenamiento temporal de los residuos.

Se obtuvo el cálculo de la población atendida a partir de la definición de las áreas de cobertura de las rutas de tren de aseo, la cual está basada en la cantidad de tramos recorridos. Una vez definidas las áreas de cobertura de las rutas de tren de aseo, se logró conocer la cantidad de población que es atendida por la municipalidad. El análisis geográfico indica que la ruta “C” es la que tiene menor recorrido y cobertura. En cambio, la ruta “B” y “A” tienen mayor longitud de recorrido y cobertura. Este análisis se obtuvo

a partir del cálculo de la geometría de las áreas de los barrios y colonias y los tramos de cobertura del servicio del tren de aseo.

**Tabla 7.** Estimación de área de cobertura del servicio de tren de aseo

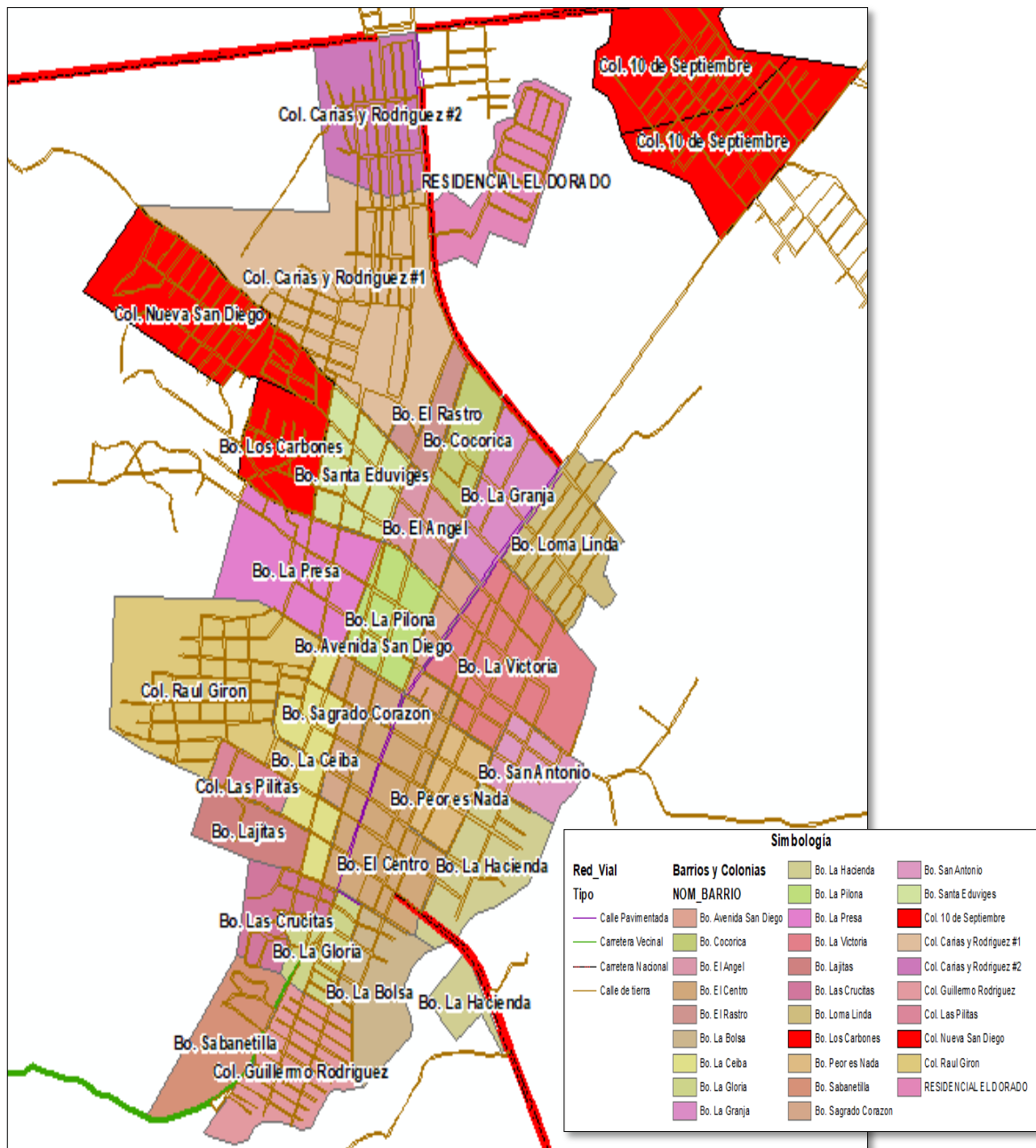
| ÁREA DE COBERTURA |            |            |  |   |                              |
|-------------------|------------|------------|--|---|------------------------------|
| Ruta A            | Ruta B     | Ruta C     | Porcentaje Área (m <sup>2</sup> ) Atendida | Porcentaje Área (m <sup>2</sup> ) sin atender | Área Total (m <sup>2</sup> ) |
| 378,470.60        | 580,644.30 | 328,447.04 | 1,287,561.94                               | 1,322,315.53                                  | 2,609,877.47                 |
| 14.5              | 22.2       | 12.6       | 49.3                                       | 50.7  | 100.0                        |

#### 4.1.1.3 Volumen de generación de residuos

Otro de los aspectos importante a considerar en la planificación y gestión adecuada de los residuos sólidos, es el volumen de generación. Obtener el volumen de los residuos sólidos le permitirá a la municipalidad conocer si la capacidad operativa con la que cuentan es suficiente para cubrir la demanda de la ciudad.

Según la capa de información geográfica de barrios y colonias, el casco urbano de Talanga está conformado por un total 31 barrios y colonias. Para efectos de la investigación solamente se consideraron los 26 barrios y colonias que se encuentran actualmente dentro del sistema de cobro tributario por el servicio de recolección y transporte de residuos. En la Figura 11 se puede observar que hay tres barrios y colonias cuya simbología está en rojo, esto indica que estos barrios no se encuentran dentro del sistema comercial y consecuentemente esos habitantes no reciben el servicio de tren de aseo.



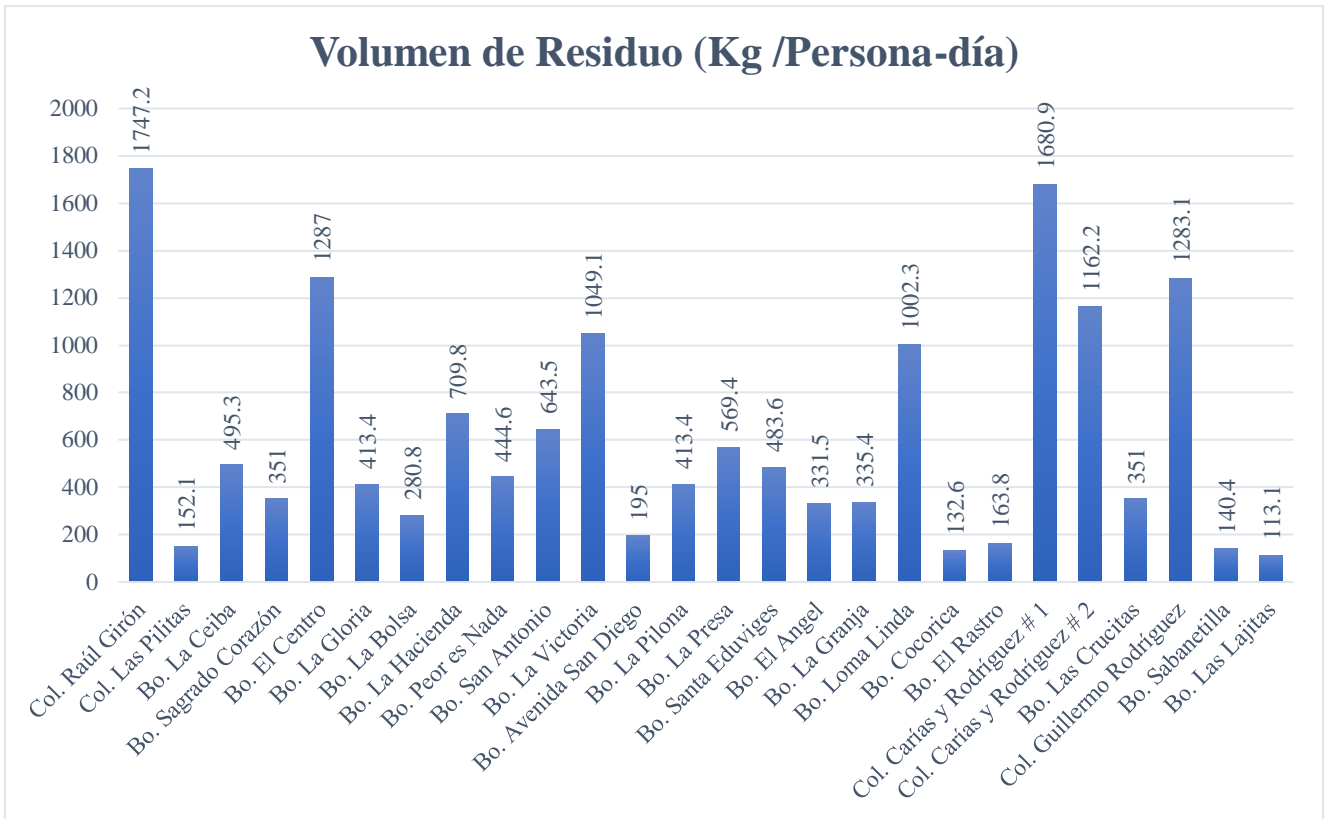


**Figura 11.** Mapa Barrios y Colonias del casco urbano de Talanga, Francisco Morazán

Fuente: Elaboración propia.

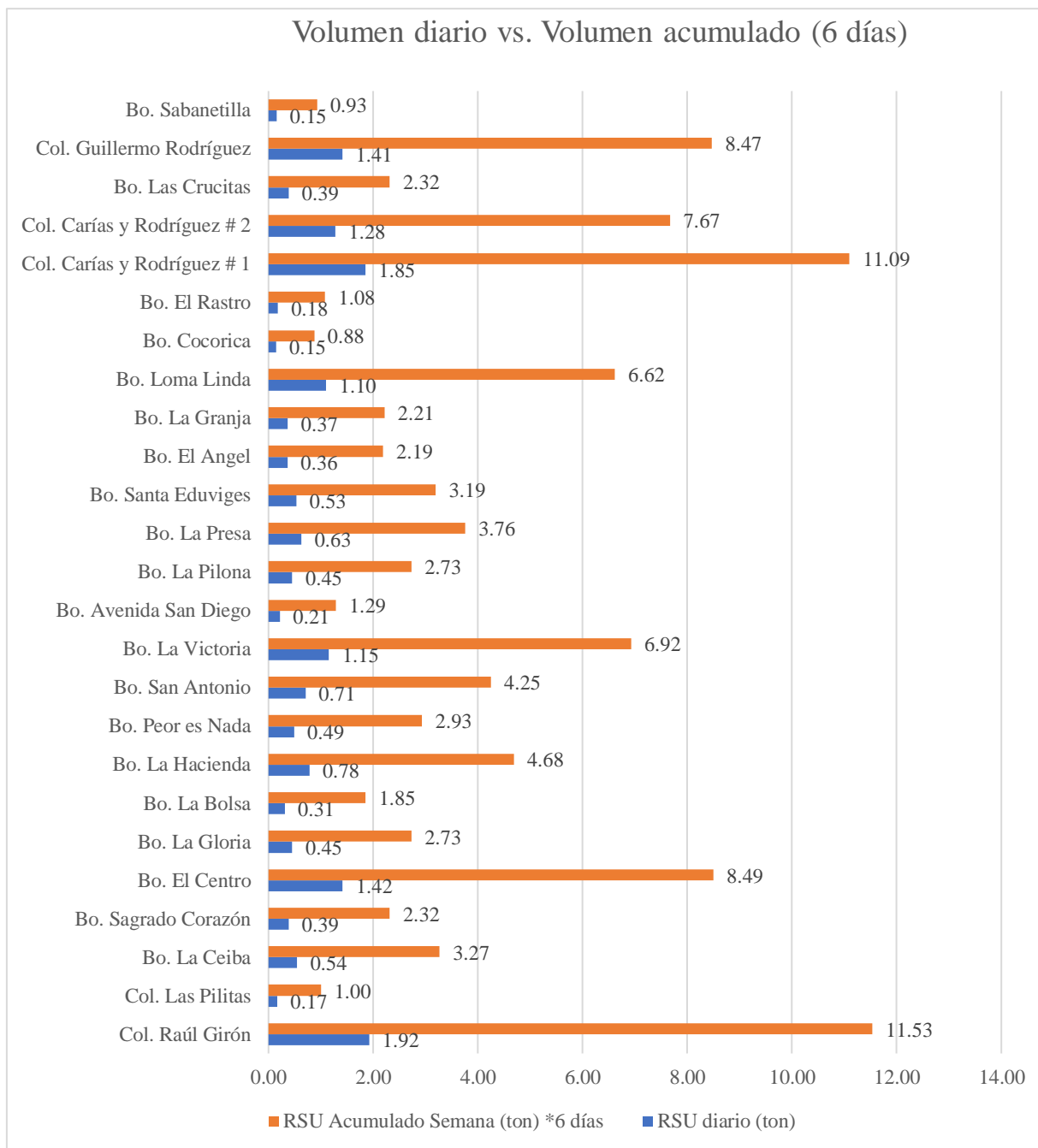
Para poder estimar el volumen de generación de residuos se requiere conocer el tamaño de la población. Partiendo de la información poblacional se estimó la generación de residuos sólidos por barrio y colonia. La estimación del volumen de residuos generado se obtuvo a partir de la tasa de generación per cápita en Honduras que es de 0.65 kg/persona-día. La producción de residuos sólidos diario en el caso urbano de Talanga es de 17.5 toneladas diarias. Nuevamente, si se considera que el servicio de recolección y

transporte se lleva a cabo con una frecuencia de 1 vez por semana, esto indica que las volquetas tienen la tarea de recolectar el volumen generado acumulado de seis días, el cual es de 105 toneladas.



**Figura 12.** Gráfico Volumen de residuo generado por barrio y colonia

La Figura 13 muestra una gráfica comparativa en la que los barrios y colonias que generan el mayor volumen de residuos son evidentemente los barrios y colonias densamente poblados. Estos barrios son los que tienen agrupados una mayor cantidad de techos y consecuentemente la mayor cantidad de habitantes. Es importante recalcar que la frecuencia del servicio de recolección se realiza 1/7, es decir que el volumen real recolectado es el acumulado de 6 días



**Figura 13.** Gráfica Comparativa volumen de generación diario vs. volumen de residuo acumulado

En apariencia las rutas actuales de recolección tienen una amplia cobertura territorialmente, sin embargo, existe un abismo entre el volumen generado acumulado y el volumen recolectado. Los datos de investigación muestran que el volumen de residuos recolectados es menor que el volumen de residuos generados. (Ver Tabla 8 y 9).

**Tabla 8.** Estimación de residuos sólidos generados por barrio y colonia

| Barrio/Colonia                | Población | RSU diario (ton) | RSU Acumulado Semana (ton) *6 días |
|-------------------------------|-----------|------------------|------------------------------------|
| Bo. Avenida San Diego         | 300       | 0.21             | 1.29                               |
| Bo. Cocorica                  | 204       | 0.15             | 0.88                               |
| Bo. El Ángel                  | 510       | 0.36             | 2.19                               |
| Bo. El Centro                 | 1980      | 1.42             | 8.49                               |
| Bo. El Rastro                 | 252       | 0.18             | 1.08                               |
| Bo. La Bolsa                  | 432       | 0.31             | 1.85                               |
| Bo. La Ceiba                  | 762       | 0.54             | 3.27                               |
| Bo. La Gloria                 | 636       | 0.45             | 2.73                               |
| Bo. La Granja                 | 516       | 0.37             | 2.21                               |
| Bo. La Hacienda               | 1092      | 0.78             | 4.68                               |
| Bo. La Pilona                 | 636       | 0.45             | 2.73                               |
| Bo. La Presa                  | 876       | 0.63             | 3.76                               |
| Bo. La Victoria               | 1614      | 1.15             | 6.92                               |
| Bo. Las Crucitas              | 540       | 0.39             | 2.32                               |
| Bo. Las Lajitas               | 174       | 0.12             | 0.75                               |
| Bo. Loma Linda                | 1542      | 1.10             | 6.62                               |
| Bo. Peor es Nada              | 684       | 0.49             | 2.93                               |
| Bo. Sabanetilla               | 216       | 0.15             | 0.93                               |
| Bo. Sagrado Corazón           | 540       | 0.39             | 2.32                               |
| Bo. San Antonio               | 990       | 0.71             | 4.25                               |
| Bo. Santa Eduviges            | 744       | 0.53             | 3.19                               |
| Col. Carías y Rodríguez # 1   | 2586      | 1.85             | 11.09                              |
| Col. Carías y Rodríguez # 2   | 1788      | 1.28             | 7.67                               |
| Col. Guillermo Rodríguez      | 1974      | 1.41             | 8.47                               |
| Col. Las Pilitas              | 234       | 0.17             | 1.00                               |
| Col. Raúl Girón               | 2688      | 1.92             | 11.53                              |
| <b>Total Producción de RS</b> |           | <b>17.52465</b>  | <b>105.15</b>                      |

**Tabla 9.** Estimación de residuos sólidos recolectados por ruta-recorrido

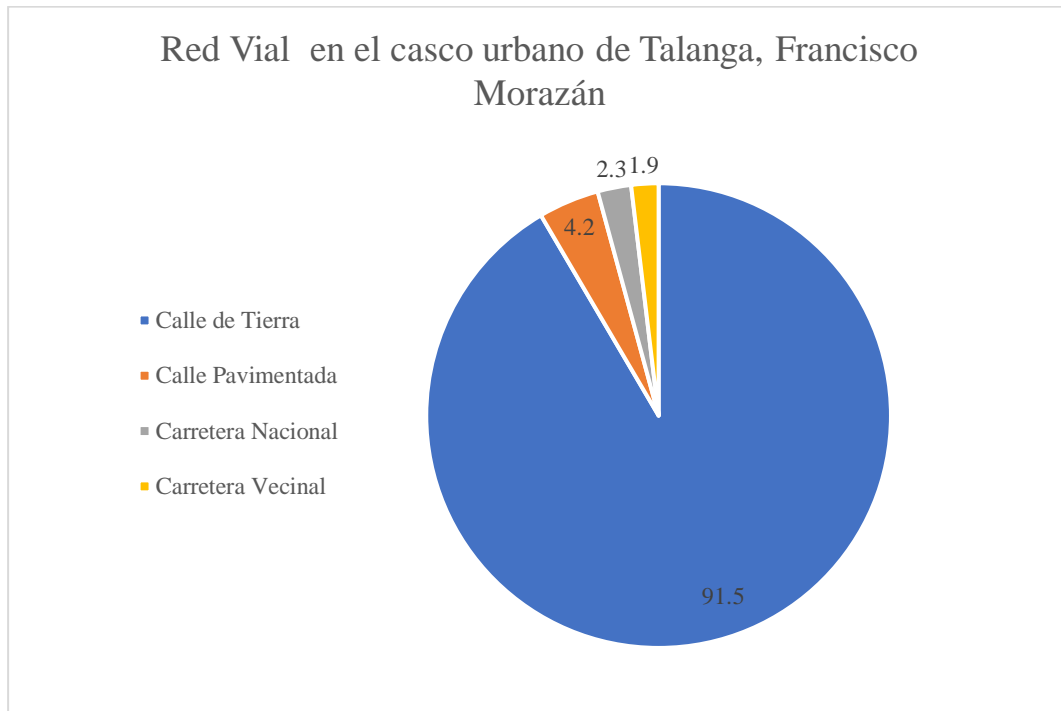
| Barrios/Colonias   | Población atendida | RSU Generado (ton/persona-día) | RSU Acumulado Recolectado (ton) |
|--|--------------------|--------------------------------|---------------------------------|
| El Centro - Mercado  | 534                | 0.4                            | 2.3                             |
| Bo. El Centro, Bo. Avenida San Diego, Bo. La Victoria  | 504                | 0.4                            | 2.2                             |
| Bo. Peor es Nada, Bo. El centro, Bo. La Victoria, Bo. La Bolsa, Bo. La Gloria                    | 1008               | 0.7                            | 4.3                             |
| Bo. El Centro, Bo. Peor es Nada, Bo. La Victoria   | 1032               | 0.7                            | 4.4                             |
| Bo. La Hacienda, Bo. San Antonio, Bo. La Victoria  | 1032               | 0.7                            | 4.4                             |
| Bo. El Centro, Bo. Avenida San Diego, Bo. La Victoria, Bo. Loma Linda                            | 690                | 0.5                            | 3.0                             |
| Bo. Avenida San Diego, Bo. La Victoria, Bo. Loma Linda   | 594                | 0.4                            | 2.5                             |
| Bo. El Centro, Bo. Avenida San Diego, Bo. La Granja,   | 840                | 0.6                            | 3.6                             |
| Bo. La Gloria, Bo. Las Crucitas, Bo. El Centro, Bo. Sagrado Corazón, Bo. La Pilona, Bo. El Ángel | 1242               | 0.9                            | 5.3                             |
| Bo. La Ceiba, Bo. Sagrado Corazón, Bo. La Pilona, Bo. El Ángel                                   | 786                | 0.6                            | 3.4                             |
| Bo. La Ceiba, Bo. La Presa   | 936                | 0.7                            | 4.0                             |
| Bo. Santa Eduvigis, Col. Carías y Rodríguez #1   | 462                | 0.3                            | 2.0                             |
| Col. Carías y Rodríguez # 1 y #2   | 870                | 0.6                            | 3.7                             |
| Col. Raúl Girón  | 480                | 0.3                            | 2.1                             |
| Col. Guillermo Rodríguez   | 978                | 0.7                            | 4.2                             |
| Bo. Loma Linda   | 576                | 0.4                            | 2.5                             |
| Col. Carías y Rodríguez #2   | 150                | 0.1                            | 0.6                             |
| El Centro - Mercado  |                    |                                |                                 |
| <b>Total Generación de RS</b>  |                    | <b>9.09</b>                    | <b>54.54</b>                    |

Las tablas muestran que la municipalidad se encuentra recolectando la mitad del volumen generado. El volumen que las volquetas recolectan es de 54.5 ton, cuando el volumen de generación de los barrios y colonias que atiende DIMAS es de 105.15 ton.

#### 4.1.1.4 Red Vial

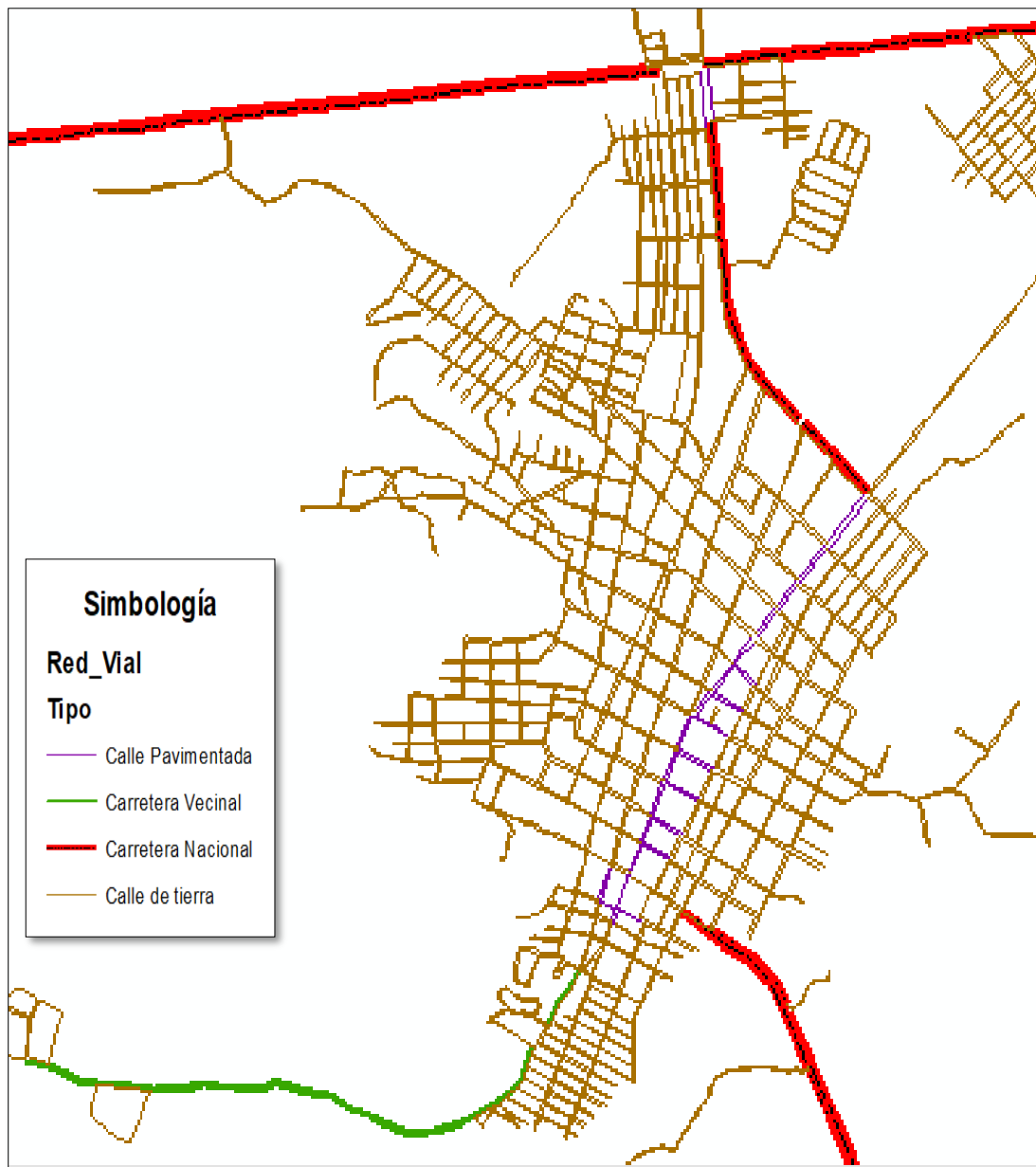
En relación con el tipo de red vial en el casco urbano, se encontró mediante la fotointerpretación y se corroboró mediante observación de campo en el sitio, que

solamente el 8% del casco urbano se encuentra pavimentado, el resto del territorio se compone por calles de tierra compactadas; el porcentaje de calles pavimentadas se compone de calles urbanas y un tramo de carretera nacional que conduce al casco urbano. Ver Figura 14.



**Figura 14.** Gráfica porcentaje de red vial en el casco urbano de Talanga

La norma para la construcción del ancho del derecho vial depende de cada municipalidad. El ancho de las calles en el casco urbano de Talanga en su mayoría es de 6 – 7 metros, si se compara con las especificaciones de una ciudad como Distrito Central cuya normativa indica que el derecho vial debe tener un ancho mínimo de 10 m y un máximo de 14 metros, el ancho de la vialidad en Talanga es muy bajo para la densidad poblacional y el desarrollo actual de la ciudad. Por otro lado, la red vial de los barrios y colonias que se encuentran en la periferia del casco urbano tienen un ancho mínimo de 3 m y un máximo de 5 m.



**Figura 15.** Mapa Red Vial casco urbano de Talanga, Francisco Morazán

Fuente: Elaboración propia a partir de la construcción de cartografía básica.

Las condiciones de la vialidad de la ciudad de Talanga tienen un impacto negativo en el servicio de recolección y transporte por las siguientes razones:

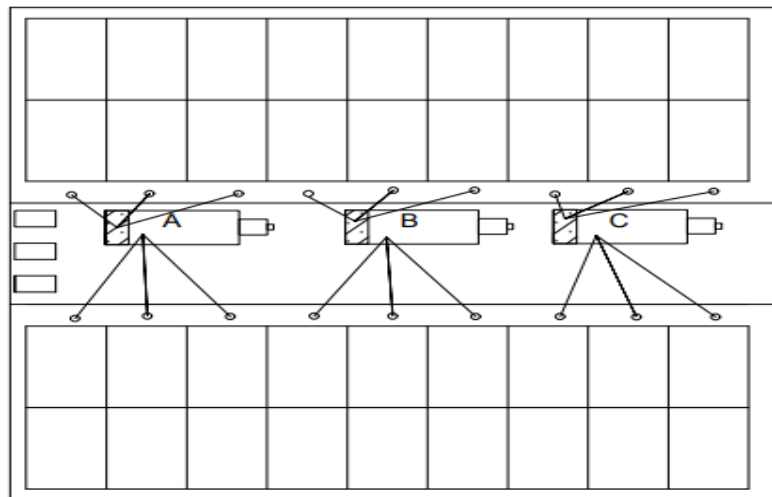
1. La velocidad máxima en la que se puede transitar en las calles de tierra en buen estado es de 30 – 50 Km/h, sin embargo, algunas calles de tierra se encuentran en buen estado; otras no cuentan con el drenaje adecuado y en tiempo de invierno

se encuentran inundadas. Lo anterior permite inferir que la velocidad de transitabilidad de las volquetas disminuye aún más.

2. En los barrios y colonias donde el ancho de las calles es menor a 5 m las volquetas no pueden transitar debido a que no cuentan con un radio de giro adecuado para la dimensión de las volquetas.

#### 4.1.1.5 Método de recolección

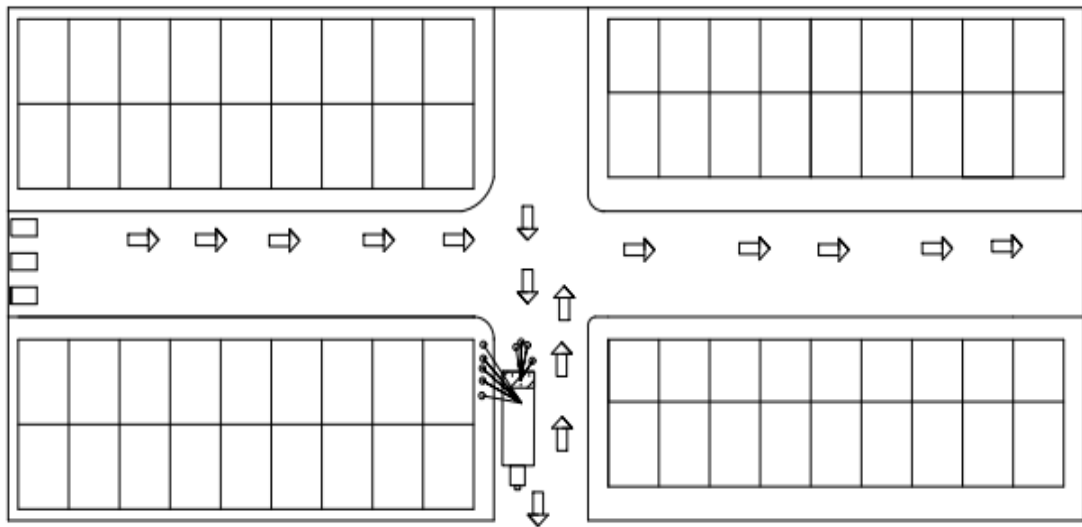
La municipalidad de Talanga utiliza dos métodos de recolección, el método de parada fija y el método de acera. El método de acera es el método que más se emplea en la ciudad. Este método implica que el vehículo recolector recorra por cada calle y avenida del casco urbano recolectando los residuos sólidos que los usuarios colocan en las aceras. Ver Figura 16.



**Figura 16.** Método de recolección de acera

Los operadores de las volquetas aplican el método de parada fija en aquellos barrios donde el vehículo no puede ingresar, y este permanece estacionado esperando que los usuarios del servicio lleven sus desechos hasta el vehículo. (Ver Figura).





**Figura 17.** Método de recolección de parada fija

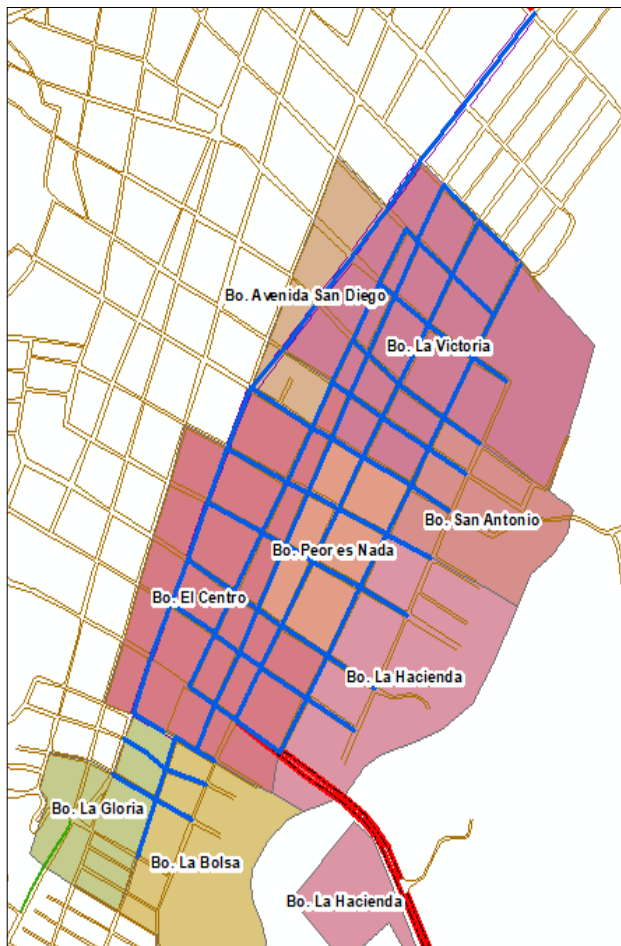
Este método se aplica comúnmente en los barrios que recorre la ruta “C, ya que son barrios cuyas calles tienen un ancho menor a 5m y una pendiente de  $> 10\%$ , haciendo imposible que el vehículo circule.

#### **4.1.1.6 Rutas de recolección y transporte**

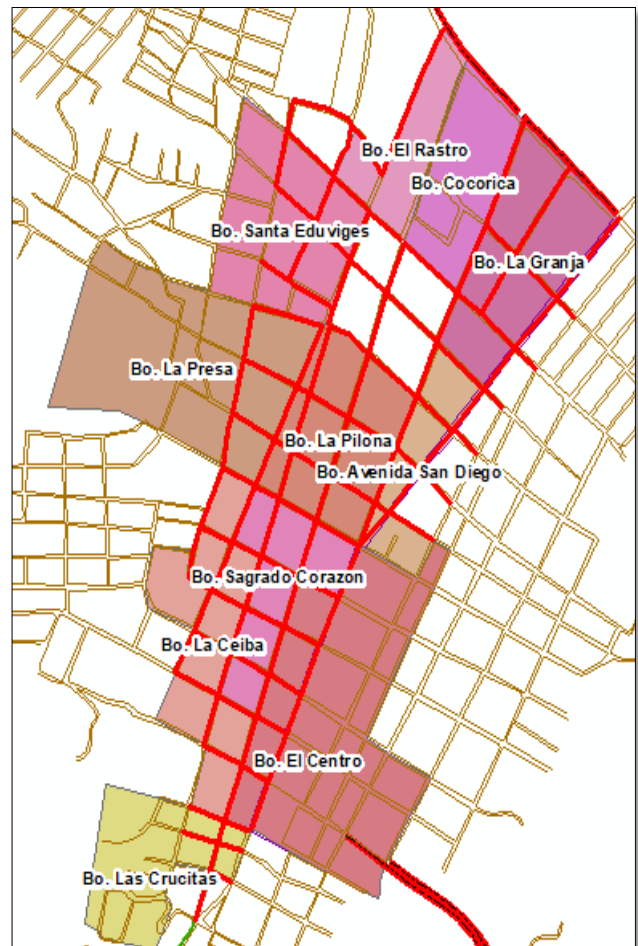
En relación con las rutas de recolección y transporte de los residuos, geográficamente se puede observar una amplia cobertura en las rutas A y B. Por el contrario, la cobertura de la ruta C es pobre; es directamente proporcional a su recorrido de recolección. Adicionalmente se encontró que las tres rutas de recolección, de manera alterna durante la semana, hacen una parada en el mercado municipal de Talanga. Es decir, que cada volqueta visita el mercado en un día diferente. Según el calendario la volqueta A visita el lunes, la volqueta B el martes, la volqueta C el miércoles, y así se reinicia el ciclo de la visita a este lugar.

Las rutas A y B son similares en el aspecto que recorren y recogen los residuos a partir de las avenidas de la ciudad y las calles hacia la derecha del recorrido. Se puede

observar en todas las rutas un aumento en la columna del recorrido real, esto es debido a que las volquetas recorren los mismos tramos dos veces, aumentando la longitud de su recorrido. Ver Figura 18 y 19.



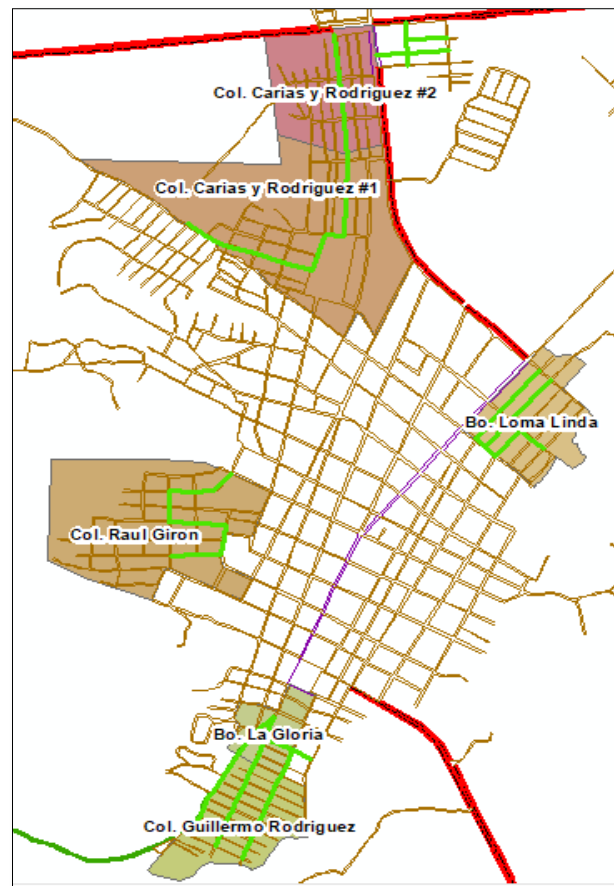
**Figura 19. Ruta A**



**Figura 18. Ruta B**

El método de recolección que emplean las rutas A y B es el de acera, sin embargo, las rutas se ven impactadas dependiendo del día que tengan asignado una parada en el mercado municipal. Según los recolectores y el Jefe de DIMAS, estas paradas en el mercado, debido al alto volumen de residuo que se recolecta, provoca que no se termine el resto del recorrido de la ruta en algunas ocasiones. Sin embargo, la ruta C tiene la particularidad que recorre únicamente a través de las calles en donde las volquetas pueden acceder, los residuos en esta ruta son llevados por los usuarios hacia

las volquetas y posteriormente son vaciados por los recolectores.



**Figura 20.** Ruta C

El recorrido de la ruta C se ve afectado por el estado en el que se encuentra la red vial en las zonas, además por el grado de la pendiente que existe en esas zonas es muy alto. Esta inclinación se obtuvo a partir de un modelo de elevación del municipio de Talanga, que permitió corroborar la información obtenida a partir de las entrevistas.

#### Disposición Final

Los residuos sólidos son dispuestos en el botadero de la municipalidad que se encuentra a 7 Km del casco urbano. Este lugar inicialmente estaba destinado para operar como un relleno sanitario, sin embargo, solamente se logró mantener la operatividad a lo

largo de la presencia del cooperante en el proyecto. Se menciona el método de disposición final que emplea la municipalidad, sin embargo, no forma parte del análisis de las rutas.

#### 4.1.2 Análisis económico

Considerando lo expuesto en el análisis de la situación actual, el DIMAS no logró conseguir que sus operaciones fueran sostenibles y/o rentables a través de la recaudación de impuestos de los contribuyentes de Talanga.

El Plan de Arbitrios del municipio de Talanga establece las tarifas de contribución por actividad económica, bienes y servicios. Los contribuyentes de Talanga deben incorporarse al sistema tributario de la municipalidad, y para el alistamiento de un nuevo barrio o colonia en el sistema tributario deberá hacerse a través de la aprobación de la Corporación Municipal.

La municipalidad cobra a sus contribuyentes L. 150 cuyo monto se desglosa en los siguientes servicios: agua potable, alcantarillado, tren de aseo y cuerpo de bomberos. Para el tren de aseo se designan L. 40, según el Plan de Arbitrios, sin embargo, el mismo establece que las tarifas deben ser diferenciadas desglosadas en: doméstico, comercial tipo A y B e industrial/bancaria. Según la entrevista sostenida con la recaudadora del DIMAS se encontró que la división cuenta con una cifra de 3998 contribuyentes.

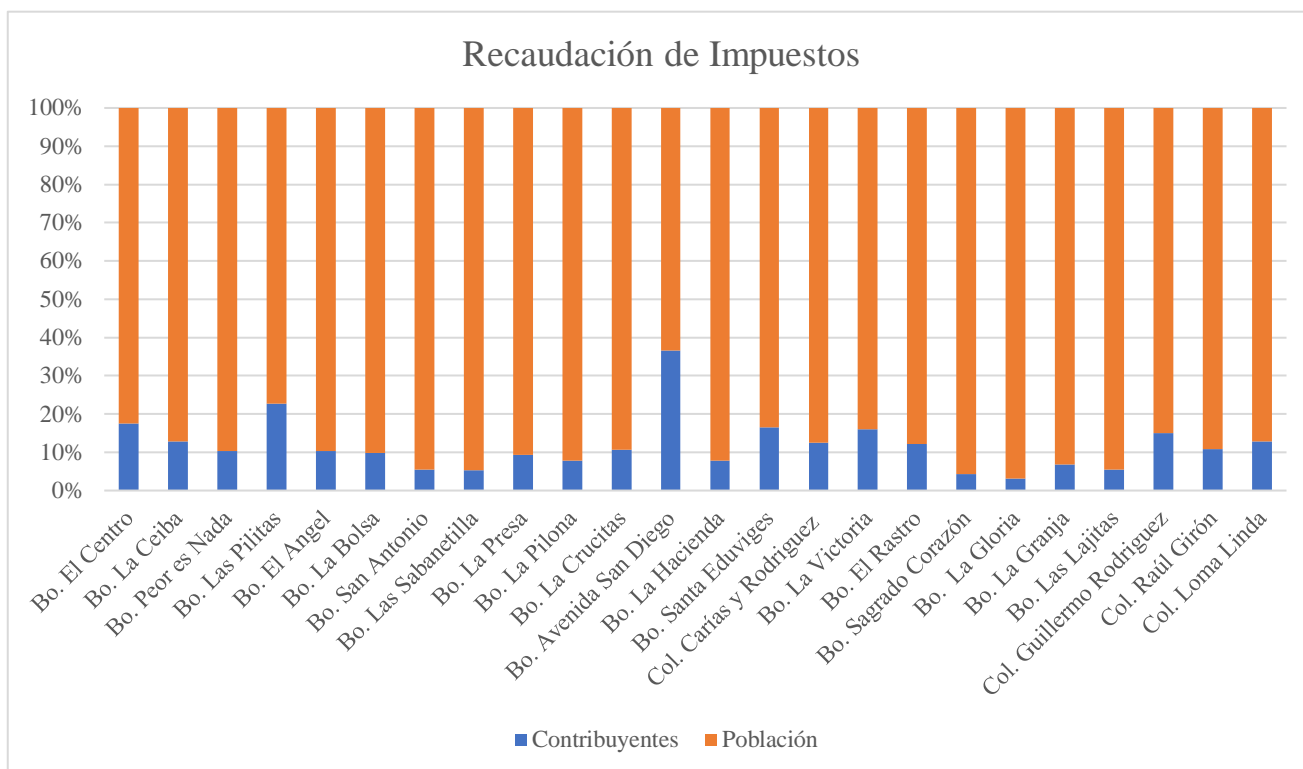
**Tabla 10.** Contribuyentes por barrio y colonia

| Barrio o Colonia    | Contribuyentes | Barrio o Colonia         | Contribuyentes |
|---------------------|----------------|--------------------------|----------------|
| Bo. El Centro       | 422            | Bo. La Hacienda          | 93             |
| Bo. La Ceiba        | 112            | Bo. Santa Eduvigis       | 173            |
| Bo. Peor es Nada    | 79             | Col. Carías y Rodríguez  | 624            |
| Bo. Las Pilitas     | 69             | Bo. La Victoria          | 308            |
| Bo. El Ángel        | 59             | Bo. El Rastro            | 35             |
| Bo. La Bolsa        | 47             | Bo. Sagrado Corazón      | 24             |
| Bo. San Antonio     | 57             | Bo. La Gloria            | 20             |
| Bo. Las Sabanetilla | 89             | Bo. La Granja            | 38             |
| Bo. La Presa        | 90             | Bo. Las Lajitas          | 10             |
| Bo. La Pilona       | 54             | Col. Guillermo Rodríguez | 350            |
| Bo. La Crucitas     | 64             | Col. Raúl Girón          | 325            |

|                       |     |                 |     |
|-----------------------|-----|-----------------|-----|
| Bo. Avenida San Diego | 173 | Col. Loma Linda | 228 |
|-----------------------|-----|-----------------|-----|

Fuente: DIMAS, Municipalidad de Talanga

Haciendo una relación entre la población total de cada barrio y colonia versus la cantidad de contribuyentes, se puede observar en la gráfica que del 100% de la población de cada barrio y colonia, se recauda menos del 40% de los impuestos.



**Figura 21.** Gráfica Contribuyentes vs. Población total por Barrio o Colonia

En total, la municipalidad recauda al mes el valor de L.141,720 a partir de la tarifa residencial y L. 21,150 de la tarifa comercial, esto refleja que la municipalidad tiene un déficit de L. 32,461.68. La municipalidad de Talanga eroga un presupuesto total de L. 195,331.68 cuyos gastos se desglosan en la tabla.

**Tabla 11.** Costos de Operación del servicio de recolección y transporte

| No.                | Costo de Operación             | Precio Unitario | Unidad | Cantidad | Total              |
|--------------------|--------------------------------|-----------------|--------|----------|--------------------|
| 1.0                | Combustible                    |                 |        |          |                    |
| 1.1                | Diesel                         | 87.54           | gal    | 792      | L69,331.68         |
| 2.0                | Arrendamiento de Equipo        |                 |        |          |                    |
| 2.1                | Volqueta Mack                  | 25000           | L./mes | 2        | L50,000.00         |
| 2.2                | Volqueta Volvo                 | 25000           | L./mes | 1        | L25,000.00         |
| <b>Costo Total</b> |                                |                 |        |          | <b>L144,331.68</b> |
| No.                | Costo de Mano de Obra          | Precio Unitario | Unidad | Cantidad | Total              |
| 3.0                | Salarios                       |                 |        |          |                    |
| 3.1                | Salario Mensual del operador   | 7000            | L./mes | 3        | L21,000.00         |
| 3.2                | Salario Mensual del recolector | 5000            | L./mes | 6        | L30,000.00         |
| <b>Costo Total</b> |                                |                 |        |          | <b>L51,000.00</b>  |
| <b>Gran Total</b>  |                                |                 |        |          | <b>L195,331.68</b> |

#### 4.1.3 Análisis Socio cultural

En relación con el almacenamiento temporal de los residuos sólidos previo a su recolección, se pudo observar que la población en Talanga emplea sacos para almacenar temporalmente sus residuos, y estos son colocados en las aceras para ser recolectados.

Por otro lado, en conversaciones sostenidas con algunos pobladores del casco urbano, así como la recaudadora de la municipalidad de Talanga se logró conocer los hábitos de los habitantes en relación con la gestión de los residuos sólidos; por un lado, los habitantes que no reciben el servicio de recolección y transporte incineran o entierran sus residuos. En algunos solares baldíos se pudo observar que los pobladores desechaban sus residuos en estos lugares, y posteriormente son incinerados por los dueños de los terrenos.

En ocasiones la recaudadora del DIMAS recibe comentarios por parte de la población Talangueña indicando que no desean pagar los impuestos para la recolección y transporte de residuos sólidos ya que ellos consideran que generan muy poco residuo, consecuentemente ellos prefieren enterrar o incinerar sus residuos.

El mercado municipal es un establecimiento con un volumen alto de generación de residuos. La recolección se lleva a cabo a diario, sin embargo, los arrendatarios de los locales en el mercado disponen de sus residuos en el pavimento en el exterior del establecimiento. La recolección se lleva a cabo con pala, ya que el residuo no es almacenado en contenedores.

#### 4.2 Modelo de Rutas

Recapitulando lo mencionado en la sección 4.1.1.6, las rutas se encuentran diseñadas basado en la experiencia del Jefe de DIMAS quien es el encargado de la recolección y transporte. El diseño debería contemplar más de una de las etapas de la gestión integrada de los residuos sólidos además de otros factores que afectan la eficiencia de las operaciones.

La problemática de la recolección y transporte se encuentra en la capacidad operativa con la que debe contar la municipalidad dada la generación del residuo. Para proponer un modelo de rutas empleando herramientas SIG, se debe tener en consideración los siguientes factores básicos:

- Densidad poblacional
- Estimar la generación de residuo per cápita (Kg/persona-día)
- Identificar las fuentes no domiciliarias
- Contar con información cartográfica básica del asentamiento; zonificación del área urbana, red vial, catastro, red de transporte.

Estos elementos determinan el diseño de las rutas, la frecuencia del servicio y la distribución de la recolección. El modelo de ruta que se propone emplear es el modelo de redes de transporte para el diseño de las rutas de recolección. Este modelo se basa en el

algoritmo Djakstra, cuyo enfoque es determinar un recorrido completo que conecte todos los nodos o paradas que se definan en la ruta de recolección.

#### 4.2.1 Generación de Residuos

Para determinar la cantidad de residuos que se generan en el casco urbano de Talanga se debe estimar la generación basado en la tasa de generación de residuos en Honduras mostrada en la tabla 11. Si bien es cierto que no se cuenta con un censo actualizado, se empleó una fórmula para proyectar la cantidad de población existente al 2022. Se estima que el casco urbano de Talanga, considerando la tasa de generación diaria per cápita, genera 16,233 Kg/día o 17.85 toneladas diarias siendo esta la demanda actual del servicio.

**Tabla 12.** Generación de residuos en el casco urbano de Talanga

| Generación per cápita (Kg/persona-día) | Habitantes (Hab.) | Generación (Kg/día) | Generación (Ton/día) |
|--|-------------------|---------------------|----------------------|
| 0.65                                   | 24,974            | 16,233              | 17.85                |

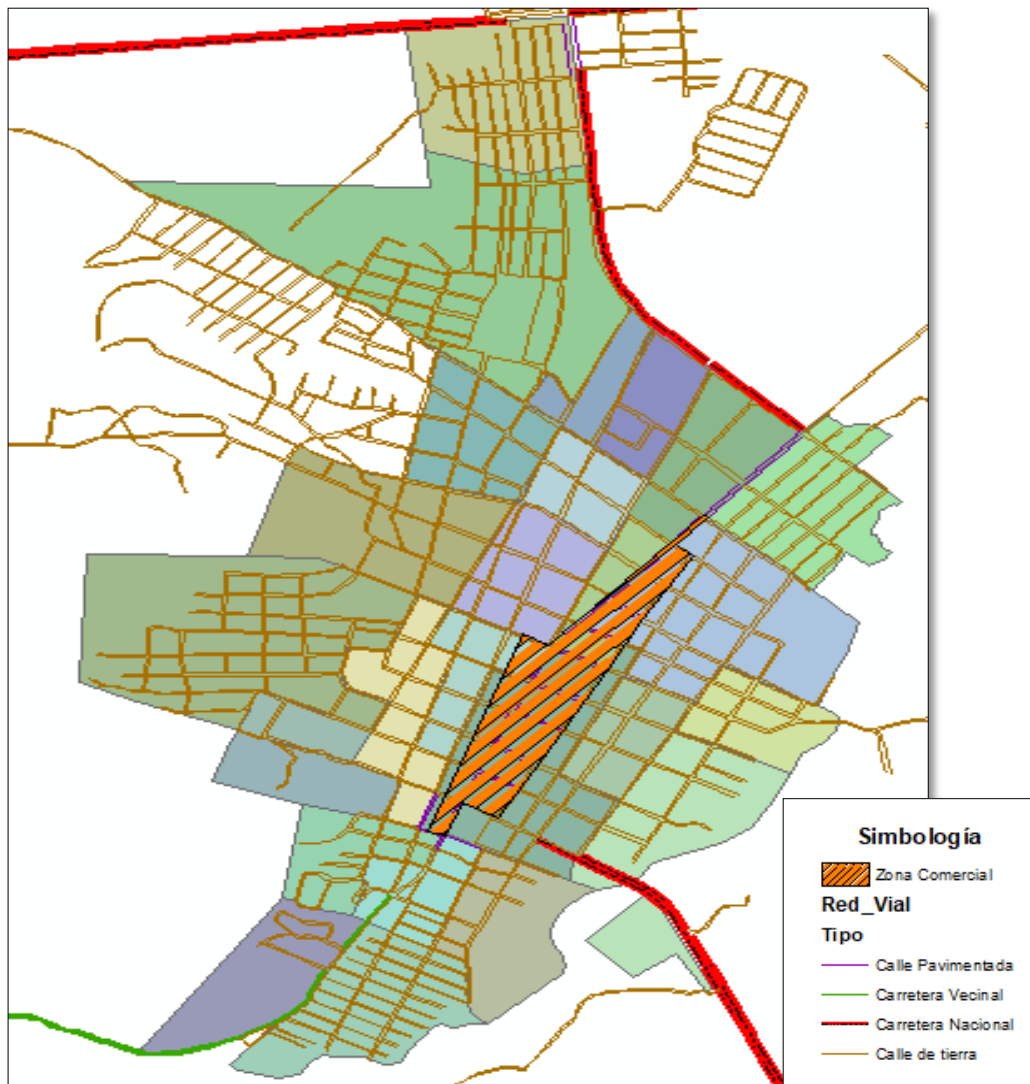
#### **Zona habitacional**

En las zonas habitacionales predominan las viviendas unifamiliares, no se encuentran edificios de apartamentos en el casco urbano de Talanga. Los barrios y colonias que se encuentran en el centro del casco urbano poseen calles con un ancho de 7m con dos carriles o vías, mientras que en las zonas habitacionales que rodean el casco urbano son asentamientos desordenados con un ancho de calles de 3 – 4m de ancho y de un solo carril. Las calles en las zonas habitacionales por lo general se encuentran con una baja transitabilidad de vehículos.



## Zona comercial

La zona comercial comprende la avenida completa desde Bo. El Centro hasta el Bo. Avenida San Diego., (Ver Figura 22) Dado que esta avenida se encuentra concentrado los comercios y servicios, existe una mayor transitabilidad de vehículos en la zona.



**Figura 22.** Ubicación de zona comercial

## **Método de recolección**

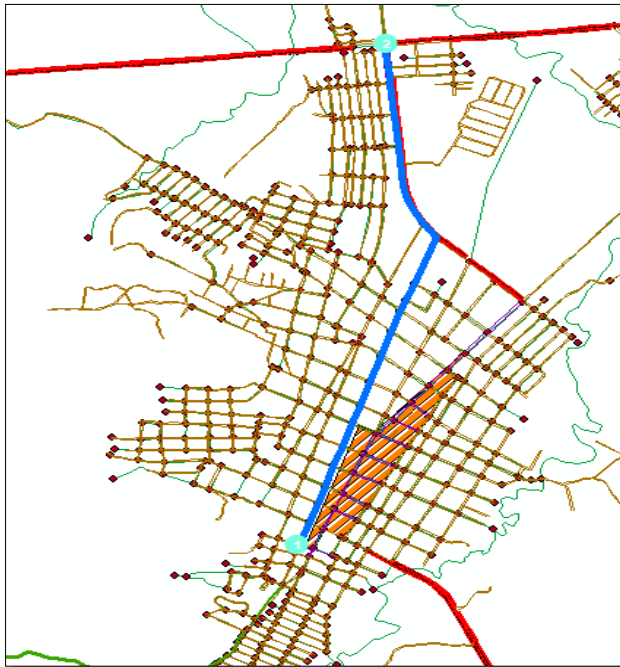
En la actualidad se emplean los métodos de recolección de acera y parada fija los cuales son adecuados considerando la red vial de la ciudad, sin embargo, para aumentar la cobertura del servicio de recolección se precisa incorporar el método de recolección con contenedores. Se comprueba una baja cobertura en la ruta C debido a la inaccesibilidad que presenta la red vial y a la orografía en esos sectores del casco urbano.

### **4.2.2 Rutas**

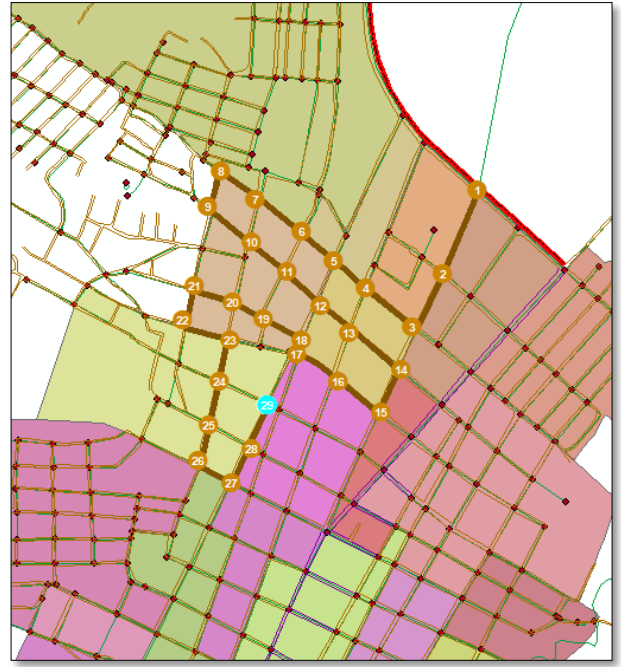
En el caso de la municipalidad de Talanga la problemática del servicio de recolección se basa en la ineficiencia para recolectar el residuo de los usuarios. Por lo anterior el objetivo de la optimización del servicio de recolección es aumentar la cobertura, además de aumentar la recaudación de impuestos para sostener el servicio que se ofrece obteniendo como resultado la disminución del subsidio del servicio.

Partiendo del análisis de la sección 4.1, el método de recolección que se debe incorporar en el casco urbano de Talanga depende de la red vial y del espacio físico que estas ofrecen para el desarrollo de las operaciones de recolección y transporte. El uso del modelo de redes de transporte ofrece la facilidad de plantear diversos escenarios de recolección y que estos escenarios se enfoquen en la impedancia a la que se desea priorizar, ya sea el tiempo o distancia. Ver Figura 22 y 23.

Según el modelo de ruta de redes de transporte, el recorrido debe cumplir con la cobertura sin tener que recorrer nuevamente por el mismo tramo, a su vez, que se efectúe el recorrido haciendo un barrido por sectores en lugar de recorrer de punta a punta a través de las avenidas.



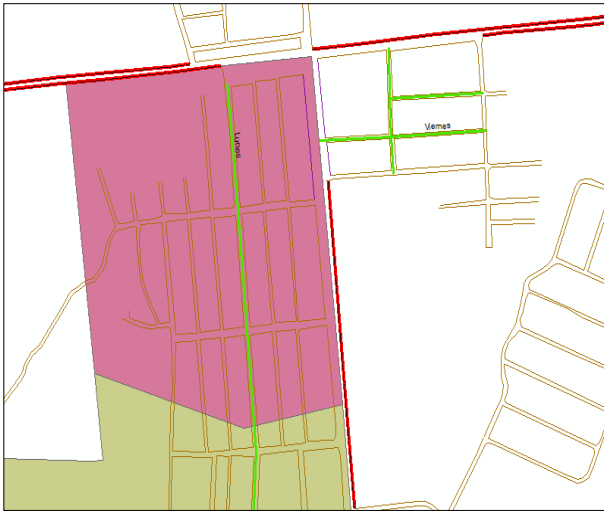
**Figura 24.** Análisis de la distancia más corta.



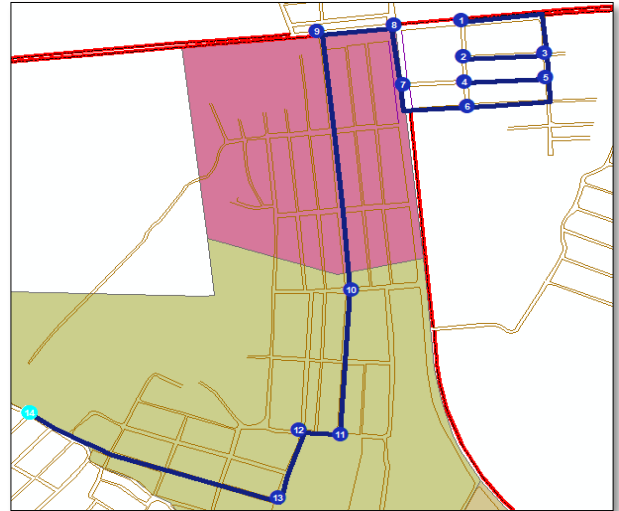
**Figura 23.** Análisis de paradas

Para el rediseño de las rutas de recolección se deben establecer los recorridos de las volquetas según la proximidad de cada recorrido para garantizar la cobertura. La Figura muestra los recorridos del lunes y martes de la ruta C, ambos recorridos se realizan en el mismo punto de partida, sin embargo, se lleva a cabo la recolección en dos días diferentes en lugar de recorrer ambos el mismo día ahorrando un recorrido a la volqueta de la ruta C.

En el escenario mostrado en las Figuras 25 y 26 aumenta la longitud de la trayectoria, sin embargo, el recorrido definido para el viernes puede ser aprovechado para cubrir área en donde se carece de cobertura.

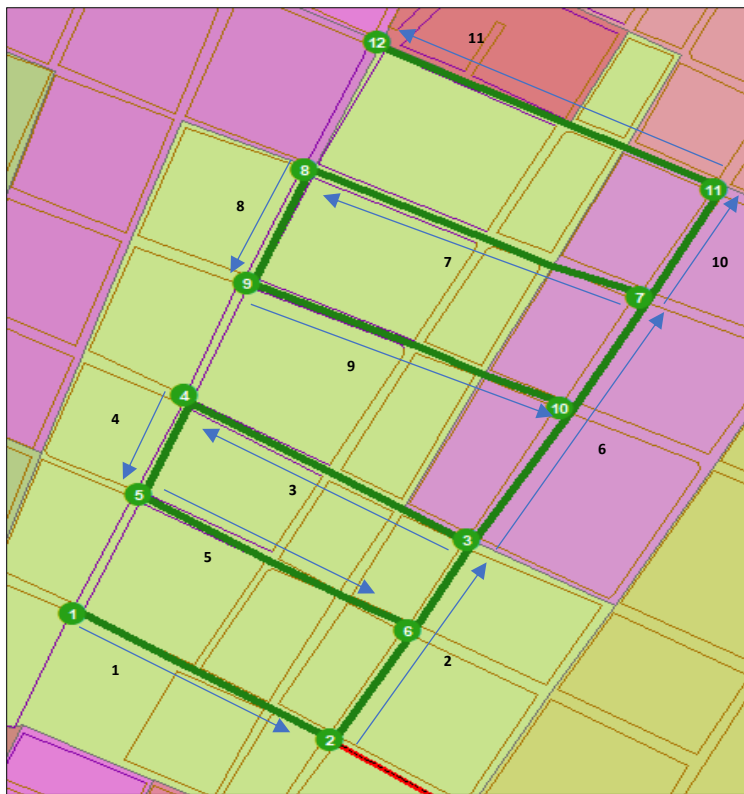


**Figura 25.** Recorrido original, Ruta C.



**Figura 26.** Re diseño de recorrido de ruta C

Tomando en consideración la alternabilidad de la dirección de las vías en las calles de Talanga, se propone que los recorridos de las rutas A y B recorran las calles en zigzag (barrido) evitando que el vehículo se estacione o realice demasiadas paradas. (Ver Figura 27)



**Figura 27.** Ruta rediseñada

### 4.3 Caso de Estudio

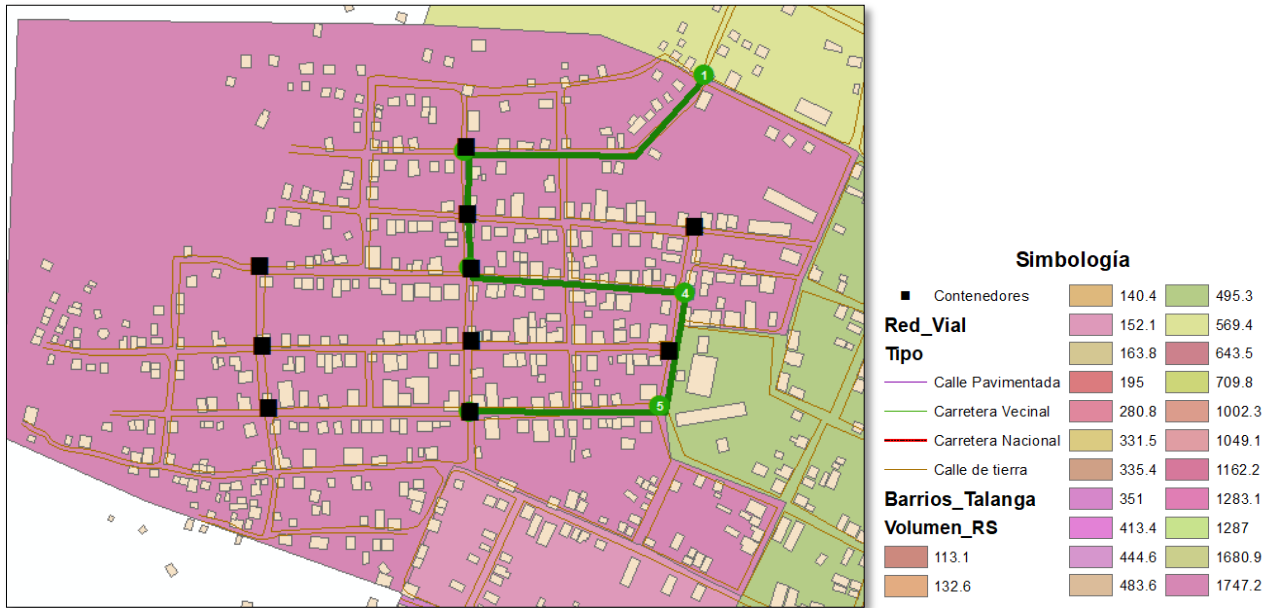
Con el objetivo de aumentar la cobertura del servicio de recolección y transporte en el casco urbano de Talanga y ofrecer un sustento de la aplicabilidad del método de recolección con brigadas de recolección se analizó el caso de Morelia, México cuyo sistema de recolección emplea métodos de recolección con contenedores a través de las brigadas de recolección. Los hallazgos más relevantes del método de recolección con contenedores son los siguientes:

- La recolección de los residuos sólidos está compuesta por la recolección domiciliar y la recolección mediante brigadas. La recolección por brigadas consiste en la recolección de los residuos a partir de contenedores, y esto sucede ya que la zona habitacional en la ciudad de Morelia predomina las viviendas unifamiliares con la particularidad de que sus calles son estrechas y se encuentran vehículos estacionados, imposibilitando el paso de los vehículos recolectores. Adicionalmente, estos vehículos recolectores de brigadas proveen apoyo en algunas rutas domiciliarias.
- En ocasiones las brigadas no solamente recolectan los residuos de los contenedores, sino también brindan apoyo recolectando manualmente los residuos y estos son almacenados y colocados temporalmente en las esquinas para ser recolectados por los vehículos recolectores.

#### 4.3.1 Alternativa 1: Método de recolección con contenedores

El casco urbano de Talanga se encuentra en la misma situación que las calles de Morelia, son estrechas en algunos sectores de la ciudad y esto provoca que no se recolecten los residuos de aquellas viviendas cuyas calles no permiten el paso de las volquetas. Es por ello que se propone incorporar el método de recolección con contenedores, y estos deben ser colocados en las áreas donde hay poca cobertura.

Los contenedores deberían ser empleados para almacenar y acopiar temporalmente los residuos en las zonas en donde el tren de aseo no puede transitar, si bien la ruta no podría cambiar u optimizarse debido a la vialidad de la zona, pero se estaría ampliando la cobertura del servicio de recolección. Ver Figura 27.



**Figura 28.** Ruta con contenedores

#### 4.4.1 Alternativa 2: Brigadas de recolección con contenedores

Los contenedores de residuos pueden ser ubicados en las rutas con menor cobertura tal como en el sector C donde se encuentra la población en las periferias de la ciudad. Incorporar el método de recolección con estaciones de transferencia implica que la municipalidad deberá adquirir vehículos de menor tamaño y establecer brigadas para atender las zonas donde no puede transitar el vehículo recolector.

Las brigadas de recolección tienen la función de brindar apoyo al equipo de recolección. El objetivo de emplear brigadas es que tengan un calendario que les permita llevar a cabo una limpieza, recolectar y acopiar los residuos y que estos sean trasladados

a puntos en donde el vehículo recolector pueda recolectar y transportar los residuos de las zonas periféricas.

Tomando en consideración que la ruta C es la que ofrece menor cobertura en el casco urbano de Talanga. Estos deben estar distribuidos y posicionados en la intersección de 4 manzanas. Cada contenedor, por razones de espacio y estética, deberán tener una capacidad máxima de 5 m<sup>3</sup>. Las brigadas de recolección podrán recolectar los residuos en los puntos de almacenamiento temporal hacia las estaciones de transferencia.

#### 4.4 Rutas Optimizadas

Recapitulando el análisis previo, las rutas de recolección de residuos actualmente son tres (3) con cinco (5) recorridos cada uno. Estas recorren las avenidas del suroeste hacia el noreste entrando y saliendo por cada calle hacia la derecha. Estos recorridos tienen una longitud promedio de 1.6 Km y en algunos recorridos más de 2 Km, sin embargo, estos recorridos se vuelven más extensos debido a que los vehículos deben recorrer dos veces el mismo tramo.

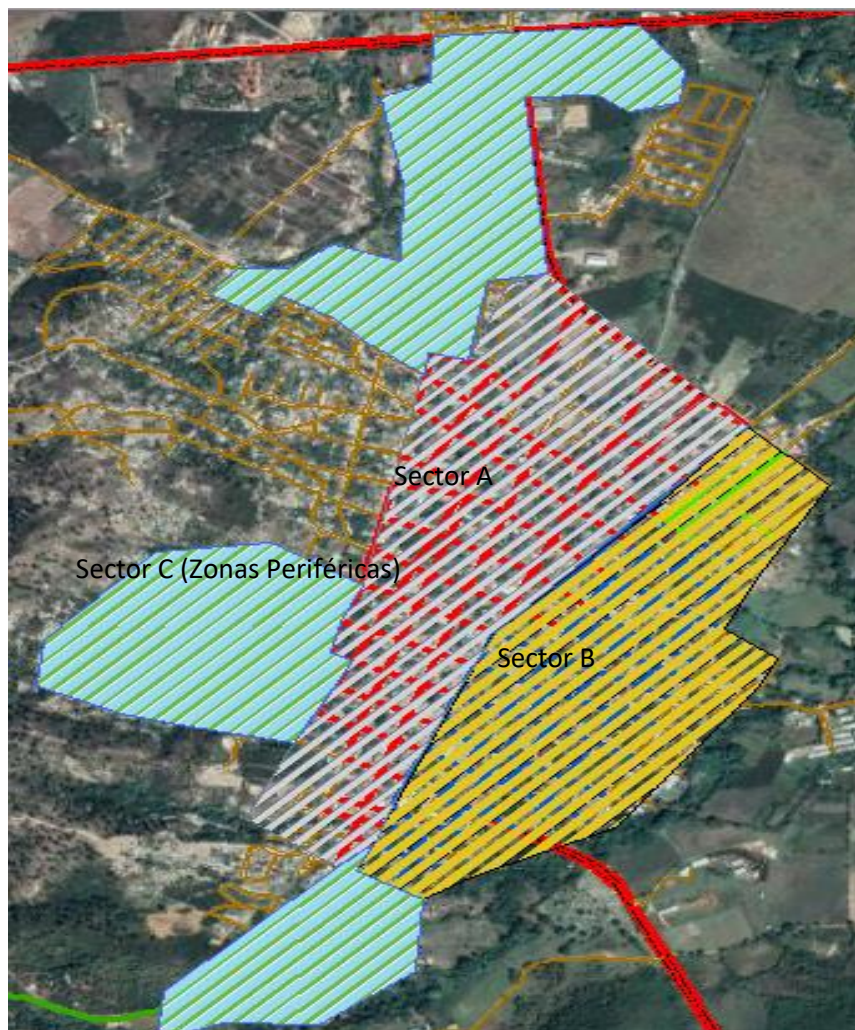
Las rutas propuestas para la optimización del servicio de recolección y transporte de residuos fueron rediseñadas partiendo del modelo de rutas propuesto, empleando el modelo de rutas de redes de transporte. Este modelo permite al usuario definir la cantidad de paradas y este resuelve la ruta basada en la cantidad y la posición de las paradas para cada ruta. El análisis de redes de transporte permitió obtener resultados en relación a la longitud del recorrido, el número de paradas, la estimación de la cantidad de techos y/o población atendida y el estimado del volumen de residuo recolectado.

Cabe mencionar que estos recorridos fueron diseñados bajo el supuesto de que la población movilizaría sus residuos a las esquinas de las cuadras; el modelamiento



coincide en que las rutas, ya sean diseñadas con un recorrido vertical u horizontal, se recorren las esquinas de cada cuadra.

La optimización de las rutas se basó en definir rutas en bloques continuos basados en la sectorización del territorio. Se determinó sectorizar en tres áreas: sector C (zonas periféricas), sector A y sector B. Ver Figura.



**Figura 29.** Zonificación habitacional y comercial del casco urbano

La modelación de las rutas de recolección y transporte demuestran que los recorridos establecidos en bloques continuos aumentan la cobertura disminuyendo los reprocesos y consecuentemente aumenta el volumen de residuos recolectados. A continuación, se muestra la ruta del sector A con sus

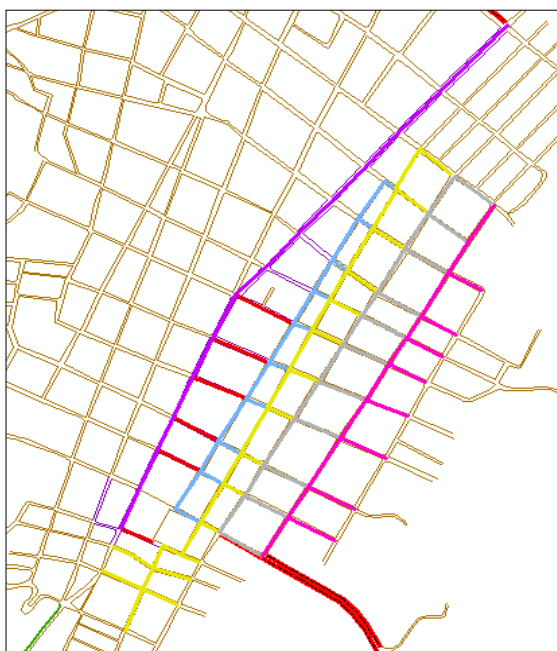


recorridos optimizados y su respectiva tabla con los valores correspondientes a la longitud del recorrido, el número de paradas, la estimación de la cantidad de población atendida y la estimación del volumen de residuo recolectado.

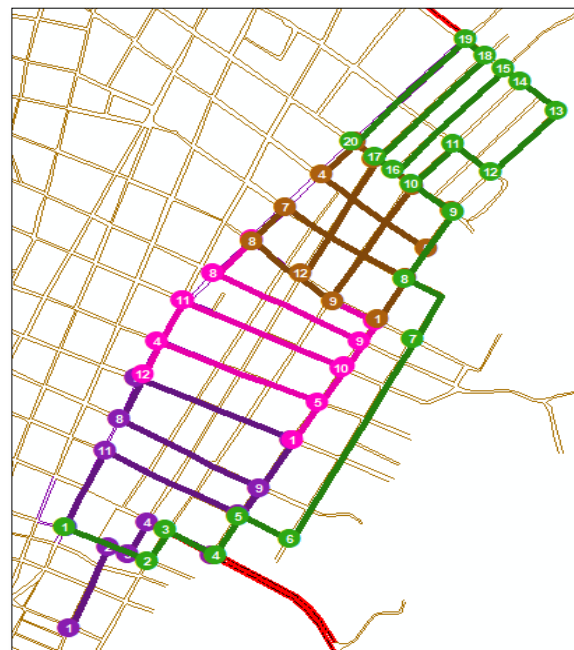
**Tabla 13.** Recorridos rediseñados

| Ruta                          | Recorrido | Longitud de Recorrido (Km) | Número de paradas | Número de techos | Población atendida | RSU Generado diario (Ton) | RSU Generado Acumulado (Ton) |
|-------------------------------|-----------|----------------------------|-------------------|------------------|--------------------|---------------------------|------------------------------|
| A                             | 1         | 2.07                       | 12                | 315              | 1890               | 1.35                      | 8.11                         |
|                               | 2         | 2.82                       | 12                | 320              | 1920               | 1.37                      | 8.24                         |
|                               | 3         | 3.78                       | 21                | 650              | 3900               | 2.79                      | 16.73                        |
| B                             | 1         | 1.96                       | 11                | 222              | 1332               | 0.95                      | 5.71                         |
|                               | 2         | 2.91                       | 12                | 258              | 1548               | 1.11                      | 6.64                         |
|                               | 3         | 3.79                       | 18                | 374              | 2244               | 1.60                      | 9.63                         |
| C                             | 1         | 3.17                       | 19                | 544              | 3264               | 2.33                      | 14.00                        |
|                               | 2         | 2.53                       | 8                 | 408              | 2448               | 1.75                      | 10.50                        |
|                               | 3         | 2.29                       | 12                | 208              | 1248               | 0.89                      | 5.35                         |
| <b>Total RSU Recolectados</b> |           |                            |                   |                  |                    | <b>14.15</b>              | <b>84.92</b>                 |

Si se comparan los resultados de los datos de las rutas existentes en la Tabla 4 Estimación de residuos sólidos recolectados por ruta-recorrido y la tabla las rutas optimizadas se puede observar que actualmente se recolecta el 51% de los residuos, con las rutas optimizadas se observa un incremento del 13% de la recolección de residuos.



**Figura 31.** Rutas existentes con recorrido vertical

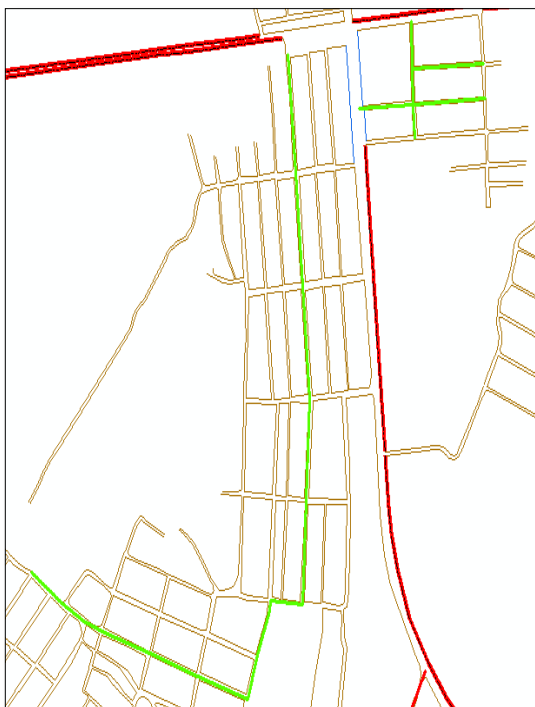


**Figura 30.** Rutas rediseñadas

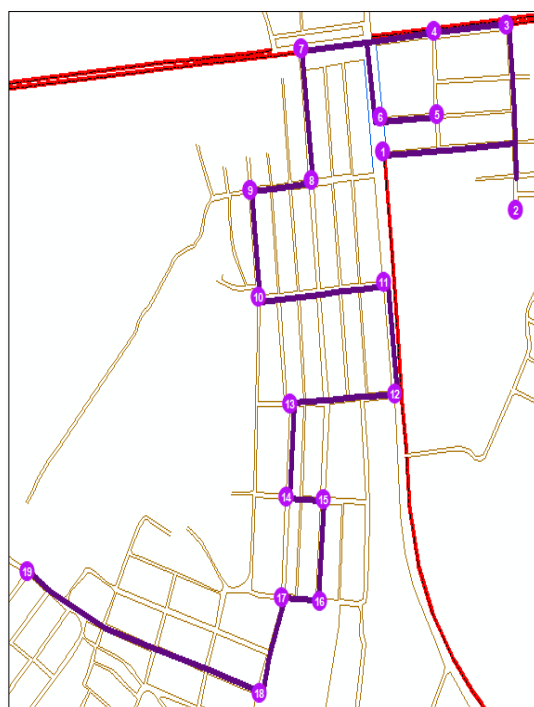
Las rutas de recolección fueron diseñadas de manera que los vehículos recolectores realicen un barrido en zigzag a través de las manzanas de la ciudad. En las figuras 30 y 31 se puede observar una comparación de las rutas existentes y las rutas rediseñadas.

El diseño propuesto reduce la cantidad de recorridos por ruta. Los recorridos de la ruta A, B y C fueron reducidos a 3 recorridos cada uno con una longitud promedio de 2.5 Km. Si bien las longitudes aumentan, el número de paradas disminuyen en comparación a la tabla de las rutas existentes.

En los casos de las rutas la ruta A y B se estableció el diseño de los recorridos tomando en consideración la dirección de la única avenida existente en el casco urbano y cuya dirección va desde el noreste hacia el suroeste. Las calles hacia los extremos de esa avenida pueden ser recorridos hacia ambos lados. En el caso de la ruta C, se unificó el recorrido del lunes y el viernes para evitar que se diera un reproceso recorriendo por la misma zona en diferentes días.



**Figura 32.** Ruta C existente



**Figura 33.** Ruta C rediseñado

Los recorridos de las rutas A y B fueron diseñadas tomando en consideración la dirección del único tramo de la red vial donde se conocen los atributos de la red. La avenida es conocida como la calle del comercio cuya longitud es de 1.3 Km, sin embargo, una parte del tramo cuenta con dos vías o carriles y la otra mitad el tramo solamente cuenta con 1 carril. De alguna manera existe una oportunidad para el diseño de rutas propuesto ya que en su mayoría las calles que componen el casco urbano pertenecen a las zonas habitacionales, por ende, se permite el tránsito en dos direcciones.

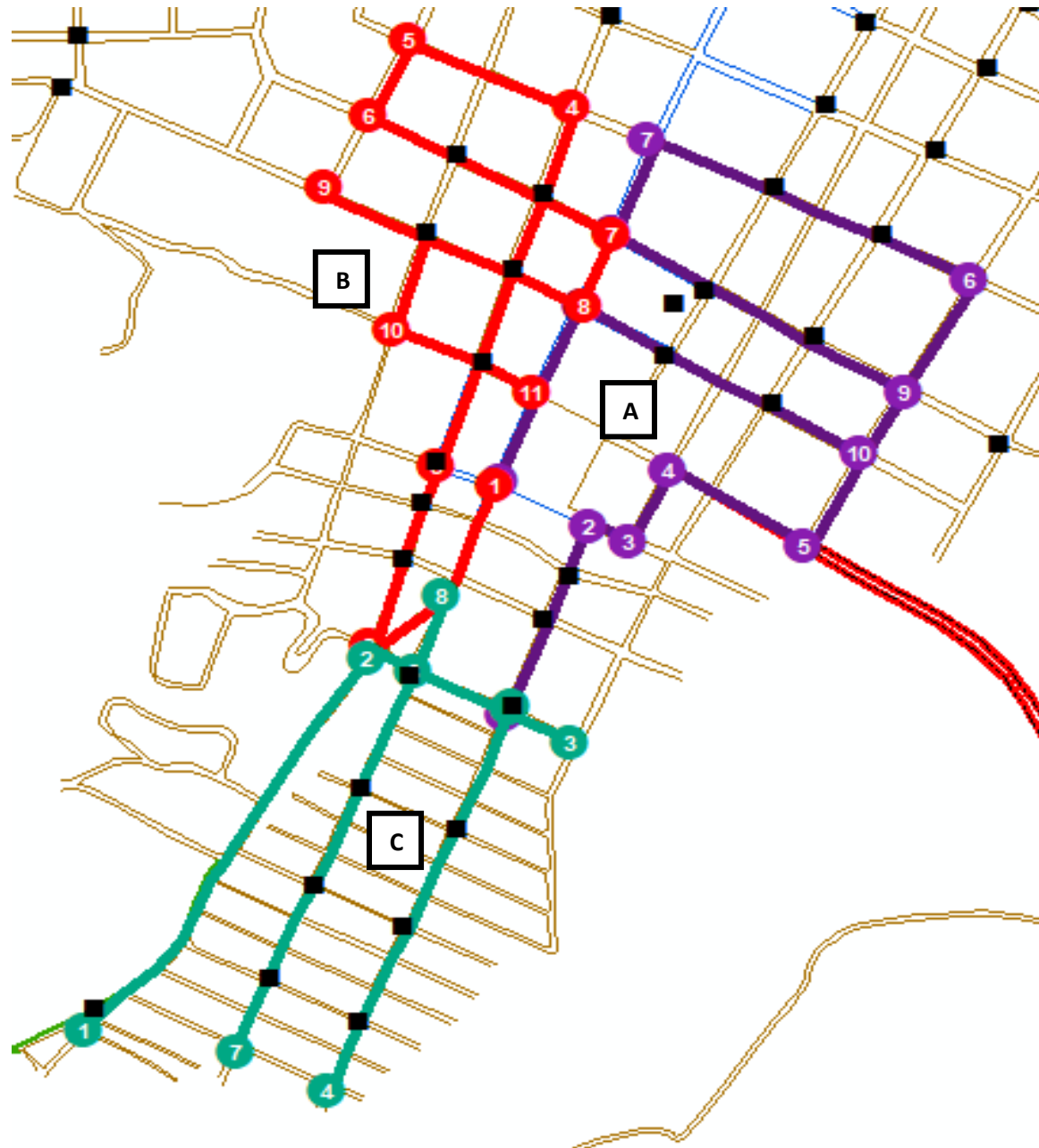
#### 4.4.2 Frecuencia

Dado que los contenedores deben tener una capacidad máxima de 4 m<sup>3</sup>, la frecuencia de los recorridos de las rutas deberá efectuarse al menos dos veces por semana. El motivo por el cual se establece que los recorridos deberán realizarse de tal manera es debido a que existe el riesgo de que los contenedores puedan transformarse en botaderos a cielo abierto dentro de la ciudad, generando contaminación y desarrollo de vectores que puedan afectar la salud de la población Talangueña.

Calendario de Recorridos Actualizado

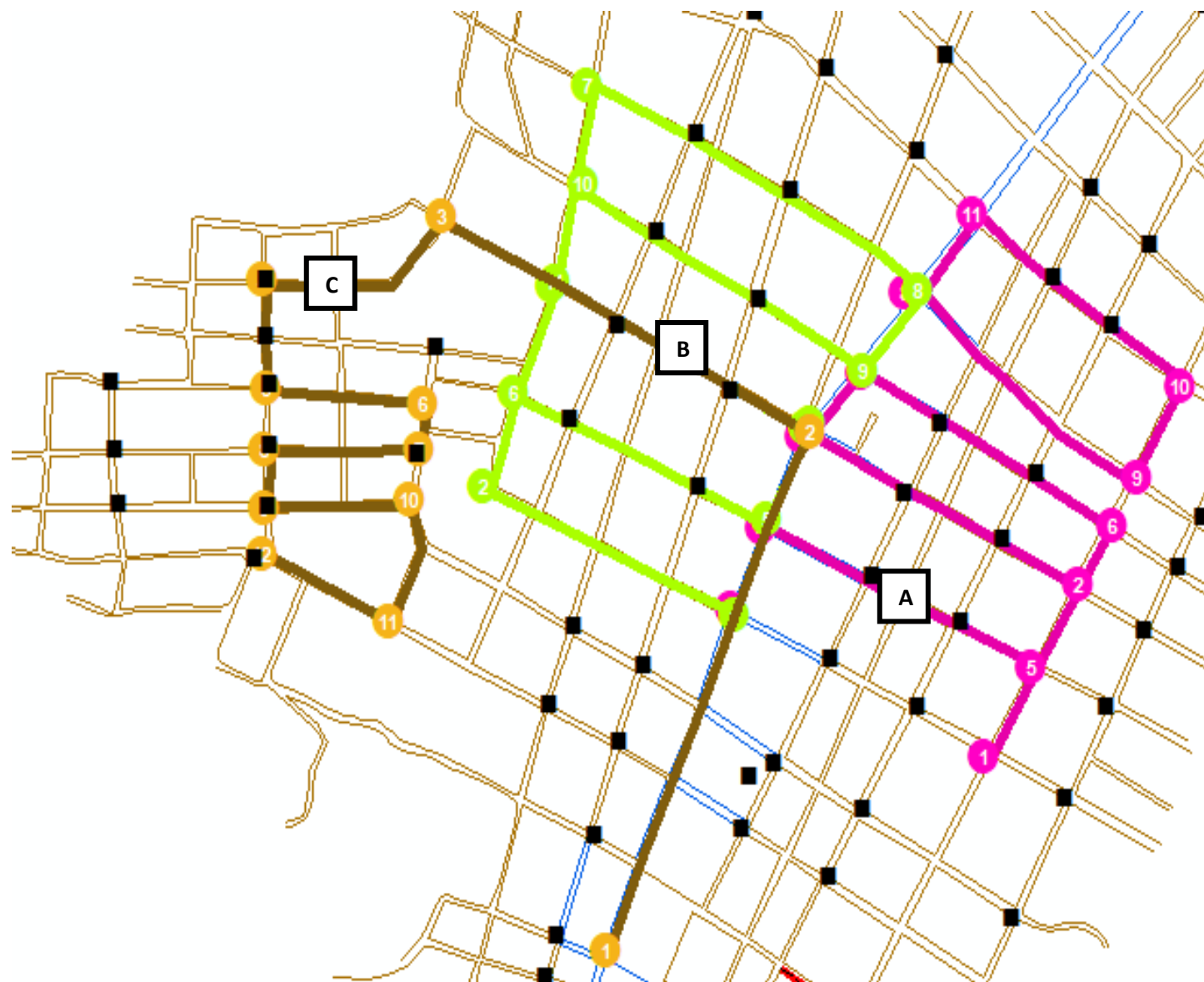
| RUTAS    | LUNES   | MARTES  | MIERCOLES  | JUEVES  | VIERNES   | SABADO   |
|----------|---|---|--|---|---|--|
| <b>A</b> | Bo. El Centro, Bo. Peor es Nada   | Bo. Peor es Nada, Bo. El Centro, Bo. Avenida San Diego, Bo. La Victoria               | Bo. La Hacienda, Bo. San Antonio, Bo. La Victoria, Bo. Loma Linda                          | Bo. El Centro, Bo. Peor es Nada   | Bo. Peor es Nada, Bo. El Centro, Bo. Avenida San Diego, Bo. La Victoria               | Bo. La Hacienda, Bo. San Antonio, Bo. La Victoria, Bo. Loma Linda                          |
| <b>B</b> | Bo. La Gloria, Bo. Las Crucitas, Bo. El Centro, Bo. La Ceiba, Bo. Sagrado Corazón | Bo. La Ceiba, Bo. Sagrado Corazón, Bo. La Pilona, Bo. La Presa, Bo. Avenida San Diego | Bo. La Presa, Bo. El Ángel, Bo. Santa Eduviges, Bo. La granja, Bo. Cocorica, Bo. El Rastro | Bo. La Gloria, Bo. Las Crucitas, Bo. El Centro, Bo. La Ceiba, Bo. Sagrado Corazón | Bo. La Ceiba, Bo. Sagrado Corazón, Bo. La Pilona, Bo. La Presa, Bo. Avenida San Diego | Bo. La Presa, Bo. El Ángel, Bo. Santa Eduviges, Bo. La granja, Bo. Cocorica, Bo. El Rastro |
| <b>C</b> | Col. Guillermo Rodríguez, Bo. La Gloria, Bo. La Bolsa                             | Col. Raúl Girón   | Col. Carías y Rodríguez #1 y #2  | Col. Guillermo Rodríguez, Bo. La Gloria, Bo. La Bolsa                             | Col. Raúl Girón   | Col. Carías y Rodríguez #1 y #2  |

Recorrido Lunes  
Ruta A, B y C

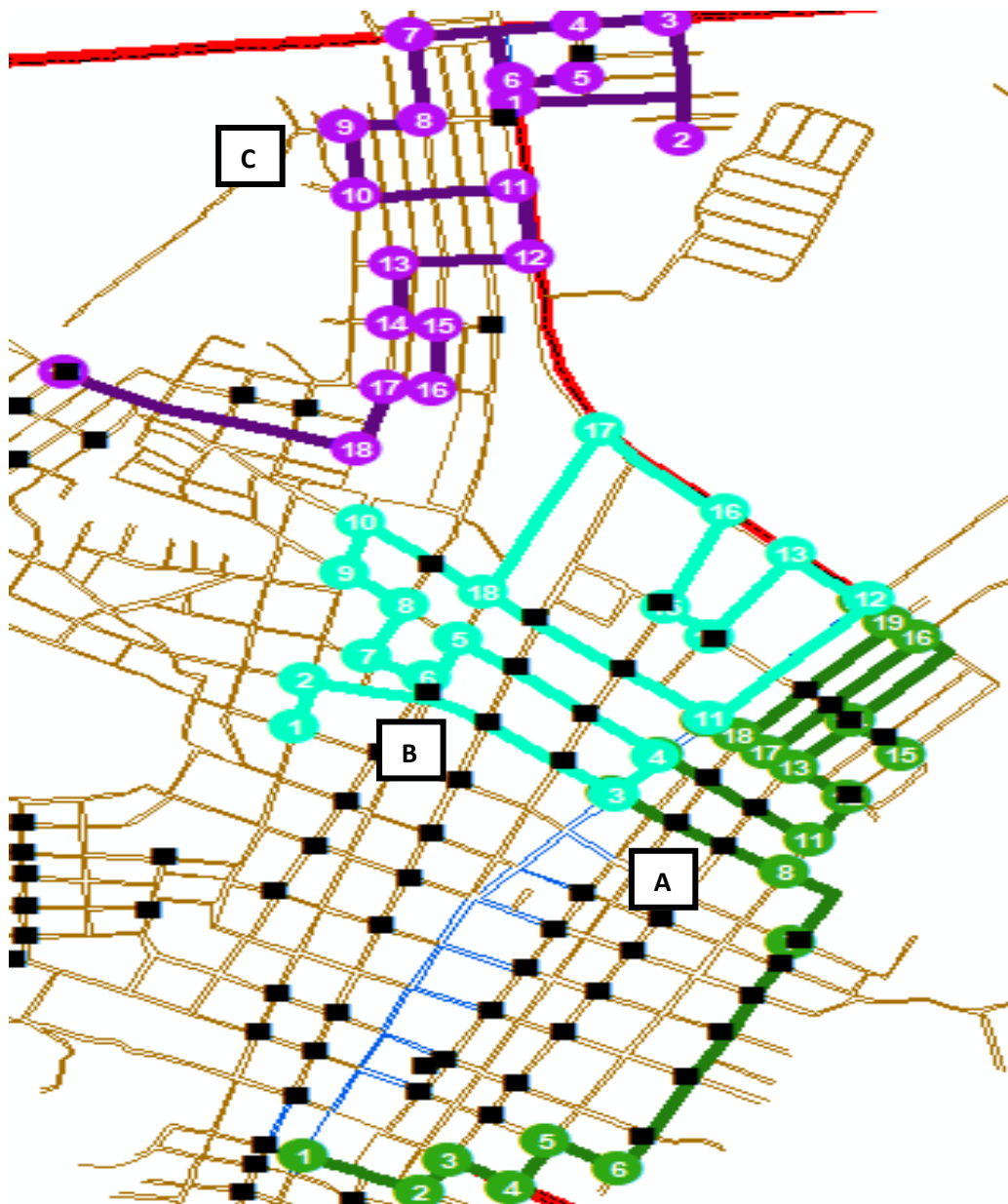


Recorrido Martes

Ruta A, B y C



Recorrido Miércoles  
Ruta A, B y C



#### 4.4.3 Análisis Económico

Considerando el costo operativo del servicio de recolección y transporte de los residuos con sus rutas optimizadas, la adquisición de contenedores de residuos sólidos urbano, la mano de obra necesaria y el arrendamiento de la cantidad de vehículos recolectores adecuados para la demanda, la municipalidad asume un costo total de L. 3,540,342.24.

Partiendo de la inversión que se requiere para la operación óptima del servicio, la tarifa por el servicio de recolección consecuentemente debe ser modificada para la recuperación de la inversión. La tarifa mensual del impuesto de recolección es de L. 142, cabe mencionar que la tarifa no incluye información financiera en relación con la utilidad que pudiera adquirir la municipalidad por prestar el servicio.

**Tabla 14.** Costos de Operación del servicio de tren de aseo de la Municipalidad de Talanga

| No.                | Costo de Operación             | Precio Unitario | Unidad | Cantidad | Total                |
|--------------------|--------------------------------|-----------------|--------|----------|----------------------|
| 1.0                | <b>Combustible</b>             |                 |        |          |                      |
| 1.1                | Diesel                         | 87.54           | gal    | 1056     | L92,442.24           |
| 2.0                | <b>Arrendamiento de Equipo</b> |                 |        |          |                      |
| 2.1                | Volqueta Mack                  | 25000           | L./mes | 2        | L50,000.00           |
| 2.2                | Volqueta Volvo                 | 25000           | L./mes | 2        | L50,000.00           |
| 3.0                | <b>Adquisición de Equipo</b>   |                 |        |          |                      |
| 3.2                | Contenedores de 4 m3           | 37,700          | C/U    | 87       | L3,279,900.00        |
| <b>Costo Total</b> |                                |                 |        |          | <b>L3,472,342.24</b> |
| No.                | Costo de Mano de Obra          | Precio Unitario | Unidad | Cantidad | Total                |
| 4.0                | <b>Salarios</b>                |                 |        |          |                      |
| 4.1                | Salario Mensual del operador   | 7000            | L./mes | 4        | L28,000.00           |
| 4.2                | Salario Mensual del recolector | 5000            | L./mes | 8        | L40,000.00           |
| <b>Costo Total</b> |                                |                 |        |          | <b>L68,000.00</b>    |
| <b>Gran Total</b>  |                                |                 |        |          | <b>L3,540,342.24</b> |



## V. CAPÍTULO: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1 Conclusiones

#### **Deficiencias del servicio de Recolección**

Las deficiencias que se lograron identificar en el servicio de recolección y transporte de residuos sólidos son los siguientes:

- La municipalidad requiere generar información catastral del casco urbano. Esta información incluye inventarios y registros del territorio, así como las dimensiones físicas de los inmuebles. Esta información es vital para conocer el tamaño de la población contribuyente.
- La información cartográfica del municipio en general es escasa, únicamente cuentan con un mapa en físico, el cual fue elaborado mediante un proyecto con FORCUENCAS, con los polígonos de las áreas de los barrios y colonias existentes hasta el 2009. En la actualidad el departamento de catastro requiere de herramientas informáticas y capacitación del personal para actualizar los datos cartográficos del municipio.
- El casco urbano requiere de un ordenamiento vial, significa que se desconoce con certeza la dirección de las calles, la cantidad de carriles o vías, y que incluso se desconoce la numeración o denominación de las calles. Es importante mencionar que el estado actual de la red vial en el casco urbano de Talanga requiere de mejoramiento para la movilidad de las volquetas.
- La municipalidad tiene una oportunidad de mejora en cuanto a la recaudación de los impuestos por el servicio del tren de aseo. Existe una problemática en cuanto a la falta de pago y que está relacionada directamente con aspectos culturales. Adicionalmente, la municipalidad debe modificar las tarifas de recolección

tomando en consideración los costos operativos que genera el servicio e incorporar la utilidad por la prestación del servicio.

En relación con las rutas, la ineficiencia de estas está relacionada a la planificación del servicio sin tomar en consideración la información territorial de la ciudad. Esto quiere decir que se requiere que el planificador considere aspectos demográficos, volumen de generación y la zonificación territorial de la ciudad. La gestión integral de residuos sólidos en Talanga debería incorporar en sus etapas de GIRS el almacenamiento temporal de los residuos con la finalidad de captar la mayor cantidad posible de residuos de la población.

Otro aspecto importante es la disposición final temporal, la población Talangueña utiliza los sacos para el almacenamiento temporal, lo que aumenta el tiempo de recolección y consecuentemente afecta la eficiencia de recolección.

El vehículo empleado es otro de los factores de la ineficiencia de las rutas, esto es debido a que el residuo debe ser colocado y/o vaciado en la parte superior del vehículo, aumentando el tiempo de recolección. A diferencia de los vehículos recolectores cuyo compartimiento se encuentra en la parte trasera del vehículo, facilitando la recolección de los residuos sueltos. Por otro lado, estos vehículos recolectores cuentan con mayor capacidad de recolección ya que estos compactan el residuo recolectado; las volquetas por su parte recolectan los residuos sueltos, estos ocupan más área y no volumen. Cabe agregar que la cantidad de vehículos destinados a la recolección es insuficiente para el volumen de residuos generados en la ciudad.

### **Demanda del Servicio de Recolección**

Partiendo de los hallazgos de la demanda actual del servicio de recolección y transporte de los residuos sólidos y el funcionamiento actual de las rutas del servicio de

tren de aseo de la municipalidad de Talanga, se puede mencionar que la municipalidad de Talanga cuenta con un servicio de tren de aseo cuya cobertura es del 60% de la población. Se logró determinar la demanda actual del servicio; la investigación indica que el casco urbano cuenta con una población total de 24,974 con una tasa de crecimiento promedio anual de 3.1%, cuya generación estimada diaria de residuos es de 17.5 toneladas. De acuerdo con el volumen de residuos generados y la capacidad operativa de la municipalidad los residuos pueden ser recolectados en su totalidad, sin embargo, en la realidad no es así debido al estado actual de la red vial, a la ausencia de educación ambiental en la localidad y ausencia de cultura de pago por la prestación de los servicios.

### **Método de Recolección**

Los métodos de recolección se deben seleccionar dependiendo de la demanda del servicio, el ordenamiento vial, el volumen de generación de residuos de las zonas habitacionales y comerciales. Los métodos de recolección que implementa actualmente la municipalidad son adecuados para algunas áreas de la ciudad, sin embargo, en aquellas áreas en donde hay baja cobertura se debe incorporar un método de recolección que brinde cobertura y facilite la recolección, tal como el método de recolección con contenedores.

El caso de estudio muestra que existen experiencias que pueden ser replicadas a la situación actual de la recolección y transporte de residuos sólidos en el casco urbano de Talanga. Las brigadas de recolección podrían ser una opción viable como apoyo a la flota vehicular de recolección domiciliar existente, recolectando los residuos sólidos y llevarlos hacia estaciones de transferencia en donde éstos son cargados a los vehículos recolectores, aumentando la cobertura del servicio.

Se concluye que las rutas de recolección y transporte de los residuos pueden ser optimizadas a través de la implementación de herramientas SIG mediante un modelo de rutas de redes de transporte. Es necesario que la municipalidad cuente con todo un sistema de información geográfico actualizado, infraestructura vial en buen estado y vehículos recolectores adecuados en lugar de volquetas. Adicionalmente la municipalidad debe de realizar un trabajo conjunto con actores tales como sociedad civil, ONG y centros de educación para generar un mayor impacto en la gestión de los residuos sólidos.

## 5.2 Recomendaciones

- La adquisición o arrendamiento de un vehículo adicional para designar un solo vehículo para la recolección diaria del mercado municipal.
- Fortalecimiento de capacidades técnicas de la división municipal DIMAS.
- Aplicar la Guía Nacional para la formular un Plan Director Municipal para la gestión de los residuos sólidos en el municipio de Talanga y de esta manera mejorar la gestión de los residuos de forma participativa.
- Realizar un mapeo de actores clave para establecer una plataforma participativa para el mejoramiento ambiental y la calidad de vida de la población de Talanga.
- Desarrollar estrategias de comunicación y concientización ambiental en la población Talangueña para lograr un mejor manejo de los residuos sólidos.
- Caracterizar los residuos generados en el casco urbano del municipio con la finalidad de evaluar el potencial mercado para la segregación, recuperación y comercialización de material valorizable.

## VI. CAPÍTULO: APLICABILIDAD

El proceso de investigación permitió conocer con mayor profundidad la situación general de la gestión de los residuos en su fase de recolección. En este capítulo se desarrolla la planificación de la intervención para mejorar el servicio de recolección y transporte de los residuos sólidos en la ciudad de Talanga.

### 6.1 Acta de Constitución

#### HISTORIAL DE VERSIONES

| Nombre del documento | Versión | Fecha      | Resumen de cambios                      |
|----------------------|---------|------------|---|
| Acta de Constitución | 01      | 27/11/2021 | Versión inicial de Acta de Constitución |

#### APROBACIONES Y RESPONSABLES

| Nombre              | Rol         | Cargo                | Firma | Fecha |
|---------------------|-------------|----------------------|-------|-------|
| Alcaldía de Talanga | Sponsor     | Alcalde Municipal    |       |       |
| Helicida Salazar    | Stakeholder | Tesorero Municipal   |       |       |
| Ramiro Pineda       | Stakeholder | Auditor Municipal    |       |       |
| Estefanía Kuri      | Stakeholder | Director de Proyecto |       |       |

#### DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO Y GENERALIDADES

##### Nombre del Proyecto

Implementación de Brigadas de Recolección de residuos sólidos

##### Descripción general del proyecto

El proyecto contempla el diseño de rutas y la implementación de brigadas de recolección de los residuos sólidos urbanos en las zonas del casco urbano cuyas calles imposibilitan el tránsito de los vehículos recolectores de la municipalidad de Talanga, departamento de Francisco Morazán.

##### Project Sponsor

Alcaldía Municipal de Talanga

##### Project Manager

Estefanía Kuri

## Partes Involucradas

- Organizaciones No Gubernamental
- Centros de Educación
- Patronatos o Juntas de agua
- Población de barrios/colonias piloto
- MiAmbiente a través de la Dirección General de Gestión Ambiental (DGA)
- Secretaría de Salud

## Alcance del Proyecto

El proyecto implementación de brigadas de recolección de los residuos sólidos urbanos está enmarcado en lo siguiente:

- La conformación de un equipo de trabajo de limpieza para la ciudad,
- La adquisición de vehículos de carga pequeños para facilitar la movilidad y maniobra en la red vial de las zonas periféricas,
- La contratación del personal que operará los vehículos recolectores.
- El diseño de rutas y calendario de asignación de zonas de recolección de residuos.
- Ensayos y medición de tiempos.
- Capacitación del personal DIMAS en materia de gestión integral de residuos sólidos.

## Objetivo General del Proyecto

Mejorar el servicio de recolección y transporte de residuos sólidos en la ciudad de Talanga con la finalidad de brindar apoyo a la operatividad actual y aumentar la cobertura del servicio.

## Principales entregables e Hitos del proyecto

| No. | Descripción                         | Criterio de Éxito                    | Responsable        | Fecha      |
|-----|-------------------------------------|--------------------------------------|--------------------|------------|
| 1   | Inicio del proyecto                 | Firma de Acta de Constitución        | Alcaldía Municipal | 20/02/2022 |
| 2   | Establecimiento de Barrios piloto   | Convenio de cooperación              | Alcaldía Municipal | 10/05/2022 |
| 3   | Entrega de vehículos                | Entrega de acuerdo con el cronograma | Alcaldía Municipal | 10/05/2022 |
| 4   | Estudio de composición y generación | Informe final aprobado               | Alcaldía Municipal | 16/06/2022 |

|   |                     |                           |                    |            |
|---|---------------------|---------------------------|--------------------|------------|
| 5 | Rutas diseñadas     | Rutas/calendario aprobado | Consultor          | 29/05/2022 |
| 6 | Cierre del proyecto | Informe final aprobado    | Alcaldía Municipal | 27/06/2022 |

### Supuestos

- La Corporación Municipal cuenta con el financiamiento para la ejecución del proyecto.
- Se contará con la participación de la población general para el desarrollo del proyecto.
- Se contará con la participación de más de 2 oferentes para la adjudicación de la licitación.
- La municipalidad contará con el acompañamiento técnico de MiAmbiente a través de la Dirección General de Gestión Ambiental.

### Restricciones

- La contratación del consultor para el diseño de las rutas de recolección estará sujeto a la oferta técnica y económica; en caso de que el consultor no resida en un asentamiento aledaño o dentro del casco urbano de Talanga, el consultor deberá correr con los gastos de traslado, alojamiento y alimentación.
- Las entregas de los productos y servicios deberán entregarse dentro de los plazos y en las condiciones previstas en el contrato. En caso de entrega fuera del tiempo estipulado el contratista incurrirá en una penalización económica.
- Toda la información, insumos y/o productos generados por el consultor son propiedad de la Alcaldía Municipal de Talanga, F.M.

### Riesgos

- La polarización política en la población del municipio puede generar un retraso o incluso prevenir el desarrollo y ejecución del proyecto.
- No se cuenta con la disponibilidad profesional con el conocimiento y/o experiencia en el manejo de redes de transporte en ArcGIS o QGIS.
- Resistencia de la población en aplicar mejores prácticas para el manejo de los residuos sólidos.

## Presupuesto (Estimado)

| Concepto                        | Monto (Lps.) |
|---------------------------------|--------------|
| <b>Adquisiciones</b>            |              |
| Bienes                          |              |
| Servicios                       |              |
| <b>Sub Total</b>                | L. 411,898   |
| <b>Costos de Operación</b>      |              |
| <b>Sub Total</b>                | L. 295,453   |
| <b>Costos de implementación</b> |              |
| Estudios                        |              |
| Herramientas y equipos          |              |
| <b>Sub Total</b>                | L. 40,537    |
| <b>Gran total</b>               | L. 670,000   |

### 6.2 Conceptualización del proyecto

#### 6.2.1 Análisis de Participación

En el análisis de participación no solamente se busca identificar a los interesados que estarán interviniendo en el proyecto, sino también seleccionar adecuadamente a la población beneficiaria.

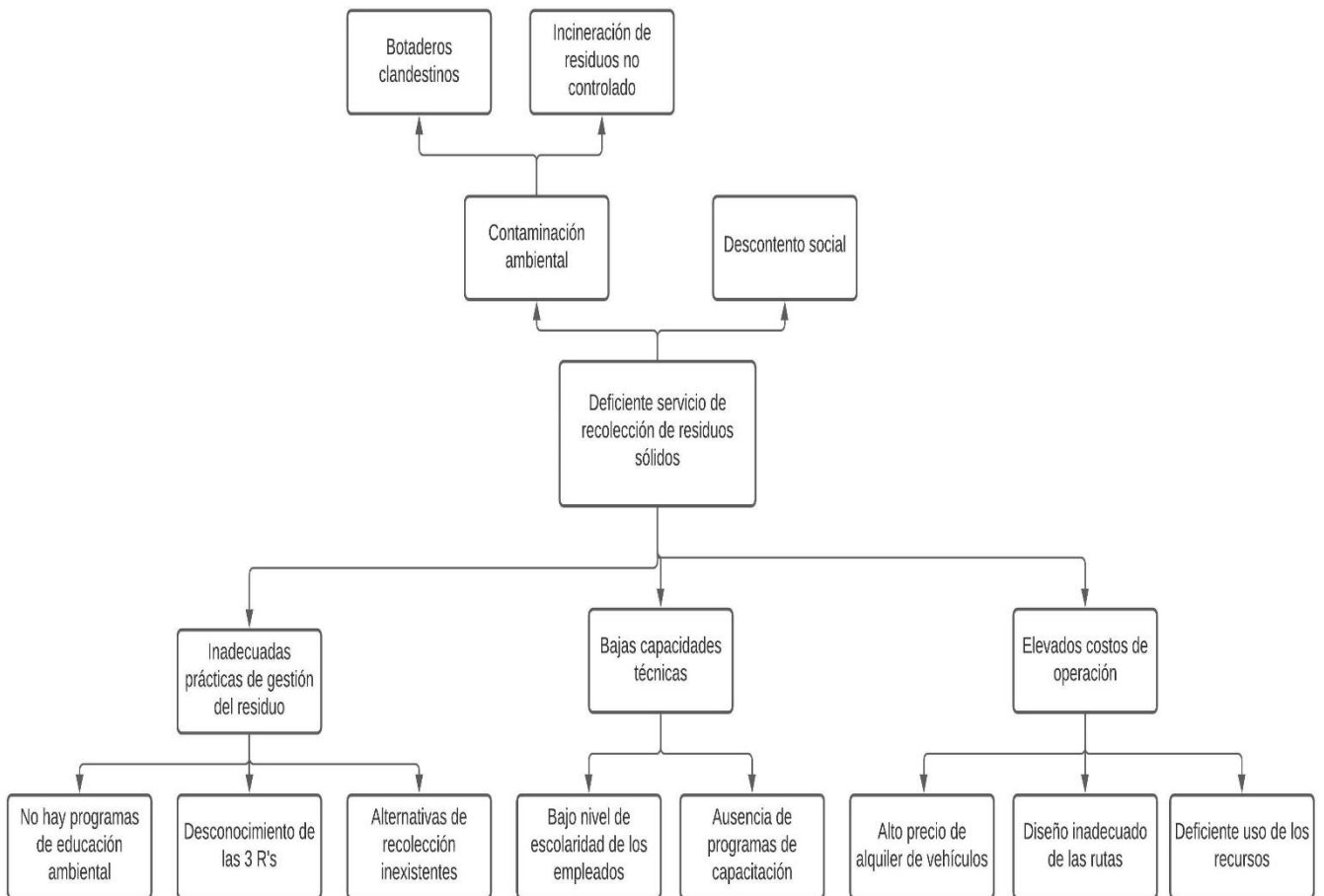
En la siguiente tabla se identifican y clasifican los beneficiarios identificados empleando un esquema sencillo.

| <b>Beneficiarios Directos</b> | <b>Beneficiarios Indirectos</b>  | <b>Excluidos/ Neutrales</b>   | <b>Perjudicado/Oponentes potenciales</b>   |
|-------------------------------|--|---|--|
| Municipalidad de Talanga      | <ul style="list-style-type: none"><li>• Población de barrios y colonias que reciben servicio de recolección</li><li>• Patronatos</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>• Secretaría de Salud (SESAL)</li><li>• MiAmbiente+</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>• Contratista/arrendador de volquetas</li><li>• Población de Talanga desatendida</li><li>• Pепенadores</li></ul> |



### 6.2.2 Análisis de Problemas

En el análisis de problemas se emplea una herramienta, árbol de problemas, para identificar las causas de la baja cobertura del servicio de recolección de residuos en la ciudad. El esquema en la Figura 34 muestra las causas y efectos del problema en mención.

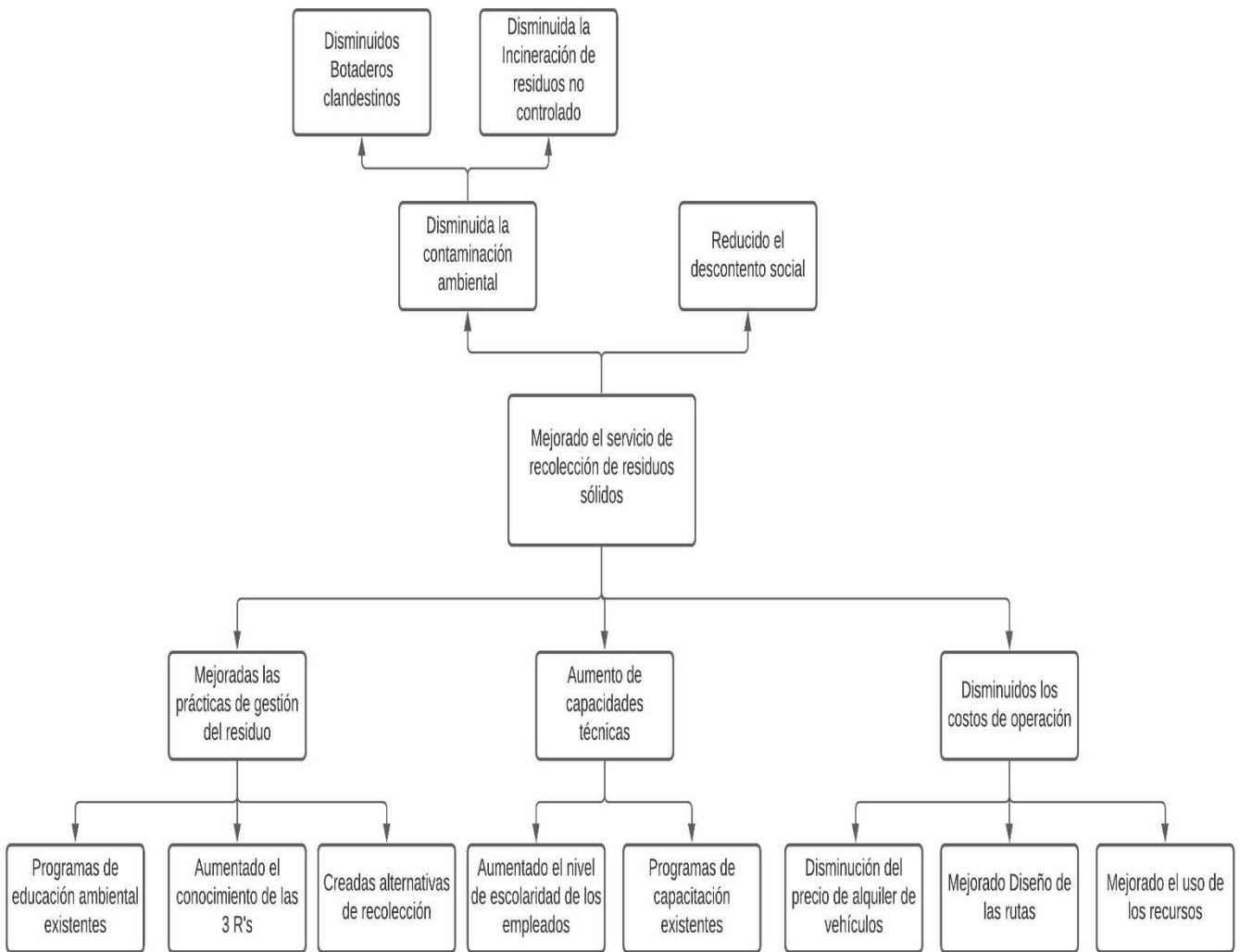


**Figura 34.** Árbol de problemas

### 6.2.3 Análisis de Objetivos

El análisis de objetivos se obtiene a partir del análisis anterior. Este proceso implica la transformación de las situaciones negativas a el cambio positivo alcanzado.

Ver Figura 35.



**Figura 35. Ábol de Objetivos**

#### 6.2.4 Análisis de Alternativas

Partiendo del análisis de objetivos se logra identificar tres alternativas para atender la necesidad de aumentar la cobertura del servicio de recolección y transporte de la municipalidad de Talanga.

Alternativa 1: Mejorar las prácticas de gestión de residuo

Alternativa 2: Aumentar las capacidades técnicas de la municipalidad

Alternativa 3: Disminuir los costos de operaciones del servicio de recolección y transporte de residuos.

#### 6.2.4.1 Análisis cuantitativo de alternativas

**Tabla 15.** Evaluación cuantitativa de alternativas

| Criterios                 | Coeficiente | Alternativa 1: Mejorar las prácticas de gestión de residuos |     | Alternativa 2: Aumentar las capacidades técnicas de la municipalidad |    | Alternativa 3: Disminuir los costos de operación |     |
|---------------------------|-------------|---|-----|--|----|--|-----|
|                           |             |   |     |  |    |  |     |
| Costo (Corto plazo)       | 15          | 4   | 60  | 1  | 15 | 2  | 30  |
| Tiempo                    | 35          | 3   | 105 | 2  | 70 | 3  | 105 |
| Optimización del servicio | 25          | 5   | 125 | 2  | 50 | 5  | 125 |
| Impacto ambiental         | 15          | 5   | 75  | 2  | 30 | 5  | 75  |
| Viabilidad                | 10          | 5   | 50  | 5  | 50 | 4  | 40  |
| <b>Total</b>              | <b>100</b>  | <b>415</b>  |     | <b>215</b>   |    | <b>375</b>                                       |     |

Según el análisis cuantitativo de las alternativas, las alternativas 1 y 3 son las que pueden tener un efecto positivo significativo en la gestión de los residuos sólidos de la ciudad.

La alternativa 3: consiste en la adquisición de una flota vehicular de camiones recolectores y compactadores de los residuos sólidos. Esta alternativa permitirá al servicio de recolección ampliar su cobertura, sin embargo, los costos de inversión son muy altos por lo cual la municipalidad no contaría con la capacidad de realizar dicha inversión.

La alternativa 1: consiste en la inversión de concientización y/o educación ambiental a la población Talangueña, adicionalmente en la inversión de alternativas para la gestión de los residuos sólidos de la ciudad. Esta alternativa supone una menor inversión que la alternativa 3, e incorpora el componente de sensibilización de la población en mejores prácticas ambientales.

### 6.3 Plan de Gestión del Alcance

Para la definición del alcance del proyecto “Implementación de brigadas de recolección de residuos sólidos” en la municipalidad de Talanga, se deben considerar los siguientes aspectos:

- El proyecto deberá cumplir con los lineamientos establecidos dentro del Reglamento para el manejo de desechos sólidos, Acuerdo 378 – 2001.
- La contratación o adquisición de un bien o servicio deberá contemplar los Activos de Procesos de la Organización, específicamente la Ley de Contratación del Estado por ser un órgano público.
- Población total y proyección de crecimiento.
- Las rutas y la calendarización de la asignación de zonas de las brigadas son dinámicas, son establecidas a partir de variables como la demanda del servicio y/o el volumen de residuo generado.
- La caracterización del residuo y el volumen de generación.
- Las brigadas de recolección no sustituyen las rutas del servicio actual.

Para la elaboración de la Estructura de Desglose de Trabajo se debe realizar lo siguiente:

- Determinar los principales entregables del proyecto, los cuales para efectos de este proyecto serán los principales entregables del proyecto. Se ha identificado que el proyecto cuenta con 4 grandes entregables: Puesta en Marcha, Diseño de Rutas, Integración y Pruebas y el cierre del proyecto.
- Cada entregable del proyecto será descompuesto en paquetes de trabajo, los cuales permitirán conocer las estimaciones de costo, tiempo y calidad.
- Se empleará el software Lucid Chart para la diagramación del EDT.

- El equipo de proyecto deberá constatar mediante un Acta de Reunión la aprobación del EDT.

Previo a la elaboración del diccionario de la EDT, se debe haber elaborado, revisado y aprobado la EDT. El diccionario de EDT debe ser elaborado a partir de la información obtenida de dicha estructura, para lo cual se elaborará el diseño de una plantilla que contendrá lo siguiente:

- Código de Identificación: Cuenta control, paquete de trabajo y actividad.
- Responsable
- Fecha de Actualización
- Descripción del trabajo
- Criterios de Aceptación
- Descripción del entregable
- Recursos necesarios
- Duración
- Hitos
- Costos

El alcance deberá ser validado de la siguiente manera:

- Informes de avance
- Listas de Verificación de las actividades que lo requieran
- Al término de cada entregable se deberá programar una reunión para informar a la Alcaldía Municipal de Talanga, en la cual el cliente apruebe el entregable.
- Se deberá constatar aprobación mediante acta de reunión.

El control del alcance se efectuará de la siguiente manera:

- Los cambios se efectuarán mediante una hoja o plantilla de control de cambios, y deberán ser aprobado por el cliente.
- Una vez aprobados los cambios, se deberá actualizar y documentar los cambios que se estarán realizando.

### **Gestión de Requisitos**

El proceso de recopilación de los requerimientos se emplearon los insumos: el Plan de Gestión del Alcance, los Activos de Proceso de la municipalidad de Talanga y el Plan de Gestión de Interesados, identificando los requerimientos de las partes interesadas identificadas. Los requerimientos recopilados se basan en la siguiente clasificación:

- Requerimiento de proyecto
- Requerimiento de producto
- Requerimiento de los interesados
- Requerimientos de calidad

El desglose de los requerimientos que se obtengan deberá estructurarse en una matriz de trazabilidad con su respectiva clasificación. El Director del Proyecto deberá realizar una evaluación de necesidades que le permitirá identificar brechas o evaluar el desempeño del proyecto en comparación al desempeño esperado. Para realizar la evaluación se deberá evaluar inicialmente a la parte interesada o Stakeholder que será impactado con los cambios.

Los pasos que se deben seguir son los siguientes:

- La persona responsable de la actividad debe redactar una declaración de la situación o cambio, el cual deberá ser debidamente justificado y sustentado para ser modificar y documentar los cambios.

- El Directo de Proyecto evaluará y aprobará el cambio bajo los criterios de tiempo, costo y alcance.

La priorización de los requisitos se debe basar en la matriz de trazabilidad de requisitos, en cumplimiento con los objetivos, el alcance, el costo, tiempo y el valor que cada requisito le aporta al proyecto. La priorización de los requisitos será evaluada por el director de proyecto y aprobado por el patrocinador que, para efectos de este proyecto, es la municipalidad de Talanga.

La matriz de trazabilidad de requisitos es el instrumento que permitirá al director de proyecto monitorear de cerca los requisitos del proyecto para garantizar el éxito de este. La matriz de trazabilidad deberá contener los siguientes atributos:

- Nivel
- Código EDT
- Descripción de Requisito
- Versión
- Criterio de aceptación
- Objetivo del proyecto

La trazabilidad de los requisitos se controlará en función del cumplimiento de los objetivos o el alcance del proyecto.

### 6.3.1 Recopilación de Requisitos

En el proceso de recopilación de requisitos es fundamental la identificación de las necesidades de las partes interesadas que estarán interviniendo en el proyecto, y que se verán afectadas positiva o negativamente a partir de la ejecución del proyecto.

Existe la necesidad de aumentar la cobertura del servicio de recolección y transporte de los residuos sólidos en el casco urbano de Talanga, debido a que la flota vehicular, por las dimensiones de los vehículos no pueden ingresar a zonas determinadas en los barrios y colonias. El objetivo del proyecto es el mejoramiento de la Gestión Integral de Residuos Sólidos en el casco urbano de Talanga aumentando la cobertura del servicio en zonas o sectores de los barrios y colonias que no son atendidos en su totalidad, incorporando el componente de la concientización y educación ambiental a la población Talangueña y a los centros educativos.

**Tabla 16.** Documentación de Requisitos

| Interesados/ <i>Stakeholder</i>            | Prioridad | Requerimientos |  |
|--|-----------|----------------|--|
|  |           | Código         | Descripción  |
| <b>Requerimiento Funcionales</b>           |           |                |  |
| <b>Alcaldía Municipal de Talanga, F.M.</b> | Alto      | RE-01          | Elaboración de los términos de referencia para la adquisición de vehículos, contratación del equipo de proyecto y personal operador de los vehículos adquiridos. |
|  | Alto      | RE-02          | Llamar a licitación a los posibles proveedores de los vehículos recolectores.  |
|  | Muy Alto  | RE-03          | Levantamiento de información cuantitativa y cualitativa de los desechos sólidos.   |
|  | Alto      | RE-04          | Construcción de información geográfica del casco urbano de Talanga.  |
|  | Muy Alto  | RE-05          | Diseño de recorrido y distribución de las brigadas de recolección.   |
|  | Alto      | RE-06          | Capacitación del personal DIMAS.   |
|  | Alto      | RE-07          | Pruebas de campo.  |
|  | Alto      | RE-08          | Informes de avance e informe final.  |
|  | Alto      | RE-09          | Sistematización de experiencias  |
| <b>Requerimientos No Funcionales</b>       |           |                |  |
| <b>Consultores</b>                         | Alto      | RE-10          | Cumplimiento en tiempo y forma la entrega de los productos esperados de las consultorías.  |
| <b>Equipo de Dirección de Proyectos</b>    | Muy Alto  | RE-11          | El proyecto debe ejecutarse de acuerdo con los costos, cronograma y alcance definido en la dirección de proyectos.   |



| <b>Requerimientos de Calidad</b>      |          |       |  |
|---------------------------------------|----------|-------|--|
| <b>Presupuesto &amp; Contabilidad</b> | Muy Alto | RE-12 | Cumplir con los lineamientos de la Ley de Contratación del Estado                                |
| <b>Recursos Humanos</b>               | Muy Alto | RE-13 | Cumplimiento de los requerimientos mínimos para la contratación de los consultores y operadores. |

### 6.3.2 Definición del Alcance

El alcance del proyecto está definido por los entregables que se estarán desarrollando en el proyecto, así como aquellas actividades que no serán contemplados dentro del mismo. Adicionalmente, esto permite que se limiten los esfuerzos para realizar estrictamente lo necesario para el cumplimiento de los requerimientos, satisfacción del cliente y el éxito del proyecto.

#### **Enunciado del Alcance del Proyecto**

##### **Descripción del Alcance del proyecto**

El alcance del proyecto se encuentra delimitado por fases o etapas en las que se estaría desarrollando basado en las necesidades de actores que estarán interviniendo en el proyecto.

El alcance del proyecto se ha definido basado en los actores que estarán interviniendo, a continuación, se detalla el alcance:

- Equipo de Dirección del proyecto: el alcance de su intervención se limita a la revisión de los planes del proyecto, la actualización de los documentos, documentación de los cambios, además de la ejecución, monitoreo y control de todas las actividades establecidas en el Plan de Dirección.
- Contratistas: cumplir con las entregas de los productos esperados o entregables del proyecto en tiempo y forma, según lo establecido en los términos de referencia y los contratos.

- Responsables de las áreas funcionales de la Municipalidad: los procesos de apoyo de la municipalidad de Talanga que formarán parte del proyecto tienen un papel importante en los procesos de licitación para la adquisición de los bienes y la contratación de servicios del recurso humano que requiere el proyecto.

### **Alcance del Producto**

Además de la definición del alcance del proyecto, es importante definir el alcance de los productos que se estarán obteniendo y que son necesarios para la implementación de las brigadas de recolección.

El proyecto supone la adquisición de vehículos recolectores de menor capacidad de almacenamiento para la implementación de un equipo de apoyo denominado brigadas de recolección con el fin de poder atender a aquellos habitantes cuyos residuos no pueden ser recolectados. El alcance de los productos son los siguientes:

- Vehículos: Los vehículos deben de tener la capacidad mínima de almacenamiento de 2.5 – 3 m<sup>3</sup>. La función de las brigadas de recolección es brindar apoyo en la recolección de los residuos, a la flota vehicular existente de la municipalidad.
- La cantidad de vehículos que la municipalidad debe adquirir se obtendrá a partir del estudio de composición, el cual deberá mostrar información cualitativa (volumen de generación) y cuantitativa (composición) de los residuos sólidos.
- La capacitación del personal de DIMAS deberá contemplar módulos para el entrenamiento en ArcGIS o QGIS para el manejo y análisis de la información geográfica para la gestión de las brigadas de recolección, además del acompañamiento técnico en las pruebas en campo con los operadores.

## Entregables

El proyecto se encuentra dividido en las cuatro principales fases, las cuales están compuestas por una serie de entregables que permitirán el desarrollo exitoso del proyecto.

Los entregables son los siguientes:

- En la fase de la puesta en marcha se espera que se definan y elaboren los términos de referencia para la licitación pública que se llevará a cabo para la adquisición de los vehículos recolectores. Adicionalmente se deben definir y elaborar los términos de referencia de los perfiles del recurso humano para la contratación del personal que el proyecto requiere para su correcta ejecución.
- La fase del diseño de rutas inicia con la contratación del equipo del proyecto externos, los consultores. El recurso humano externo deberá generar informes de avance, así como un informe final con el producto esperado a partir de las consultorías. El consultor encargado del diseño de las rutas debe generar los insumos necesarios para el diseño de estas. El principal entregable de esta fase son los mapas con los recorridos y un calendario de distribución de las brigadas de recolección.
- En la fase de integración y pruebas se entregan los recorridos y distribución de las brigadas de recolección con las correcciones enmendadas. Adicionalmente se debe entregar el sílabo de capacitación, recursos didácticos de la capacitación y un informe final de los resultados de las evaluaciones.
- En la fase del cierre del proyecto se debe entregar un informe final con los resultados y/o hallazgos en el desarrollo de la consultoría, además de un documento adicional con la sistematización de experiencias del proyecto.

## Exclusiones

- La adquisición de las licencias para el uso de ArcGIS Desktop y/o ArcGIS Online.
- El mantenimiento y actualización de la información cartográfica generada, siendo esta la red vial del casco urbano de Talanga.

## Criterios de aceptación

| Entregable                                      | Descripción  | Criterio de aceptación  |
|---|--|---|
| Términos de Referencia (TdR) Licitación Pública | Elaboración de los términos de referencia para la adquisición de bienes.   | Los TdR deben cumplir con los lineamientos establecidos en la Ley de Contratación del Estado.   |
| Términos de Referencia (TdR) Consultores        | Elaboración de los términos de referencia para la contratación de consultores.   | Los TdR deben cumplir con los lineamientos establecidos en la Ley de Contratación del Estado.   |
| Contratación de los consultores                 | Desarrollo de metodología de evaluación y entrevista de los candidatos.  | El consultor debe cumplir con al menos el 90% de los requerimientos mínimos del perfil.   |
| Compra de los vehículos                         | Proceso de adjudicación y compra de los vehículos recolectores.  | La concesionaria debe contar con la documentación tributaria y documentación legal en regla.<br>La concesionaria adjudicada debe cumplir con al menos el 90% de los requerimientos mínimos establecidos en los TdR. |
| Informe final del Estudio de Composición        | El consultor deberá realizar el levantamiento de información sobre el volumen de generación y la composición del residuo.  | El producto debe ser entregado de acuerdo con el cronograma.<br>El documento debe contener la descripción del proceso y los resultados de la socialización con la comunidad seleccionada.                           |
| Rutas y calendario de distribución              | El consultor debe generar mapas con los recorridos y definir un calendario de distribución de las brigadas de recolección. | Los mapas deben presentarse a escala 1:50,000.<br>Distribución del servicio de brigadas por barrio y colonia.   |
| Capacitación                                    | El consultor debe desarrollar un sílabo del contenido que se impartirá y   | El personal debe aprobar la evaluación con un mínimo de 70.<br>El sílabo debe incluir un módulo para el uso de la herramienta ArcGIS o QGIS.  |

|                                 |  |  |
|---------------------------------|--|--|
|                                 | desarrollar metodología de evaluación.   |  |
| Sistematización de experiencias | Elaboración de un documento que sistematiza los procesos desarrollados en el marco de la gestión integral de los residuos sólidos. | El documento debe ser entregado en digital y debe incluir los procesos desarrollado, así como la memoria de cálculos y bitácora de actividades desarrolladas.<br>Debe incluir los logos oficiales de la Alcaldía Municipal de Talanga. |

### Supuestos

- La población se encuentra anuente en la participación de las actividades que se estarán desarrollando en el proyecto.
- La población emplea mejores prácticas en relación con la disposición final de los residuos sólidos.
- El personal de DIMAS es tolerante a los cambios en los procesos de la organización.

#### 6.3.3 EDT/WBS

La EDT representa gráficamente la descomposición y definición del alcance del proyecto en actividades que deben realizarse para el desarrollo exitoso del proyecto. El proyecto está conformado por dos niveles, 4 fases o cuentas control que corresponde al nivel 2 y los paquetes de trabajo que corresponden al nivel 3 que conforman el EDT. Las cuentas control son las siguientes: Puesta en Marcha, Diseño de rutas, Integración y Pruebas y el cierre del Proyecto.

**Tabla 17.** EDT en vista tabular

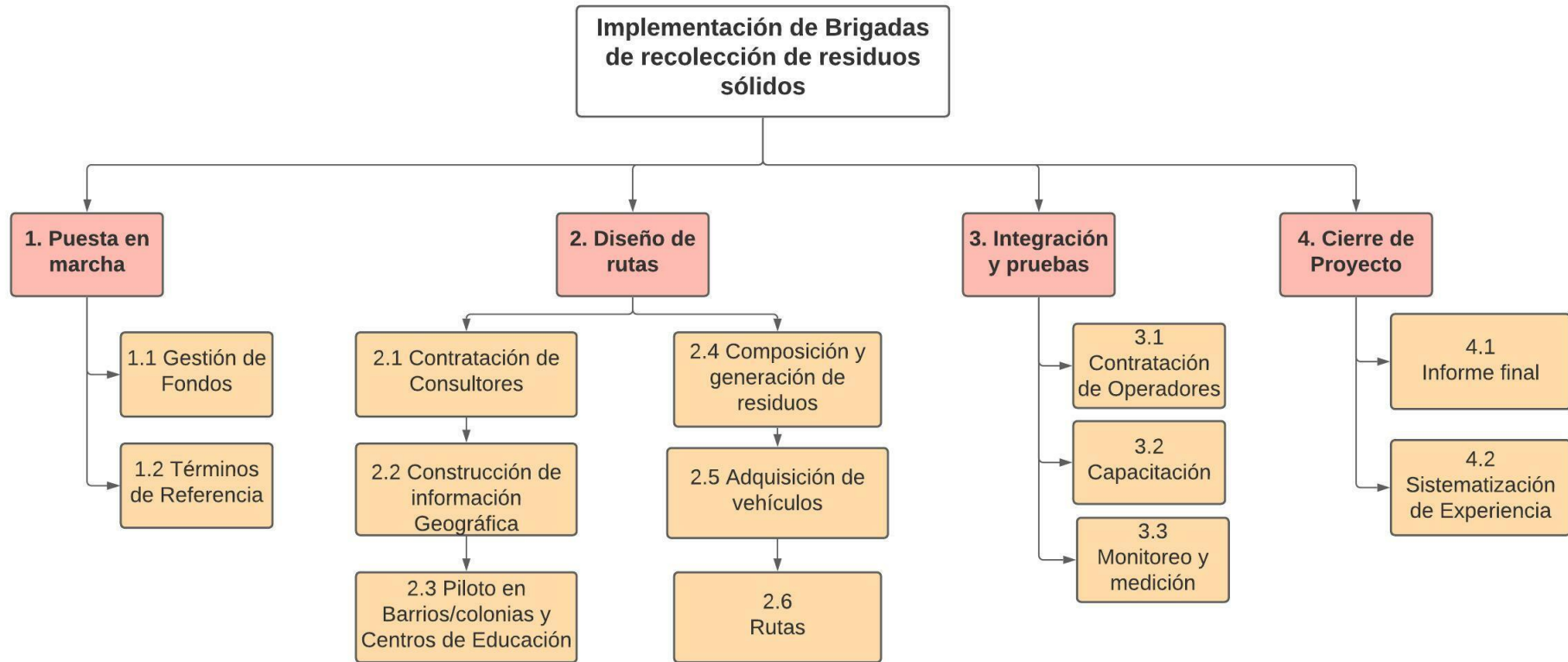
| Nivel 1   | Nivel 2             | Nivel 3                                   |
|---|---------------------|---|
| Implementación de brigadas de recolección de residuos sólidos | 1. Puesta en marcha | 1.1 Gestión de Fondos                     |
|   |                     | 1.2 Elaboración de Términos de Referencia |
|   | 2. Diseño de Rutas  | 2.1 Contratación de consultores           |
|   |                     | 2.2 Construcción/Recopilación             |

|  |                          |   |
|--|--------------------------|---|
|  |                          | 2.3 Piloto en Barrios/Colonias y Centros de Educación |
|  |                          | 2.4 Composición y Generación de residuos              |
|  |                          | 2.5 Adquisición de vehículos                          |
|  |                          | 2.6 Rutas   |
|  | 3. Integración y Pruebas | 3.1 Contratación de operadores                        |
|  |                          | 3.2 Capacitación                                      |
|  |                          | 3.3 Monitoreo y medición                              |
|  |                          | 3.4 Correcciones o ajustes                            |
|  | 4. Cierre del proyecto   | 4.1 Informe final                                     |
|  |                          | 4.2 Sistematización de experiencia                    |

### Diccionario de la EDT

| Nivel | EDT | Nombre  | Descripción   | Entregable                             | Costo | Duración |
|-------|-----|---|---|--|-------|----------|
| 1     | 0   | Implementación de brigadas de recolección de residuos sólidos | Proyecto para la implementación de brigadas de recolección  | Proyecto                               | L0.00 |          |
| 2     | 1   | Puesta en marcha  | Definir y elaborar los requerimientos y/o especificaciones técnicas para la adquisición de bienes y servicios | Conjunto de documentos                 | L0.00 |          |
| 3     | 1.1 | Gestión de Fondos   | Proceso para la gestión de fondos.  | Firma de contratos                     | L0.00 |          |
| 3     | 1.2 | Elaboración de Términos de Referencia                         | Documento con las especificaciones técnicas de los vehículos recolectores y plazos para recepción de ofertas  | Conjunto de documentos                 | L0.00 |          |
| 2     | 2   | Diseño de Rutas   | Levantamiento y generación de información   | Conjunto de documentos                 | L0.00 |          |
| 3     | 2.1 | Contratación de consultores                                   | Proceso para la selección de los consultores  | Firma de contratos                     | L0.00 |          |
| 3     | 2.2 | Construcción de Información Geográfica                        | Proceso para la generación de información geográfica  | Base de datos de entidades geográficas | L0.00 |          |
| 3     | 2.3 | Piloto en Barrios/Colonias y Centros de Educación             | Establecer los barrios y centros de educación piloto  | Carta de entendimiento                 | L0.00 |          |

|   |     |                                      |  |                                    |       |  |
|---|-----|--------------------------------------|--|------------------------------------|-------|--|
| 3 | 2.4 | Composición y Generación de residuos | Levantamiento de información de los residuos sólidos   | Informe                            | L0.00 |  |
| 3 | 2.5 | Adquisición de vehículos             | Proceso de evaluación y adjudicación de contratos para el proceso de adquisición de vehículos            | Firma de contratos                 | L0.00 |  |
| 3 | 2.6 | Rutas                                | Proceso para la definición de los recorridos y la distribución geográfica de las brigadas de recolección | Informe de avance                  | L0.00 |  |
| 2 | 3   | Integración y Pruebas                | Ejecución de pruebas en campo para establecer rendimientos   | Informe de avance                  | L0.00 |  |
| 3 | 3.1 | Contratación de operadores           | Proceso de selección de los operadores de los vehículos  | Entrevistas y evaluaciones         | L0.00 |  |
| 3 | 3.2 | Capacitación                         | Desarrollo de Plan de capacitación del personal DIMAS  | Sílabo y metodología de evaluación | L0.00 |  |
| 3 | 3.3 | Monitoreo y medición                 | Medición de tiempos  | Informe preliminar de monitoreo    | L0.00 |  |
| 2 | 4   | Cierre de proyecto                   | Conocer los resultados y hallazgos del proyecto  | Conjunto de documentos             | L0.00 |  |
| 3 | 4.1 | Informe final                        | Desarrollo de documento con los resultados del proyecto  | Informe final                      | L0.00 |  |
| 3 | 4.2 | Sistematización de experiencia       | Descripción de los procesos desarrollados en el marco de la GIRS   | Guía de Buenas Prácticas           | L0.00 |  |





#### 6.3.4 Validación del Alcance

En las secciones anteriores se construyó el alcance del proyecto, el cual está dividido en fases asociadas a paquetes de trabajo y actividades respectivamente. El alcance del proyecto debe ser revisado, aprobado y validado por el Director de Proyecto a lo largo del desarrollo del proyecto.

#### 6.3.5 Controlar el Alcance

La gestión del alcance se controlará mediante el monitoreo y la evaluación de la matriz de trazabilidad de requisitos. Se debe revisar y documentar las solicitudes de cambios en la línea base del alcance para garantizar el éxito del proyecto. El director de proyecto debe evaluar las solicitudes de cambios en relación con el alcance, y en caso de que el cambio genere un impacto significativo en el alcance, el Director de Proyecto deberá evaluar los riesgos asociados al cambio.

### 6.4 Plan de Gestión del Cronograma

#### 6.4.1 Planificar la Gestión del Cronograma

La herramienta que se debe emplear para la programación de las actividades del proyecto es el MS Project mediante un diagrama de Gantt y diagrama de red. Las actividades se programarán en base a las cuentas control y paquetes de trabajo definidos en la Estructura de Desglose de Trabajo desarrollado en la sección 6.2.4.

A partir del EDT se debe elaborar un listado con las actividades e hitos para poder desglosar en actividades los paquetes de trabajo. Posteriormente se procede a secuenciar las actividades, de esta manera se asocian en un orden lógico para la correcta ejecución del proyecto.

En relación con la estimación de la duración de las actividades, existen diferentes técnicas y herramientas para tal fin, y para efectos de este proyecto la duración de las actividades fue estimado empleando la técnica de juicio de expertos.

El proceso para el control del cronograma se debe llevar a cabo mediante el uso del método de la ruta crítica mediante el uso de MS Project. Estas herramientas permitirán identificar aquellas actividades que se encuentran dentro o fuera del tiempo estipulado, asimismo permitirá al Director de Proyecto estimar el impacto económico y establecer medidas para las eventualidades que surjan.

#### 6.4.2 Definición de las Actividades

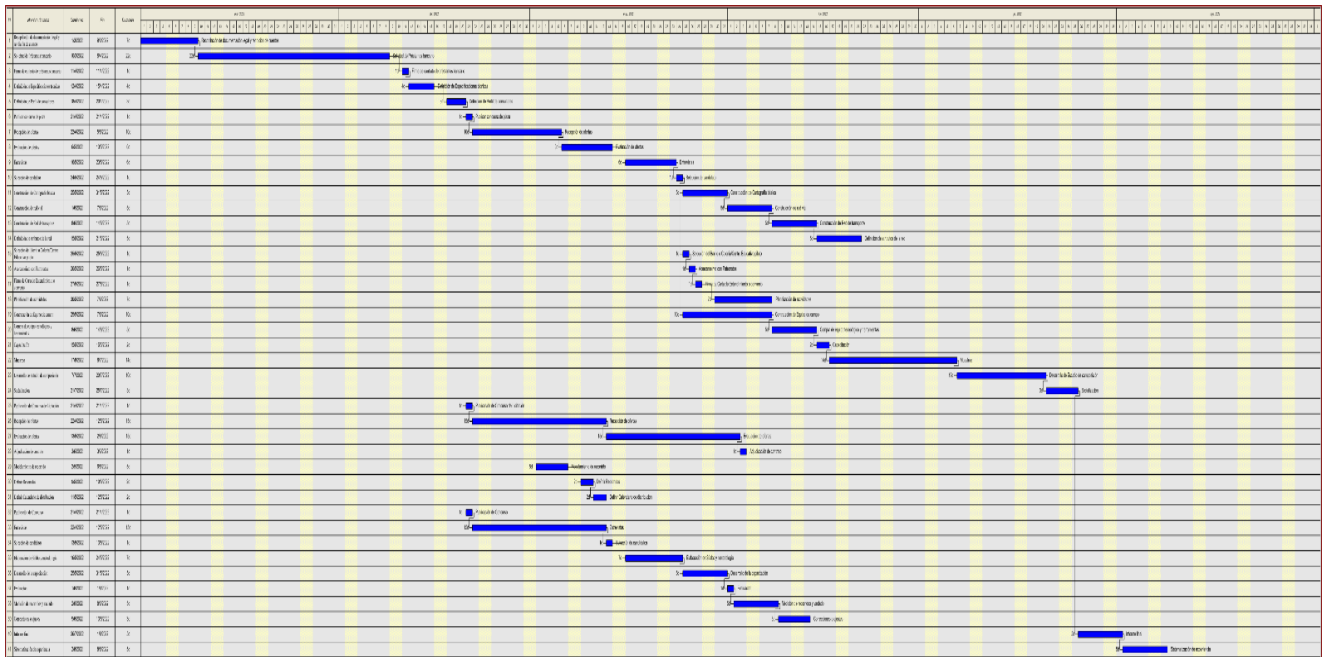
Tal como se estableció anteriormente las actividades que componen el proyecto están divididas en las cuatro fases que se establecieron para la ejecución del proyecto. A continuación, se muestra a nivel de tabla el desglose de las actividades del proyecto:

**Tabla 18.** Lista de Actividades

| No.   | Actividad  | Duración | INI       | FIN       |
|-------|--|----------|-----------|-----------|
| 0     | Cronograma del proyecto                                    | 119      |           |           |
| 1     | Inicio de Proyecto   | 0        |           |           |
| 2     | Puesta en marcha   |          |           |           |
| 2.1   | Gestión de fondos  | 30       |           |           |
| 2.1.1 | Recopilación de documentación legal y rendición de cuentas | 7        | 1/3/2022  | 7/3/2022  |
| 2.1.2 | Solicitud de Préstamos bancario                            | 22       | 8/3/2022  | 29/3/2022 |
| 2.1.3 | Firma de contrato de préstamos bancario                    | 1        | 30/3/2022 | 30/3/2022 |
| 2.2   | Elaboración de Términos de Referencia                      | 7        |           |           |
| 2.2.1 | Definición de Especificaciones técnicas                    | 4        | 31/3/2022 | 3/4/2022  |
| 2.2.2 | Definición de Perfil de consultores                        | 3        | 4/4/2022  | 6/4/2022  |
| 3     | Diseño de Rutas  |          |           |           |
| 3.1   | Contratación de consultores                                | 24       |           |           |
| 3.1.1 | Publicar concurso de plaza                                 | 1        | 7/4/2022  | 7/4/2022  |
| 3.1.2 | Recepción de ofertas                                       | 10       | 8/4/2022  | 17/4/2022 |
| 3.1.3 | Evaluación de ofertas                                      | 6        | 18/4/2022 | 23/4/2022 |
| 3.1.4 | Entrevistas  | 6        | 24/4/2022 | 29/4/2022 |
| 3.1.5 | Selección de candidato                                     | 1        | 30/4/2022 | 30/4/2022 |
| 3.2   | Construcción de Información Geográfica                     | 20       |           |           |
| 3.2.1 | Construcción de Cartografía básica                         | 5        | 1/5/2022  | 5/5/2022  |

|       |  |    |           |           |
|-------|--|----|-----------|-----------|
| 3.2.2 | Construcción de red vial                               | 5  | 6/5/2022  | 10/5/2022 |
| 3.2.3 | Construcción de Red de transporte                      | 5  | 11/5/2022 | 15/5/2022 |
| 3.2.4 | Definición de atributos de la red                      | 5  | 16/5/2022 | 20/5/2022 |
| 3.3   | Piloto en Barrios/Colonias y Centros de Educación      | 10 |           |           |
| 3.3.1 | Selección del Barrio o Colonia/Centro Educativo piloto | 1  | 1/5/2022  | 1/5/2021  |
| 3.3.2 | Acercamiento con Patronatos                            | 1  | 2/5/2022  | 2/5/2021  |
| 3.3.3 | Firma de Carta de Entendimiento o convenio             | 1  | 3/5/2022  | 3/5/2021  |
| 3.3.4 | Planificación de actividades                           | 7  | 4/5/2022  | 10/4/2022 |
| 3.4   | Composición y Generación de residuos                   | 44 |           |           |
| 3.4.1 | Contratación de Equipo de campo                        | 10 | 1/5/2022  | 10/5/2022 |
| 3.4.2 | Compra de equipo tecnológico y herramientas            | 5  | 11/5/2022 | 15/5/2022 |
| 3.4.3 | Capacitación   | 2  | 16/5/2022 | 17/5/2022 |
| 3.4.4 | Muestreo   | 14 | 18/5/2022 | 1/6/2022  |
| 3.4.5 | Desarrollo de Estudio de composición                   | 10 | 2/6/2022  | 12/6/2022 |
| 3.4.6 | Socialización  | 3  | 13/6/2022 | 16/6/2022 |
| 3.5   | Adquisición de vehículos                               | 32 |           |           |
| 3.5.1 | Publicación de Concurso de Licitación                  | 1  | 7/4/2022  | 7/4/2022  |
| 3.5.2 | Recepción de ofertas                                   | 15 | 8/4/2022  | 23/4/2022 |
| 3.5.3 | Evaluación de ofertas                                  | 15 | 24/4/2022 | 9/5/2022  |
| 3.5.4 | Adjudicación de contrato                               | 1  | 10/5/2022 | 10/5/2022 |
| 3.6   | Rutas  | 9  |           |           |
| 3.6.1 | Modelamiento de recorrido                              | 5  | 20/5/2022 | 25/5/2022 |
| 3.6.2 | Definir Recorridos                                     | 2  | 26/5/2022 | 27/5/2022 |
| 3.6.3 | Definir Calendario de distribución                     | 2  | 28/5/2022 | 29/5/2022 |
| 4     | Integración y Pruebas                                  |    |           |           |
| 4.1   | Contratación de operadores                             | 17 |           |           |
| 4.1.1 | Publicación de Concurso                                | 1  | 7/4/2022  | 7/4/2022  |
| 4.1.2 | Entrevistas  | 15 | 8/4/2022  | 23/4/2022 |
| 4.1.3 | Selección de candidatos                                | 1  | 24/4/2022 | 24/4/2022 |
| 4.2   | Capacitación   | 13 |           |           |
| 4.2.1 | Elaboración de Sílabo y metodología                    | 7  | 25/4/2022 | 1/6/2022  |
| 4.2.2 | Desarrollo de la capacitación                          | 5  | 2/6/2022  | 6/6/2022  |
| 4.2.3 | Evaluación   | 1  | 7/6/2022  | 7/6/2022  |
| 4.3   | Monitoreo y medición                                   | 8  |           |           |
| 4.3.1 | Medición de recorridos y vaciado                       | 5  | 8/6/2022  | 12/6/2022 |
| 4.3.2 | Correcciones o ajustes                                 | 3  | 13/6/2022 | 15/6/2022 |
| 5     | Cierre de proyecto                                     |    |           |           |
| 5.1   | Informe final  | 5  | 17/6/2022 | 21/6/2022 |
| 5.2   | Sistematización de experiencia                         | 5  | 22/6/2021 | 27/6/2022 |

## 6.4.3 Cronograma



## 6.5 Plan de Gestión de Costos

### 6.5.1 Estimación de Costos

El proceso para estimar los costos requiere que se emplee como base para la estimación de costos, la matriz de recursos. La matriz de recursos cuenta con detalles sobre los recursos necesarios para poder cumplir con los entregables del EDT del proyecto. Como proceso de inicio para la estimación de costos es necesario identificar las unidades de medida que se estarán utilizando con el fin de obtener información de costos, y al igual que la estimación de recursos, la estimación de costos es realizado empleando en método de estimación ascendente.

**Tabla 19.** Estimación de costos del proyecto

| Cuenta Control     | Recursos   | Unidad        | Cantidad | Costo Unitario   | Costo Total  |
|--------------------|--|---------------|----------|------------------|--------------|
| 1.Puesta en Marcha | Tesorero   | mes           | 1        | L0.00            | L0.00        |
|                    | Analista Financiero - Presupuesto & Contabilidad | mes           | 1        | L0.00            | L0.00        |
|                    | Tesorero   | mes           | 1        | L0.00            | L0.00        |
|                    | Recursos Humanos                                 | mes           | 1        | L0.00            | L0.00        |
|                    |  |               |          | <b>Sub Total</b> | <b>L0.00</b> |
| 2. Diseño de Rutas | Recursos Humanos                                 | mes           | 1        | L0.00            | L0.00        |
|                    | Anuncio Bolsa de Empleo                          | Anuncio       | 2        | L1,000.00        | L2,000.00    |
|                    | Papelería y suministro de oficina                | Global        | 1        | L2,000.00        | L2,000.00    |
|                    | Ingeniero Ambiental SIG                          | Producto      | 1        | L14,583.00       | L14,583.00   |
|                    | Desarrollo Comunitario                           | mes           | 1        | L0.00            | L0.00        |
|                    | Servicio de alimentos                            | Unid          | 10       | L100.00          | L1,000.00    |
|                    | Papelería y suministro de oficina                | mes           | 1        | L0.00            | L0.00        |
|                    | Recursos Humanos                                 | mes           | 1        | L0.00            | L0.00        |
|                    | Ingeniero Ambiental                              | mes           | 1        | L30,000.00       | L30,000.00   |
|                    | Encuestadores                                    | Hrs           | 10       | L125.00          | L51,250.00   |
|                    | Grupo de recolectores                            | Hrs           | 10       | L54.00           | L60,480.00   |
|                    | Carburante                                       | Litros/semana | 91       | L19.27           | L1,753.57    |
|                    | Bolsas de plástico                               | Unid          | 125      | L57.00           | L7,125.00    |
|                    | Cubeta   | Unid          | 10       | L60.00           | L600.00      |
|                    | Báscula de reloj                                 | Unid          | 3        | L2,480.00        | L7,440.00    |
|                    | Cámara fotográfica                               | Unid          | 1        | L9,000.00        | L9,000.00    |
|                    | Ordenador  | Unid          | 2        | L14,000.00       | L28,000.00   |
|                    | Toldo  | Unid          | 1        | L450.00          | L450.00      |
|                    | Equipo de Protección Personal (EPP)              | Global        | 1        | L9,500.00        | L9,500.00    |
|                    | Productos de limpieza                            | Global        | 1        | L500.00          | L500.00      |
|                    | Papelería y suministro de oficina                | Global        | 1        | L500.00          | L500.00      |
|                    | Tesorero   | mes           | 1        | L0.00            | L0.00        |
|                    | Publicación de concurso de licitación            | Anuncio       | 1        | L0.00            | L0.00        |
|                    | Vehículos recolectores                           | Unid          | 6        | L49,900.00       | L299,400.00  |

|                          |                         |               |    |                    |                    |
|--------------------------|-------------------------|---------------|----|--------------------|--------------------|
|                          | Ingeniero Ambiental SIG | Producto      | 1  | L14,583.00         | L14,583.00         |
|                          |                         |               |    | <b>Sub Total</b>   | <b>L540,164.57</b> |
| 3. Integración y Pruebas | Recursos Humanos        | mes           | 1  | L0.00              | L0.00              |
|                          | Operadores              | Hrs/mes       | 6  | L9,504.00          | L57,024.00         |
|                          | Ingeniero Ambiental SIG | Producto      | 1  | L9,722.00          | L9,722.00          |
|                          | Ordenador               | Unid          | 1  | L14,000.00         | L14,000.00         |
|                          | Ingeniero Ambiental SIG | Producto      | 1  | L9,722.00          | L9,722.00          |
|                          | Operadores              | Hrs/mes       |    | L0.00              | L0.00              |
|                          | Carburante              | Litros/semana | 95 | L19.27             | L1,830.65          |
|                          | Ingeniero Ambiental SIG | Producto      | 1  | L9,722.00          | L9,722.00          |
|                          |                         |               |    | <b>Sub Total</b>   | <b>L102,020.65</b> |
| 4. Cierre de Proyecto    | Ingeniero Ambiental SIG | Producto      | 1  | L14,583.00         | L14,583.00         |
|                          | Ingeniero Ambiental SIG | Producto      | 1  | L14,583.00         | L14,583.00         |
|                          |                         |               |    | <b>Sub Total</b>   | <b>L29,166.00</b>  |
|                          |                         |               |    | <b>Costo Total</b> | <b>L671,351.22</b> |

### 6.5.2 Presupuesto

| Fase  | Recurso | Presupuesto        |
|---|---------|--------------------|
| <b>Puesta en marcha</b>                           |         | <b>L0.00</b>       |
| Gestión de fondos                                 |         |                    |
| Elaboración de Términos de Referencia             |         |                    |
| <b>Diseño de Rutas</b>                            |         | <b>L540,164.57</b> |
| Contratación de consultores                       |         |                    |
| Construcción de Información Geográfica            |         |                    |
| Piloto en Barrios/Colonias y Centros de Educación |         |                    |
| Composición y Generación de residuos              |         |                    |
| Adquisición de vehículos                          |         |                    |
| Rutas   |         |                    |
| <b>Integración y Pruebas</b>                      |         | <b>L102,020.65</b> |
| Contratación de operadores                        |         |                    |
| Capacitación                                      |         |                    |
| Monitoreo y medición                              |         |                    |
| <b>Cierre de proyecto</b>                         |         | <b>L29,166.00</b>  |
| Informe final                                     |         |                    |
| Sistematización de experiencia                    |         |                    |
| <b>Sub Total</b>                                  |         | <b>L671,351.22</b> |

|                                   |                    |
|-----------------------------------|--------------------|
| <b>Reserva para contingencias</b> | <b>L100,000.00</b> |
| <b>Total</b>                      | <b>L771,351.22</b> |

## 6.6 Plan de Gestión de la Calidad

### 6.6.1 Métricas de calidad

| No.                         | Elemento  | Objetivo del proyecto   | Métrica  | Fuente de dato                       |
|-----------------------------|---|---|--|--------------------------------------|
| <b>Gestión del proyecto</b> |   |   |  |                                      |
| 1                           | Cumplimiento de plazo de entrega de productos de consultoría                                | Cumplir con los plazos estipulados en los TdR y contrato                                    | SPI  | Control de cronograma                |
| 2                           | Cumplimiento de plazo de entrega del bien adquirido   | Evitar retrasos en el cronograma del proyecto   | SPI  | Control de cronograma                |
| 3                           | Cumplimiento de la ejecución del presupuesto previsto                                       | Cumplir con la ejecución de los fondos  | CPI  | Control de Costos                    |
| 4                           | Calidad de los términos de referencia para la contratación de servicios profesionales       | Desarrollar concurso sin declarar desierto por falta de oferentes                           | Cumple con 60% del criterio Formación académica                | TdR                                  |
|                             |   |   | Cumple con al menos el 60% del criterio de experiencia laboral | TdR                                  |
|                             |   |   | Cumple con al menos el 40% del criterio de competencias        | TdR                                  |
| 5                           | Cumplimiento de las especificaciones técnicas que forman parte de los pliegos de licitación | Desarrollar licitación sin declarar desierto por incumplimiento de requerimientos           | Cumple con >70% de las especificaciones técnicas               | Pliegos de Licitación                |
| <b>Productos</b>            |   |   |  |                                      |
| 5                           | Cumplimiento con los requisitos de la escala de las entidades geográficas                   | Generar información geográfica a escala local   | Escala cartográfica mínima 1:50,000                            | Normas de Cartografía                |
| 6                           | Calidad de la información recopilada para el estudio de composición                         | Obtener información estadística representativa para el análisis de distribución de brigadas | Número de encuestas sin correcciones                           | Contrato por Servicios Profesionales |
| 7                           | Cumplimiento del fortalecimiento de las capacidades técnicas del personal DIMAS             | Mejorar las capacidades técnicas del personal de la municipalidad                           | Número de personas que aprueban con 70%                        | Contrato por Servicios Profesionales |

|   |   |   |                         |                                      |
|---|---|---|-------------------------|--------------------------------------|
| 8 | Cumplimiento con el aumento del área de cobertura del servicio de recolección | Aumentar el área de cobertura o número de viviendas atendidas | Cobertura aumenta un 5% | Contrato por Servicios Profesionales |
|---|---|---|-------------------------|--------------------------------------|

### 6.6.2 Gestionar la Calidad

Gestionar la calidad del proyecto es uno de los procesos más importantes para asegurar el cumplimiento en la satisfacción del entregable. Para ello existen diferentes técnicas para la gestión de la calidad en el proyecto. Se deberán emplear los siguientes técnicas y herramientas para la gestión de la calidad:

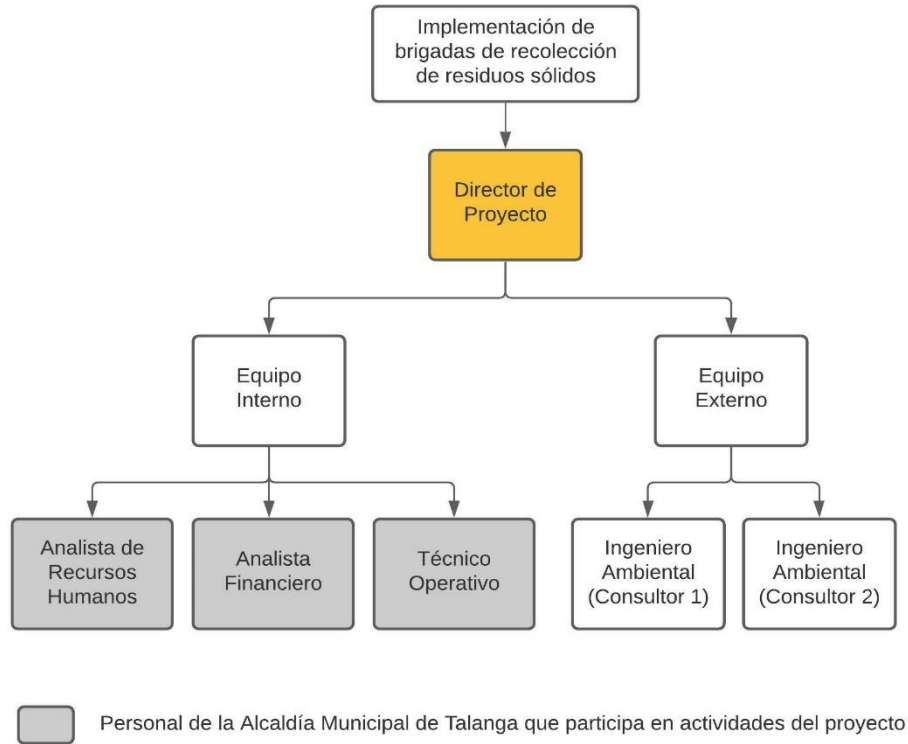
- Diagramas de causa y efecto
- Análisis de alternativas
- Evaluación de desempeño

### 6.7 Plan de Gestión de Recursos

En función del cumplimiento de los objetivos del proyecto es necesario identificar y establecer los roles del recurso humano que estará interviniendo en la ejecución del proyecto. Dado que se estará ejecutando el proyecto para una institución gubernamental, a la estructura organizacional del proyecto se incorpora personal interno de la municipalidad quienes son responsables del cumplimiento de los procesos administrativos del Estado de Honduras.



A nivel organizacional, la municipalidad de Talanga no cuenta con una unidad propiamente para la ejecución de proyectos. En relación con el organigrama del proyecto contará con una estructura matricial débil.



**Figura 36.** Organigrama del proyecto

A continuación, se describen los roles y responsabilidades de cada uno de los miembros internos y externos del equipo del proyecto.

**Tabla 20.** Roles y Responsabilidades

| Rol              | Responsabilidades  |
|------------------|--|
| Recursos Humanos | <p>Esta área funcional forma parte del proceso de apoyo para la municipalidad de Talanga, encargado de la gestión del personal a nivel interno.</p> <p>Las responsabilidades de esta área son las siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La revisión y aprobación de los términos de referencia y el perfil del recurso humano.</li> </ul> |

|                            |  |
|----------------------------|--|
|                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Proceso de selección del recurso humano, que incluye la recepción de las hojas de vida de los candidatos y evaluación de candidatos.</li> </ul>   |
| Tesorería Municipal        | <p>El Tesorero Municipal es el responsable del correcto funcionamiento de la recaudación de los ingresos municipales y de las erogaciones que deba hacer el Gobierno y la Administración Pública Municipal, de conformidad con la Ley y el presupuesto de egresos municipal.</p> <p>Las responsabilidades de esta área son los siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Realizar pagos de Planillas,</li> <li>• Realizar pagos de compras y suministros,</li> <li>• Realizar pagos a empresas de apoyo como gasolineras, servicios de internet, entre otros,</li> <li>• Realizar informes detallados de los gastos realizados en el mes al Tribunal Superior de Cuenta (TSC).</li> </ul> |
| Desarrollo Comunitario     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Desarrollo y formulación de los presupuestos para programas, planes operativos y programas de inversión.</li> <li>• Asesorar a la Corporación en la consecución y solicitud de préstamos para la ejecución de proyectos u obras para beneficio de la comunidad.</li> </ul>  |
| Contabilidad y Presupuesto | <p>Área funcional que pertenece a los procesos de apoyo de la municipalidad. Es el área encargada de la gestión financiera y adquisiciones de la organización.</p> <p>Las responsabilidades de esta área son los siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gestionar los recursos financieros del proyecto</li> <li>• Llevar a cabo el debido proceso administrativo para la licitación de los bienes y servicios.</li> <li>• Revisar y evaluar las ofertas técnicas y económicas de los concursos públicos.</li> </ul>   |
| DIMAS                      | <p>Área funcional perteneciente a los procesos operativos de la municipalidad de Talanga, encargado de la planificación y ejecución de las actividades operativas de agua potable, saneamiento y el</p>  |

|                             |  |
|-----------------------------|--|
|                             | <p>servicio de recolección y transporte de los residuos sólidos de la ciudad.</p> <p>Las responsabilidades del área son las siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Facilitador de los recursos o insumos para el equipo de dirección y externo del proyecto.</li> <li>• Apoyo al Director de proyecto en la coordinación y supervisión de las actividades de campo con los operadores del servicio de recolección y transporte.</li> <li>• Acompañamiento institucional en las actividades que se realicen en los barrios/colonias y centro de educación.</li> </ul>   |
| <p>Director de Proyecto</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Es la persona designada de velar por el cumplimiento del alcance del proyecto, empleando como guía el Plan de Dirección del proyecto.</li> <li>• Liderar y coordinar el trabajo eficientemente para la ejecución exitosa del proyecto.</li> <li>• Gestionar los recursos del proyecto.</li> <li>• Revisar y aprobar documentación del proyecto que incluye, control de cambios, control de versiones de los planes, informes de avance y/o resultados.</li> <li>• Velar por el cumplimiento de los procesos administrativos.</li> <li>• Coordinar y revisar la elaboración de la documentación necesaria para la contratación y licitación en el marco del proyecto.</li> </ul> |
| <p>Ingeniero Ambiental</p>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Responsable de liderar y coordinar los equipos en campo para el levantamiento de la información sobre la generación y composición de los residuos.</li> <li>• Capacitación del personal de campo en las actividades de encuesta.</li> <li>• Generar el informe final con los hallazgos de la investigación de la caracterización de los residuos en los barrios y colonias piloto.</li> </ul>   |

|                              |   |
|------------------------------|---|
| Ingeniero<br>Ambiental - SIG | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Responsable de la generación de la información cartográfica del casco urbano de Talanga.</li> <li>• Levantamiento y verificación de información en campo.</li> <li>• Liderar y coordinar las capacitaciones para el personal operativo DIMAS.</li> <li>• Realizar las pruebas en campo para la mediciones y monitoreo del rendimiento de carga y vaciado de residuos.</li> </ul> |
|------------------------------|---|

La asignación de las responsabilidades de las actividades del proyecto permite al Director de Proyecto asegurar que no existan duplicidad de esfuerzos a lo largo del proyecto. La tabla x muestra las relaciones y el nivel de responsabilidad que tienen asignados el equipo del proyecto en la ejecución de las tareas.

**Tabla 21. Matriz RACI**

| ID  | Paquete de Trabajo                    | Actividad  | Alcalde | DP  | Recursos Humanos | Presupuesto & Contabilidad | DIMAS | Consultor SIG | Consultor 2 |
|-----|---------------------------------------|--|---------|-----|------------------|----------------------------|-------|---------------|-------------|
| 1   | <b>Puesta en marcha</b>               |  |         |     |                  |                            |       |               |             |
| 1.1 | Gestión de Fondos                     | 1.1.1 Recopilación de documentación legal y rendición de cuentas | A       | I   |                  | R                          |       |               |             |
|     |                                       | 1.1.2 Solicitud de Préstamos bancario                            |         |     |                  |                            |       |               |             |
|     |                                       | 1.1.3 Firma de contrato de préstamos bancario                    | R,A     | I   |                  | C                          |       |               |             |
| 1.2 | Elaboración de Términos de Referencia | 1.2.1 Definición de Especificaciones técnicas                    |         | A,C |                  | R                          |       |               |             |
|     |                                       | 1.2.2 Definición de Perfil de consultores                        |         | A,C | R                | I                          |       |               |             |
| 2   | <b>Diseño de Rutas</b>                |  |         |     |                  |                            |       |               |             |
| 2.1 | Contratación de consultores           | 2.1.1 Publicar concurso de plaza                                 |         | A,C | R                |                            | I     |               |             |
|     |                                       | 2.1.2 Recepción de ofertas                                       |         | A,C | R                | I                          |       |               |             |
|     |                                       | 2.1.3 Evaluación de ofertas                                      |         | A,C | R                | I                          |       |               |             |
|     |                                       | 2.1.4 Entrevistas  |         | A,C | R                | I                          |       |               |             |
|     |                                       | 2.1.5 Selección de candidato                                     |         | A,C | R                | I                          |       |               |             |
| 2.2 |                                       | 2.2.1 Construcción de Cartografía básica                         | I       | A,C |                  |                            |       | R             |             |
|     |                                       | 2.2.2 Construcción de red vial                                   | I       | A,C |                  |                            |       | R             |             |

|     |   |       |  |     |       |   |   |     |   |   |
|-----|---|-------|--|-----|-------|---|---|-----|---|---|
|     | Construcción de Información Geográfica            | 2.2.3 | Construcción de Red de transporte                      | I   | A,C   |   |   |     | R |   |
|     |   | 2.2.4 | Definición de atributos de la red                      | I   | A,C   |   |   |     | R |   |
| 2.3 | Piloto en Barrios/Colonias y Centros de Educación | 2.3.1 | Selección del Barrio o Colonia/Centro Educativo piloto |     | A,C   |   |   |     |   | R |
|     |   | 2.3.2 | Acercamiento con Patronatos                            | A   | A,C   |   |   | R   | I | I |
|     |   | 2.3.3 | Firma de Carta de Entendimiento o convenio             | R,A | C,I   |   |   | I   | I | I |
|     |   | 2.3.4 | Planificación de actividades                           |     | A,I   |   |   | C,I | I | R |
| 2.4 | Composición y Generación de residuos              | 2.3.1 | Contratación de Equipo de campo                        |     |       | R |   |     |   |   |
|     |   | 2.3.2 | Compra de equipo tecnológico y herramientas            |     | A,C   |   | R | I   | I | I |
|     |   | 2.3.3 | Capacitación   |     | A,C   |   |   | I   | I | R |
|     |   | 2.4.4 | Muestreo   |     | A,C   |   |   | I   | I | R |
|     |   | 2.4.5 | Desarrollo de Estudio de composición                   |     | A,C   |   |   | I   | I | R |
|     |   | 2.4.6 | Socialización  |     | A,C   |   |   | C,I | I | R |
| 2.5 | Adquisición de vehículos                          | 2.5.1 | Publicación de Concurso de Licitación                  | A   |       |   | R | I   | I |   |
|     |   | 2.5.2 | Recepción de ofertas                                   |     | A,C,I |   | R |     |   |   |
|     |   | 2.5.3 | Evaluación de ofertas                                  |     | A,C,I |   | R |     |   |   |
|     |   | 2.5.4 | Adjudicación de contrato                               |     | A,C,I |   | R |     |   |   |
| 2.6 | Rutas   | 2.6.1 | Modelamiento de recorrido                              |     | A,C   |   |   | I   | R |   |
|     |   | 2.6.2 | Definir Recorridos                                     |     | A,C   |   |   | C,I | R |   |
|     |   | 2.6.3 | Definir Calendario de distribución                     |     | A,C   |   |   | C,I | R |   |
| 3   | <b>Integración y Pruebas</b>                      |       |  |     |       |   |   |     |   |   |
| 3.1 | Contratación de operadores                        | 3.1.1 | Publicación de Concurso                                | A   | C,I   | R |   | I   | I |   |
|     |   | 3.1.2 | Entrevistas  | A   | C,I   | R |   | I   | I |   |
|     |   | 3.1.3 | Selección de candidatos                                | A   | C,I   | R |   | I   | I |   |
| 3.2 | Capacitación                                      | 3.2.1 | Elaboración de Sílabo y metodología                    |     | A     |   |   |     |   | R |
|     |   | 3.2.2 | Desarrollo de la capacitación                          |     | A     |   | I | I   | R |   |
|     |   | 3.2.3 | Evaluación   |     | A,I   |   |   | I   | R |   |
| 3.3 | Monitoreo y medición                              | 3.3.1 | Medición de recorridos y vaciado                       |     | A     |   |   | I   | R |   |
|     |   | 3.3.2 | Correcciones o ajustes                                 |     | A     |   |   | I   | R |   |
| 4   | <b>Cierre de proyecto</b>                         |       |  |     |       |   |   |     |   |   |
| 4.1 | Informe final                                     |       |  |     | A,C   |   |   | I   | R |   |
| 4.2 | Sistematización de experiencia                    |       |  |     | A,C   |   |   | I   | R |   |

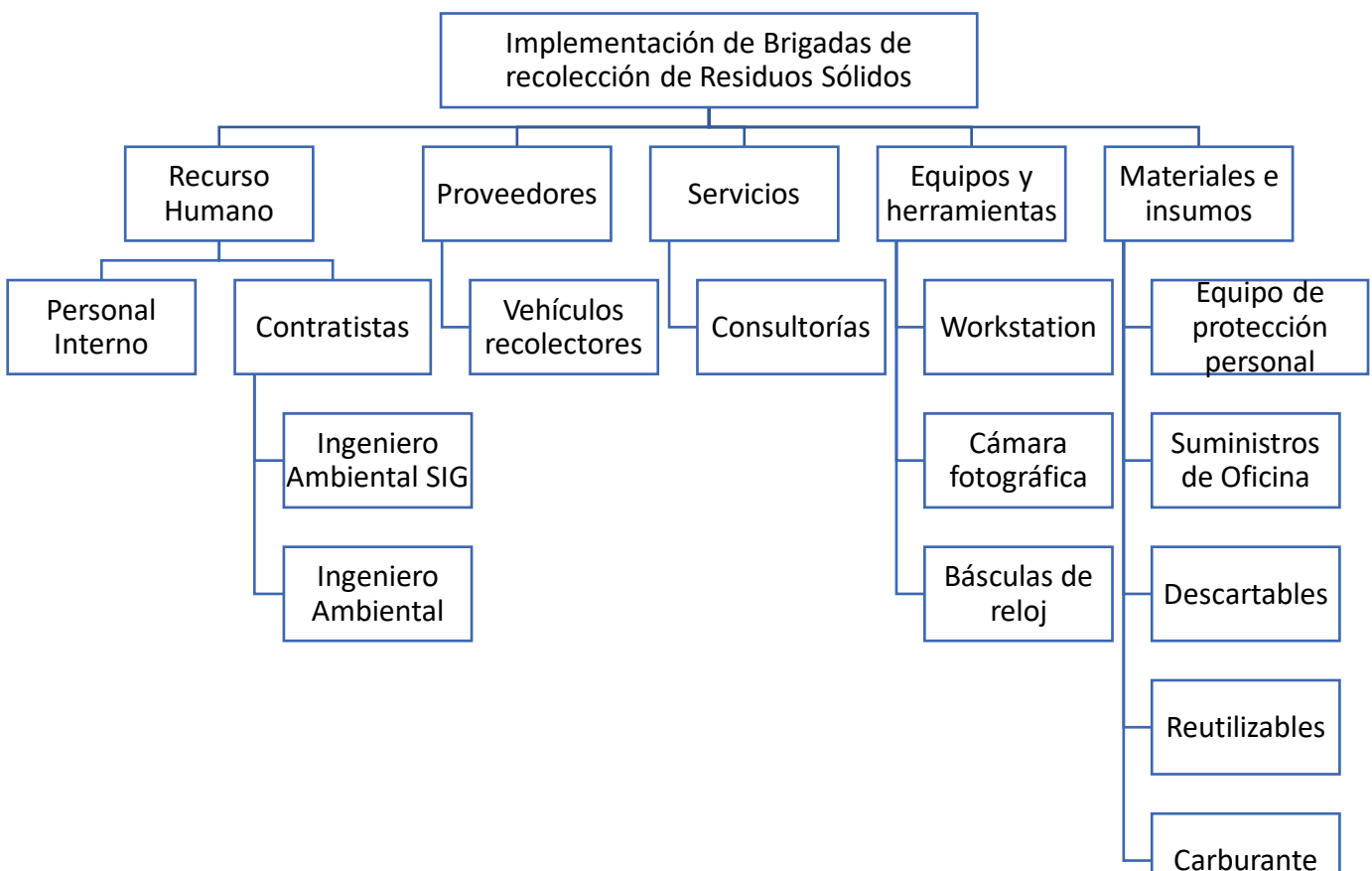
|   |
|---|
| R = Responsable (persona responsable de ejecutar la tarea)      |
| A = Aprueba (persona con responsabilidad última sobre la tarea) |
| C = Consulta (persona a la que se consulta sobre la tarea)      |
| I = Informa (persona a la que se debe informar sobre la tarea)  |

### 6.7.1 Estimar los Recursos de las Actividades

Para el proceso de estimación de los recursos se requiere la identificación de los recursos necesario, en sus diferentes etapas, para asegurar que el proyecto cuente con los recursos suficientes para el desarrollo de las actividades. Los recursos necesarios para la ejecución del proyecto incluyen los servicios profesionales, suministros, materiales y equipos.

La estimación de recursos del proyecto se llevó a cabo mediante el método de estimación ascendente, la cual se definieron los recursos a partir del nivel más bajo del desglose del trabajo, las actividades.

A continuación, se muestra una representación jerárquica de los recursos clasificados en categorías.



**Figura 37.** Estructura de Desglose de Recursos (EDR)

### 6.7.2 Requisitos de Recursos

La matriz de recursos es una herramienta que empleada para la estimación de costos, para efectos de este proyecto se empleó la estimación ascendente. La estimación ascendente consistió en la asignación de recursos (equipo y mano de obra) por cada actividad en cada paquete de trabajo y cuenta control.

**Tabla 22.** Matriz de Recursos

| Cuenta Control     | Paquete de Trabajo                                    | Descripción de Recurso                           | Categoría de recurso | Tipo de recurso         | Unidad   | Cantidad |
|--------------------|---|--|----------------------|-------------------------|----------|----------|
| 1.Puesta en Marcha | 1.1 Gestión de Fondos                                 | Tesorero   | Personal             | Interno                 | mes      | 1        |
| 1.Puesta en Marcha | 1.1 Gestión de Fondos                                 | Analista Financiero - Presupuesto & Contabilidad | Personal             | Interno                 | mes      | 1        |
| 1.Puesta en Marcha | 1.2 Elaboración de Términos de Referencia             | Tesorero   | Personal             | Interno                 | mes      | 1        |
| 1.Puesta en Marcha | 1.2 Elaboración de Términos de Referencia             | Recursos Humanos                                 | Personal             | Interno                 | mes      | 1        |
| 2. Diseño de Rutas | 2.1 Contratación de consultores                       | Recursos Humanos                                 | Personal             | Interno                 | mes      | 1        |
| 2. Diseño de Rutas | 2.1 Contratación de consultores                       | Anuncio Bolsa de Empleo                          | Servicio             | Servicios Profesionales | Anuncio  | 2        |
| 2. Diseño de Rutas | 2.2 Construcción de Información Geográfica            | Papelería y suministro de oficina                | Materiales e insumos | Varios                  | Global   | 1        |
| 2. Diseño de Rutas | 2.2 Construcción de Información Geográfica            | Ingeniero Ambiental SIG                          | Personal             | Externo                 | Producto | 1        |
| 2. Diseño de Rutas | 2.3 Piloto en Barrios/Colonias y Centros de Educación | Desarrollo Comunitario                           | Personal             | Interno                 | mes      | 1        |
| 2. Diseño de Rutas | 2.3 Piloto en Barrios/Colonias y Centros de Educación | Servicio de alimentos                            | Servicio             | Contratista             | Unid     | 10       |
| 2. Diseño de Rutas | 2.3 Piloto en Barrios/Colonias y Centros de Educación | Papelería y suministro de oficina                | Materiales e insumos | Varios                  | mes      | 1        |
| 2. Diseño de Rutas | 2.4 Composición y Generación de residuos              | Recursos Humanos                                 | Personal             | Interno                 | mes      | 1        |
| 2. Diseño de Rutas | 2.4 Composición y Generación de residuos              | Ingeniero Ambiental                              | Personal             | Externo                 | mes      | 1        |



|                    |  |                                       |                        |                    |               |     |
|--------------------|--|---------------------------------------|------------------------|--------------------|---------------|-----|
| 2. Diseño de Rutas | 2.4 Composición y Generación de residuos | Encuestadores                         | Personal               | Externo            | Hrs           | 10  |
| 2. Diseño de Rutas | 2.4 Composición y Generación de residuos | Grupo de recolectores                 | Personal               | Externo            | Hrs           | 10  |
| 2. Diseño de Rutas | 2.4 Composición y Generación de residuos | Carburante                            | Materiales e insumos   | Insumo             | Litros/semana | 91  |
| 2. Diseño de Rutas | 2.4 Composición y Generación de residuos | Bolsas de plástico                    | Materiales e insumos   | Varios             | Unid          | 125 |
| 2. Diseño de Rutas | 2.4 Composición y Generación de residuos | Cubeta                                | Materiales e insumos   | Varios             | Unid          | 10  |
| 2. Diseño de Rutas | 2.4 Composición y Generación de residuos | Báscula de reloj                      | Equipos y herramientas | Equipo             | Unid          | 3   |
| 2. Diseño de Rutas | 2.4 Composición y Generación de residuos | Cámara fotográfica                    | Equipos y herramientas | Equipo             | Unid          | 1   |
| 2. Diseño de Rutas | 2.4 Composición y Generación de residuos | Ordenador                             | Equipos y herramientas | Equipo             | Unid          | 2   |
| 2. Diseño de Rutas | 2.4 Composición y Generación de residuos | Toldo                                 | Materiales e insumos   | Varios             | Unid          | 1   |
| 2. Diseño de Rutas | 2.4 Composición y Generación de residuos | Equipo de Protección Personal (EPP)   | Materiales e insumos   | Varios             | Global        | 1   |
| 2. Diseño de Rutas | 2.4 Composición y Generación de residuos | Productos de limpieza                 | Materiales e insumos   | Limpieza e higiene | Global        | 1   |
| 2. Diseño de Rutas | 2.4 Composición y Generación de residuos | Papelería y suministro de oficina     | Materiales e insumos   | Varios             | Global        | 1   |
| 2. Diseño de Rutas | 2.5 Adquisición de vehículos             | Tesorero                              | Personal               | Interno            | mes           | 1   |
|                    | 2.5 Adquisición de vehículos             | Publicación de concurso de licitación | Servicio               | Servicios          | Anuncio       | 1   |
| 2. Diseño de Rutas | 2.5 Adquisición de vehículos             | Vehículos recolectores                | Proveedores            | Bienes             | Unid          | 6   |
| 2. Diseño de Rutas | 2.6 Rutas                                | Ingeniero Ambiental SIG               | Personal               | Externo            | Producto      | 1   |

|                          |                                    |                         |                        |         |               |    |
|--------------------------|------------------------------------|-------------------------|------------------------|---------|---------------|----|
| 3. Integración y Pruebas | 3.1 Contratación de operadores     | Recursos Humanos        | Personal               | Interno | mes           | 1  |
| 3. Integración y Pruebas | 3.1 Contratación de operadores     | Operadores              | Personal               | Interno | Hrs/mes       | 6  |
| 3. Integración y Pruebas | 3.2 Capacitación                   | Ingeniero Ambiental SIG | Personal               | Externo | Producto      | 1  |
| 3. Integración y Pruebas | 3.2 Capacitación                   | Ordenador               | Equipos y herramientas | Equipo  | Unid          | 1  |
| 3. Integración y Pruebas | 3.3 Monitoreo y medición           | Ingeniero Ambiental SIG | Personal               | Externo | Producto      | 1  |
| 3. Integración y Pruebas | 3.3 Monitoreo y medición           | Operadores              | Personal               | Interno | Hrs/mes       |    |
| 3. Integración y Pruebas | 3.3 Monitoreo y medición           | Carburante              | Materiales e insumos   | Insumo  | Litros/semana | 95 |
| 3. Integración y Pruebas | 3.4 Correcciones o ajustes         | Ingeniero Ambiental SIG | Personal               | Externo | Producto      | 1  |
| 4. Cierre de Proyecto    | 4.1 Informe final                  | Ingeniero Ambiental SIG | Personal               | Externo | Producto      | 1  |
| 4. Cierre de Proyecto    | 4.2 Sistematización de experiencia | Ingeniero Ambiental SIG | Personal               | Externo | Producto      | 1  |

## 6.8 Plan de Gestión de Comunicaciones

### 6.8.1 Requisitos de Comunicaciones

Para establecer una planificación de las comunicaciones es importante llevar a cabo un análisis de los requisitos de comunicación de los actores que están interviniendo en la ejecución del proyecto. La matriz de comunicaciones debe emplear como base los requisitos de comunicaciones para poder definir el formato y el medio que se debe emplear para las comunicaciones en el proyecto. La siguiente tabla muestra los interesados y las estrategias de comunicación que se deben emplear entre los actores.

**Tabla 23.** Estrategia de comunicación

| <b>INTERESADO</b>                       | <b>ESTRATEGIA DE COMUNICACIÓN</b>  |
|---|--|
| Sponsor - Alcaldía Municipal de Talanga | Comunicar los avances y resultados a lo largo de la ejecución del proyecto. Recopilar observaciones o actualización de cambios a los requisitos del proyecto y del producto.   |
| Director de Proyecto                    | Comunicar los avances y resultados de cada una de las fases del proyecto. Supervisión, gestión, monitoreo y control de las actividades, cambios, actualizaciones del proyecto. |
| Tesorero                                | Apoyo en las actividades de planificación, programación y administración de los fondos públicos.   |
| Recursos Humanos                        | Apoyo en las actividades de los procesos de selección del recurso humano para el proyecto.   |
| Contratistas                            | Comunicar los avances y resultados de los productos solicitados, bajo los términos y condiciones estipulados en los términos de referencia y/o contratos.                      |

### 6.8.2 Roles

- Director de Proyecto – El director de proyecto es el interesado con mayor flujo de información, pues es quien vela por el desempeño adecuado del proyecto a lo

largo de su ciclo de vida. La comunicación con el DP deberá presentarse en formatos de documentos PDF o Word digitales y/o en físico.

- Tesorero – persona encargada de la planeación y administración de los fondos públicos. La comunicación con el tesorero deberá presentarse en formatos de documentos PDF en físico.
- Recursos Humanos – personal encargado de los procesos de selección del equipo externo del proyecto. Comunicación puede presentarse por medio digital mediante Email.
- Contratista – personal externo cuya labor se limita al desarrollo y entrega de productos específicos. Comunicación debe presentarse en formatos de documentos PDF o Word.

## 6.8.2 Matriz de Comunicaciones

| EDT      | Actividad                              | Contenido   | Responsable             | Elemento que comunicar  | Formato        | Medio   | Frecuencia   | Grupo Receptor/Receptor                 |
|----------|--|---|-------------------------|---|----------------|---------|--------------|---|
| <b>1</b> | <b>Puesta en marcha</b>                |   |                         |   |                |         |              |   |
| 1.1      | Gestión de Fondos                      | Avance de la gestión del préstamo bancario  | Tesorero                | Notificación de aprobación  | Documento PDF  | Email   | Una sola vez | Alcalde, Director de Proyecto           |
| 1.2      | Elaboración de Términos de Referencia  | Términos de referencia con especificaciones técnicas del bien y perfil de profesional | Recursos Humanos        | 1. Documento borrador especificaciones técnicas<br>2. Documento borrador perfil profesional | Documento Word | Email   | Una sola vez | Director de Proyecto                    |
| <b>2</b> | <b>Diseño de Rutas</b>                 |   |                         |   |                |         |              |   |
| 2.1      | Contratación de consultores            | Listado de candidatos y ofertas recibidas   | Recursos Humanos        | Notificación de recepción de perfiles   | Correo         | Email   | Una sola vez | Director de Proyecto                    |
|          |  | Calificación y competencia de los candidatos  | Recursos Humanos        | Evaluación de perfiles  | Cara a cara    | Reunión | Una sola vez | Director de Proyecto                    |
|          |  | Candidatos seleccionados  | Recursos Humanos        | Notificación de contratación  | Correo         | Email   | Una sola vez | Director de Proyecto, Tesorero, Alcalde |
| 2.2      | Construcción de Información Geográfica | Avance en la construcción de  | Ingeniero Ambiental SIG | Informe de avance   | Documento PDF  | Email   | Semanal      | Director de Proyecto                    |

|          |   |  |                         |   |                |       |              |                                |
|----------|---|--|-------------------------|---|----------------|-------|--------------|--------------------------------|
|          |   | información geográfica                       |                         |   |                |       |              |                                |
|          |   | Inventario de Información Geográfica         | Ingeniero Ambiental SIG | Producto  | Shapefiles     | Email | Una sola vez | Director de Proyecto           |
| 2.3      | Piloto en Barrios/Colonias y Centros de Educación | Convenio firmado                             | DIMAS                   | Notificación Firma de convenio o Carta de entendimiento | Documento PDF  | Email |              | Director de Proyecto           |
| 2.4      | Composición y Generación de residuos              | Informe de avance del estudio de composición | Ingeniero Ambiental     | Informe de avance                                       | Documento PDF  | Email | Semanal      | Director de Proyecto           |
|          |   | Estudio de composición                       | Ingeniero Ambiental     | Producto  | Documento PDF  | Email | Una sola vez | Director de Proyecto           |
| 2.5      | Adquisición de vehículos                          | Listado de potenciales proveedores           | Recursos Humanos        | Notificación de recepción de ofertas                    | Correo         | Email |              | Director de Proyecto           |
|          |   | Empresa seleccionada                         | Recursos Humanos        | Notificación de Adquisición de bienes                   | Correo         | Email |              | Director de Proyecto           |
| 2.6      | Rutas   | Rutas y calendario de distribución           | Ingeniero Ambiental SIG | Informe de avance                                       | Documento PDF  | Email | Semanal      | Director de Proyecto           |
| <b>3</b> | <b>Integración y Pruebas</b>                      |  |                         |   |                |       |              |                                |
| 3.1      | Contratación de operadores                        | Candidatos seleccionados                     | Recursos Humanos        | Notificación de contratación                            | Correo         | Email | Una sola vez | Director de Proyecto, Tesorero |
| 3.2      | Capacitación                                      | Borrador del contenido de la capacitación    | Ingeniero Ambiental SIG | Sílabo de capacitación                                  | Documento Word | Email | Una sola vez | Director de Proyecto           |

|          |                                |                                   |                         |                          |               |         |              |                               |
|----------|--------------------------------|-----------------------------------|-------------------------|--------------------------|---------------|---------|--------------|-------------------------------|
|          |                                | Borrador Resultados de Evaluación | Ingeniero Ambiental SIG | Informe de Evaluación    | Documento PDF | Email   | Una sola vez | Director de Proyecto          |
| 3.3      | Monitoreo y medición           | Resultados de medición            | Ingeniero Ambiental SIG | Producto                 | Presentación  | Reunión | Una sola vez | Director de Proyecto          |
| <b>4</b> | <b>Cierre de proyecto</b>      |                                   |                         |                          |               |         |              |                               |
| 4.1      | Informe final                  | Documento final                   | Ingeniero Ambiental SIG | Informe final            | Documento PDF | Email   | Una sola vez | Director de Proyecto, Alcalde |
| 4.2      | Sistematización de experiencia | Documento final                   | Ingeniero Ambiental SIG | Guía de Buenas Prácticas | Documento PDF | Email   | Una sola vez | Director de Proyecto, Alcalde |

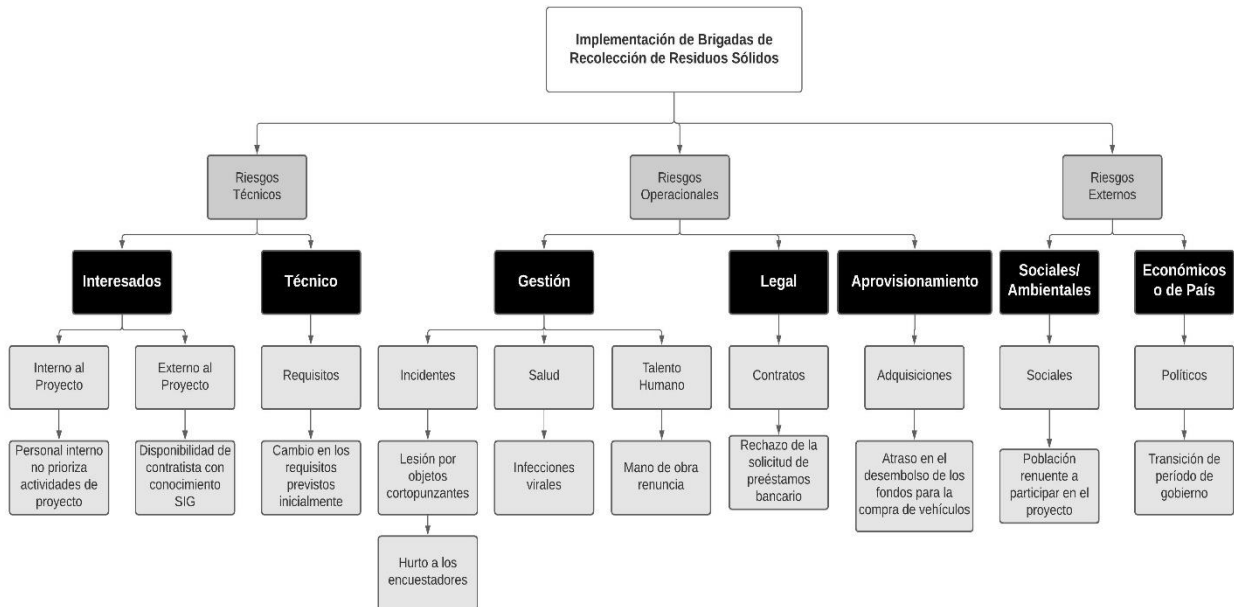
## 6.9 Plan de Gestión de Riesgos

### 6.9.1 Identificar los Riesgos

El paso inicial en la evaluación de los riesgos consiste en la identificación de las principales actividades del proyecto y la identificación de los riesgos inherentes a cada una de las actividades. Los riesgos se clasificaron en categorías y posteriormente se jerarquizaron, obteniendo como resultado una Estructura de Desglose de Riesgos. Los riesgos son clasificados en las siguientes categorías:

- Riesgos Técnicos
- Riesgos Externos
- Riesgos Operacionales

A continuación, se muestra jerárquicamente los riesgos identificados y clasificados con las categorías enunciadas anteriormente.



**Figura 38.** Estructura de Desglose de Recursos (EDR)

### 6.9.2 Análisis de Riesgos

El siguiente paso en la evaluación de los riesgos es la caracterización cuantitativa y cualitativa de los riesgos. En relación con el análisis cuantitativo, se llevará a cabo una clasificación de los riesgos basado en la probabilidad de ocurrencia y su impacto en el proyecto. Los parámetros de probabilidad e impacto se miden en rangos normalizados de 0 a 1, cuyas puntuaciones indican la magnitud del riesgo clasificados en alto, medio y bajo.

**Tabla 24.** Matriz P-I

|              |      | Amenazas |       |      | Oportunidades |       |      |      |       |
|--------------|------|----------|-------|------|---------------|-------|------|------|-------|
| Probabilidad |      | Impacto  |       |      | Impacto       |       |      |      |       |
|              |      | Baja     | Media | Alta | Alta          | Media | Baja |      |       |
|              |      |          | 0.10  | 0.40 | 0.70          | 0.50  | 0.20 | 0.05 |       |
| Alta         | 0.70 | 0.07     | 0.28  | 0.49 | 0.40          | 0.16  | 0.04 | 0.80 | Alta  |
| Media        | 0.40 | 0.04     | 0.16  | 0.28 | 0.25          | 0.10  | 0.03 | 0.50 | Media |
| Baja         | 0.10 | 0.01     | 0.04  | 0.07 | 0.10          | 0.04  | 0.01 | 0.20 | Baja  |



Los rangos P-I se establecieron en función del impacto en el costo, tiempo, alcance y la calidad del proyecto. Se puede observar en la tabla la descripción de los rangos para la clasificación de los riesgos.

**Tabla 25.** Rangos para la clasificación de los riesgos

|         | 0.10                                   | 0.40   | 0.70  |
|---------|--|--|---|
| Costo   | Aumento insignificante del costo       | Aumento del costo menos del 5%                       | Aumento del costo en más del 10%                            |
| Tiempo  | Aumento del tiempo insignificante      | Aumento del tiempo menos del 5%                      | Aumento del tiempo en más del 10%                           |
| Alcance | Disminución del alcance insignificante | Disminuye el alcance en los requisitos de alto nivel | Deficiencia del alcance impide la aceptación del entregable |
| Calidad | Disminución de calidad insignificante  | Disminución de calidad requiere de acción inmediata  | Deficiencia de calidad impide la aceptación del entregable  |

### 6.9.3 Respuesta a los Riesgos

Los riesgos identificados se tabularon para conocer su clasificación cuantitativa con el fin de poder determinar las respuestas a los riesgos.

| Identificación del Riesgo                          |               |  | Calificación Cualitativa |      |      | Respuesta al Riesgo |   |
|--|---------------|--|--------------------------|------|------|---------------------|---|
| Riesgo   | Categoría     | Descripción  | P                        | I    | P*I  | Respuesta           | Actividad   |
| Priorización de actividades del proyecto           | Técnicos      | Personal interno de proyecto no prioriza las actividades del proyecto          | 0.40                     | 0.70 | 0.28 | Evitar              | Notificación mediante memorándum estableciendo la priorización de la ejecución de las actividades del proyecto.                               |
| Disponibilidad de contratista con conocimiento SIG | Técnicos      | Contratista con conocimiento SIG no se encuentra disponible                    | 0.40                     | 0.70 | 0.28 | Mitigar             | 1. Modificar los términos de referencia o perfil profesional.<br>2. Contratación de profesional con conocimiento en Logística y Distribución. |
| Cambio en los requisitos previstos inicialmente    | Técnicos      | Modificación del alcance del producto o el proyecto                            | 0.10                     | 0.70 | 0.07 | Mitigar o Aceptar   | 1. Evaluación de los cambios en función de costo, tiempo, alcance y calidad.<br>2. Asumir los nuevos costos.                                  |
| Accidente ocupacional de los recolectores          | Operacionales | Lesión de empleados por objetos cortopunzantes por la manipulación de residuos | 0.70                     | 0.40 | 0.28 | Transferir          | Adquisición de Seguros contra Accidentes  |
| Accidente ocupacional de los encuestadores         | Operacionales | Caídas o atropello vehicular   | 0.70                     | 0.70 | 0.49 | Transferir          | Adquisición de Seguros contra Accidentes  |
| Encuestas con información dudosa                   | Operacionales | Mala calidad de información recopilada   | 0.70                     | 0.70 | 0.49 | Evitar              | Establecer mecanismos para la auditoría de la información recolectada   |

|  |               |  |      |      |      |                   |  |
|--|---------------|--|------|------|------|-------------------|--|
| Infecciones virales  | Operacionales | Exposición a microorganismo patógenos                                | 0.40 | 0.40 | 0.16 | Evitar            | 1. Establecer lineamientos de seguridad ocupacional e higiene.<br>2. Capacitación al personal en seguridad e higiene.                              |
| Mano de obra renuncia  | Operacionales | Retraso en el levantamiento o recolección de la información          | 0.50 | 0.20 | 0.1  | Explotar          | Redistribución de carga de trabajo entre el personal restante.   |
| Rechazo de Solicitud de préstamo bancario                        | Operacionales | No se cuenta con los fondos para ejecutar el proyecto                | 0.40 | 0.70 | 0.28 | Mitigar           | 1. Iniciar un nuevo proceso de solicitud del préstamo bancario.<br>2. La municipalidad asume los costos iniciales mientras se aprueban los fondos. |
| Desembolso de los fondos para la compra de vehículo en destiempo | Operacionales | Retraso en el cronograma   | 0.70 | 0.70 | 0.49 | Aceptar           | Evaluar el retraso.  |
| Población renuente para participar en el proyecto                | Externos      | Reproceso en la selección de un barrio o colonia piloto              | 0.40 | 0.10 | 0.04 | Mitigar o Aceptar | 1. Socialización del proyecto.<br>2. Programar sesiones mediante cabildos abiertos para conocer las inquietudes o necesidades de la población      |
| Transición de período de gobierno                                | Externos      | Priorización de otros proyectos causando la cancelación del proyecto | 0.70 | 0.70 | 0.49 | Aceptar           | Presentación del proyecto a las nuevas autoridades del gobierno de turno.  |

## 6.10 Plan de Gestión de Adquisiciones

### 6.10.1 Proceso de Licitación de bienes

Se realiza una licitación pública en la Alcaldía Municipal de Talanga con el fin adquirir una flota de vehículos tipo moto cargas para el fortalecimiento de División Municipal de Agua potable y Saneamiento (DIMAS), el monto de la licitación será de L.49, 500.00.

Se anunciará por los medios de comunicación escritos (periódico) a las empresas interesadas en la oferta de los vehículos moto cargas, las empresas participantes en el proceso de licitación deberán tener los documentos en reglas que cita la ley de contratación del estado de Honduras y sus reglamentos.

Los ofertantes llevaran sus ofertas en las oficinas de las Alcaldía Municipal de Talanga en la hora establecida en el comunicado a licitar por medio de la AMT, la alcaldía tiene 30 días hábiles para nombrar al ganador de la licitación.

La licitación debe contar con una serie de parámetros para declararse nula y son:

- Tener menos de 2 participantes.
- El monto de presentado por la empresa no debe sobrepasarse más del 20% del presupuesto base.
- No contar con la documentación legal y tributaria en regla.
- No tener una propuesta real o creíble.
- No tener deudas pendientes en la Alcaldía Municipal de Talanga.

Si el ganador no cumple con algunas con las condiciones que están establecidas en las bases de licitación se le declarará ganador al segundo lugar y si persiste algún tipo de inconsistencia se penalizar a los participantes y se declara el proceso de licitación nula y se deberá de volver a celebrar la licitación con los mismo o diferentes ofertantes.

Al momento de declarar ganador al primer lugar de la licitación se notificará a la empresa en un tiempo de tres (3) días hábiles por parte de la AMT.

#### 6.10.2 Concurso de Servicios Profesionales

Se celebrará por parte del departamento de Recursos Humanos (RRHH) un contrato por servicios profesionales a favor del profesional que gane la plaza de consultor de proyecto en la AMT, el contrato llevará la firma del Alcalde, Jefe de Recursos Humanos, Jefe de DIMAS.

El contrato no será continuo o permanente, el inicio del contrato será desde el 01 de marzo del 2022 y se culminará hasta 31 de julio del 2022.

El contrato se declarará nulo y no se continuará ocupando los servicios profesionales del consultor por las siguientes situaciones.

- No presentar informe mensual de trabajo.
- No cumplir con las actividades del cronograma en tiempo y forma.
- Desconocer las autoridades de la AMT.
- Realización de actos de corrupción.
- Pertenecer una organización criminal.
- No cumplir con los requisitos previstos en el contrato.

El contrato contempla la ampliación de tiempo si el proyecto lo requiera siguiendo las leyes laborales y de la ley de contratación del estado de Honduras. Los procedimientos de pago del consultor se establecerán en las cláusulas del contrato celebrado, el cual debe estar firmado por las partes interesadas y los pasos son los siguientes:

- Se realizará el pago al momento que el consultor entregue los productos de cada una de las fases terminadas del proyecto.

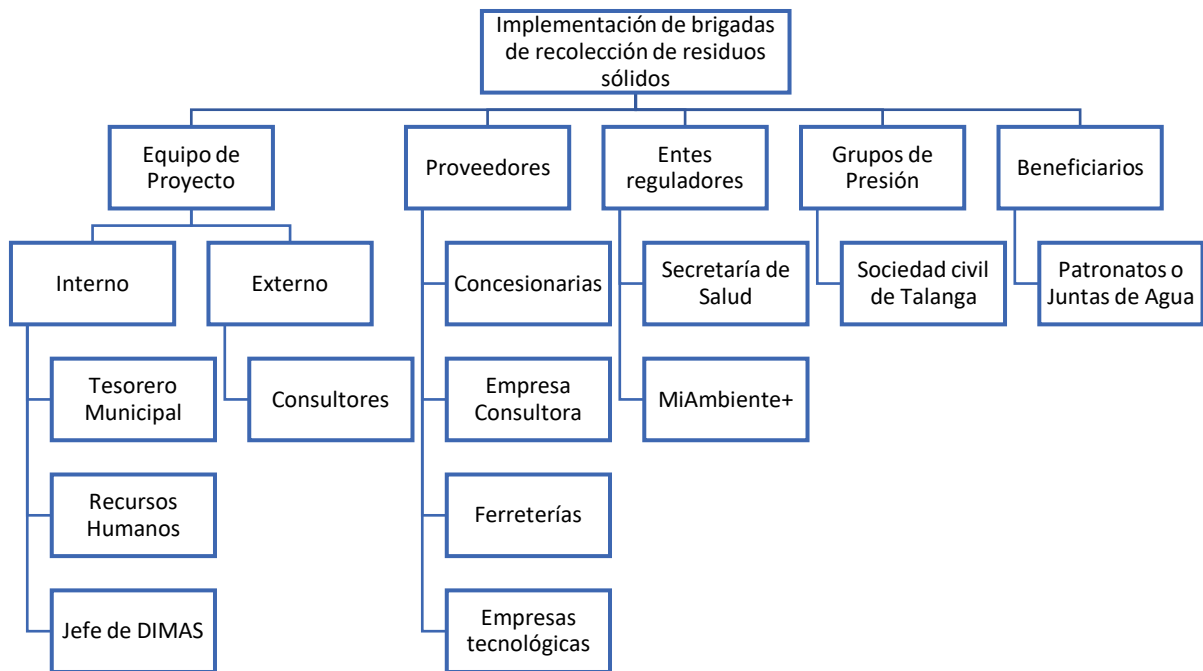
- El cheque deberá llevar la firma del Alcalde y del Tesorero Municipal.

## 6.11 Plan de Gestión de Interesados

### 6.11.1 Identificación de Interesados

Los interesados son todas aquellas personas u organizaciones que estarán siendo afectadas positivamente y/o negativamente por decisión o actividades desarrolladas a partir del proyecto.

Los criterios principales para identificar a los interesados son todos aquellos estarán involucrados directamente durante la intervención, aquellas partes involucradas que son considerados los beneficiarios del proyecto, además de las instituciones gubernamentales que deben intervenir en el marco de la gestión de los residuos y la salud pública de la población. Los interesados están clasificados en: equipo del proyecto, proveedores, entes reguladores, grupos de presión y beneficiarios.



**Figura 39.** Estructura de Desglose de Interesados (EDI)

## Lista de Interesados

Para la construcción del plan de gestión de interesados, el primer consiste en la identificación de los principales actores clave e interesados del proyecto. Para poder determinar las estrategias de comunicación, así como las estrategias de gestión que se deben emplear de acuerdo con el nivel de compromiso y el impacto que pueda tener cada stakeholder en el proyecto se han identificado los siguientes interesados en el proyecto:

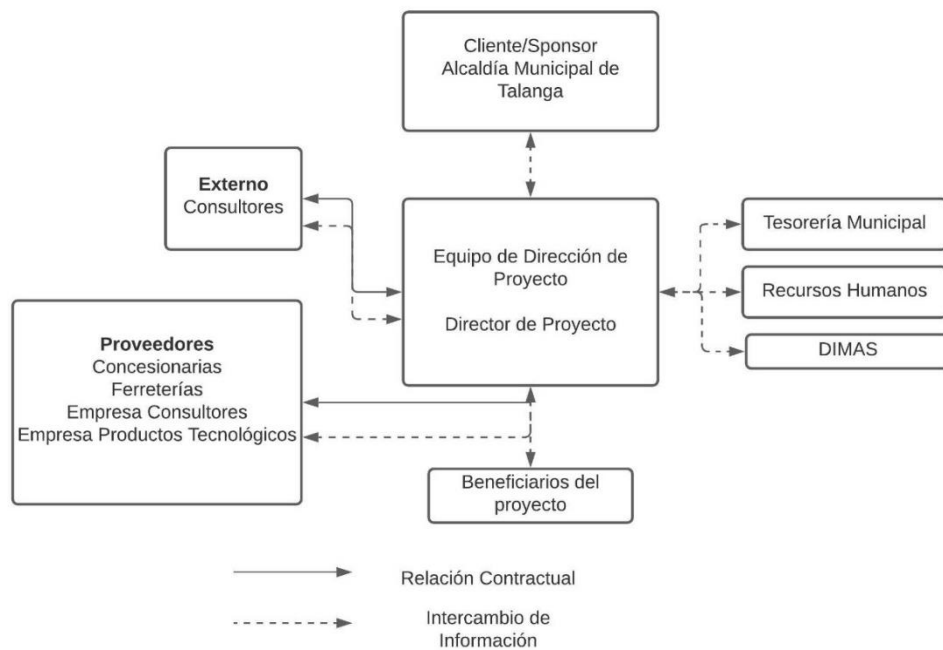
### LISTA DE STAKEHOLDERS

| <b>Rol</b>                | <b>Interesado</b>                  |
|---------------------------|------------------------------------|
| <b>Sponsor/Cliente</b>    | Alcaldía Municipal de Talanga      |
| <b>Equipo de Proyecto</b> | Tesorero Municipal                 |
|                           | Recursos Humanos                   |
|                           | Jefe de DIMAS                      |
|                           | Director de Proyecto               |
|                           | Consultor 1                        |
|                           | Consultor 2                        |
| <b>Proveedor</b>          | Concesionarias                     |
|                           | Ferreterías                        |
|                           | Empresas de Productos Tecnológicos |
|                           | Empresas consultoras               |
| <b>Stakeholders</b>       | MiAmbiente+                        |
|                           | Secretaría de Salud                |
| <b>Otros Stakeholders</b> | Patronatos                         |
|                           | Población Talangueña               |

## Flujo de Información

La dimensión del proyecto es pequeña, sin embargo, se considera necesario establecer el flujo de información a nivel de dirección del proyecto. Se excluye el flujo de información de los stakeholders clasificados como entes reguladores ya que estos no se encuentran participando activamente en el proyecto.

A continuación, se muestra un diagrama para mostrar gráficamente el flujo de información entre los diferentes actores que participan directamente en la intervención:



**Figura 40.** Flujo de información

### Análisis de Interesados

El análisis de los interesados está enfocado en identificar la expectativa y el potencial de influencia que pueden tener en el ciclo de vida del proyecto. A partir de este análisis se podrá definir una estrategia de gestión.

### MATRIZ DE PODER/INTERÉS

| Interesado                         | Poder | Interés | Promedio | Nivel Poder/Interés |
|------------------------------------|-------|---------|----------|---------------------|
| Alcaldía Municipal de Talanga      | 10    | 10      | 10       | Alto                |
| Tesorero Municipal                 | 3     | 5       | 4        | Medio               |
| Recursos Humanos                   | 5     | 8       | 6.5      | Medio               |
| Jefe de DIMAS                      | 3     | 10      | 6.5      | Medio               |
| Director de Proyecto               | 4     | 10      | 7        | Medio               |
| Consultor 1                        | 1     | 8       | 4.5      | Medio               |
| Consultor 2                        | 1     | 9       | 5        | Medio               |
| Concesionarias                     | 3     | 9       | 0        | Bajo                |
| Ferreterías                        | 3     | 7       | 0        | Bajo                |
| Empresas de Productos Tecnológicos | 3     | 7       | 5        | Medio               |
| Empresas consultoras               | 3     | 7       | 5        | Medio               |
| MiAmbiente+                        | 3     | 10      | 6.5      | Medio               |
| Secretaría de Salud                | 3     | 10      | 6.5      | Medio               |
| Patronatos                         | 8     | 10      | 9        | Alto                |



|                      |   |    |   |      |
|----------------------|---|----|---|------|
| Población Talangueña | 8 | 10 | 9 | Alto |
|----------------------|---|----|---|------|

### MATRIZ DE PODER/INFLUENCIA

| Interesado                         | Poder | Influencia | Promedio | Nivel Poder/Influencia |
|------------------------------------|-------|------------|----------|------------------------|
| Alcaldía Municipal de Talanga      | 10    | 10         | 10       | Alto                   |
| Tesorero Municipal                 | 3     | 7          | 5        | Medio                  |
| Recursos Humanos                   | 5     | 7          | 6        | Medio                  |
| Jefe de DIMAS                      | 3     | 8          | 5.5      | Medio                  |
| Director de Proyecto               | 4     | 7          | 5.5      | Medio                  |
| Consultor 1                        | 1     | 3          | 2        | Bajo                   |
| Consultor 2                        | 1     | 3          | 2        | Bajo                   |
| Concesionarias                     | 3     | 3          | 3        | Bajo                   |
| Ferreterías                        | 3     | 3          | 3        | Bajo                   |
| Empresas de Productos Tecnológicos | 3     | 3          | 3        | Bajo                   |
| Empresas consultoras               | 3     | 3          | 3        | Bajo                   |
| MiAmbiente+                        | 3     | 5          | 4        | Medio                  |
| Secretaría de Salud                | 3     | 5          | 4        | Medio                  |
| Patronatos                         | 8     | 7          | 7.5      | Medio                  |
| Población Talangueña               | 8     | 7          | 7.5      | Medio                  |

### MATRIZ DE INFLUENCIA/IMPACTO

| Interesado                         | Influencia | Impacto | Promedio | Nivel Influencia/Impacto |
|------------------------------------|------------|---------|----------|--------------------------|
| Alcaldía Municipal de Talanga      | 10         | 10      | 10       | Alto                     |
| Tesorero Municipal                 | 7          | 8       | 7.5      | Medio                    |
| Recursos Humanos                   | 7          | 8       | 7.5      | Medio                    |
| Jefe de DIMAS                      | 8          | 8       | 8        | Alto                     |
| Director de Proyecto               | 7          | 9       | 8        | Alto                     |
| Consultor 1                        | 3          | 9       | 6        | Medio                    |
| Consultor 2                        | 3          | 10      | 6.5      | Medio                    |
| Concesionarias                     | 3          | 8       | 5.5      | Medio                    |
| Ferreterías                        | 3          | 4       | 3.5      | Bajo                     |
| Empresas de Productos Tecnológicos | 3          | 4       | 3.5      | Bajo                     |
| Empresas consultoras               | 3          | 7       | 5        | Medio                    |
| MiAmbiente+                        | 5          | 3       | 4        | Medio                    |
| Secretaría de Salud                | 5          | 8       | 6.5      | Medio                    |
| Patronatos                         | 7          | 10      | 8.5      | Alto                     |
| Población Talangueña               | 7          | 10      | 8.5      | Alto                     |

Las matrices empleadas permiten identificar el nivel de interés e influencia que tienen los interesados a lo largo del proyecto. Consecuentemente esta información permitirá al Director de proyecto conocer la magnitud del impacto que puede tener cada interesado en el desarrollo la finalización exitosa del proyecto.

### 6.11.2 Plan de Involucramiento de los Interesados

Una vez identificado el nivel de impacto de cada uno de los interesados es importante definir el nivel de participación para lograr con éxito satisfacer las expectativas de cada uno de ellos. Para controlar y gestionar el nivel de participación de los interesados se debe evaluar la participación de los interesados. La siguiente tabla refleja el nivel de participación de los interesados del proyecto.

**Tabla 26.** Involucramiento de Interesados

| Interesado                           | Participación actual |           |         |       |       | Estrategia | Importancia o impacto en el proyecto   |
|--------------------------------------|----------------------|-----------|---------|-------|-------|------------|--|
|                                      | Desconocedor         | Reticente | Neutral | Apoyo | Líder |            |  |
| <b>Alcaldía Municipal de Talanga</b> |                      |           |         |       | X, D  | A-B        | La Alcaldía Municipal de Talanga es el patrocinador y cliente del proyecto.  |
| <b>Tesorero Municipal</b>            |                      |           |         | X, D  |       | A-A        | La tesorería municipal es el área funcional de la municipalidad encargado del flujo de efectivo de los recursos financieros.           |
| <b>Recursos Humanos</b>              |                      |           |         | X, D  |       | A-A        | Recursos humanos estará encargado de la publicación de los pliegos de licitación y adquisición de los bienes o servicios del proyecto. |
| <b>DIMAS</b>                         |                      |           |         | X     | D     | B-A        | DIMAS es el área funcional cuya operatividad del servicio de recolección será optimizada mediante la implementación del proyecto.      |

|   |  |  |      |  |  |     |  |
|---|--|--|------|--|--|-----|--|
| <b>Consultor 1</b>                        |  |  | X, D |  |  | B-B | Profesional seleccionado para el diseño de las rutas u Horario de brigadas de recolección.   |
| <b>Consultor 2</b>                        |  |  | X, D |  |  | B-B | Profesional seleccionado para el desarrollo del estudio de composición y generación de residuos en los barrios piloto seleccionados. |
| <b>Concesionarias</b>                     |  |  | X, D |  |  | B-A | La empresa adjudicada será responsable de la entrega de los vehículos que cumpla con los requerimientos del proyecto.                |
| <b>Ferreterías</b>                        |  |  | X, D |  |  | B-A | Empresa encargada de proveer las herramientas, equipo y material necesario para el estudio de composición y generación.              |
| <b>Empresas de Productos Tecnológicos</b> |  |  | X, D |  |  | B-A | Empresa encargada de proveer equipo tecnológico para el proyecto.  |
| <b>Empresas consultoras</b>               |  |  | X, D |  |  | B-A | La empresa adjudicada será responsable de la selección de los consultores para los diferentes productos que requiere el proyecto.    |

|                             |  |   |  |   |   |     |   |
|-----------------------------|--|---|--|---|---|-----|---|
| <b>MiAmbiente+</b>          |  |   |  | X | D | B-A | Institución de gobierno central cuyo objetivo es promover el desarrollo sostenible del país a través de políticas, estrategias, proyectos y herramientas. |
| <b>Secretaría de Salud</b>  |  |   |  | X | D | B-A | Institución de gobierno central rectora en materia de salud en Honduras.  |
| <b>Patronatos</b>           |  |   |  | X | D | A-B | Son las organizaciones cuyo objetivo es organizar y velar por los intereses a nivel de barrios o colonias.  |
| <b>Población Talangueña</b> |  | X |  |   | D | A-B | Toda persona residente en el casco urbano de Talanga.   |

**X:** Estado Actual  
**D:** Nivel deseado

**Estrategia**

**A-A:** Gestionar de cerca

**A-B:** Mantener satisfecho

**B-A:** Informar

**B-B:** Monitorear

6.11.3 Gestión el Involucramiento de los Interesados

El involucramiento de los interesados será gestionado por el Directo del Proyecto tomando en consideración en análisis previo. El director de proyecto deberá llevar un registro de los cambios que surjan para la actualización del plan de involucramiento y el plan de gestión de comunicaciones respectivamente.

La aplicación de metodologías de gestión de proyectos permitió desarrollar el proceso de investigación a través de la aplicación de herramientas de mejora continua del proceso de recolección y transporte de los residuos sólidos. El ciclo PHVA facilitó el proceso de análisis de las causas y efectos de la ineficiencia en la recolección de los residuos sólidos que actualmente implementa la municipalidad.

Finalmente, en el capítulo de Aplicabilidad se emplean las buenas prácticas establecidas en la Guía del PMBOK para el desarrollo de la planificación del proyecto propuesto para satisfacer la necesidad identificada en la operatividad del tren de aseo de la municipalidad de Talanga.

## REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

*Administración de la calidad total.* (s. f.). 65.

Aguilar, J. A. A., & Zambrano, M. E. J. (2015). *Mejora del servicio de recolección de residuos sólidos urbanos empleando herramientas SIG: un caso de estudio.* 12.

*ArcGIS Help 10.2—What is ArcCatalog?* (s. f.). Recuperado 19 de septiembre de 2021, de

<https://resources.arcgis.com/en/help/main/10.2/index.html#/006m00000069000000>

Burrough, P. A., McDonnell, R. A., & Lloyd, C. D. (2015). *Principles of Geographical Information Systems.* OUP Oxford.

Chalkias, C., & Lasaridi, K. (2011). Benefits from GIS Based Modelling for Municipal Solid Waste Management. En S. Kumar (Ed.), *Integrated Waste Management—Volume I.* InTech. <https://doi.org/10.5772/17087>

*Compendio de leyes Ambientales.pdf.* (s. f.).

*Conceptos\_Cartograficos\_def.pdf.* (s. f.).

*Datos continuos y discretos—Ayuda | ArcGIS for Desktop.* (s. f.). Recuperado 19 de septiembre de 2021, de <https://desktop.arcgis.com/es/arcmap/10.3/manage-data/raster-and-images/discrete-and-continuous-data.htm>

*Desktop Help 10.0—Algoritmos utilizados por Network Analyst.* (s. f.). Recuperado 19 de septiembre de 2021, de <https://help.arcgis.com/es/arcgisdesktop/10.0/help/index.html#/004700000053000000>

Ghose, M. K., Dikshit, A. K., & Sharma, S. K. (2006). A GIS based transportation model for solid waste disposal – A case study on Asansol municipality. *Waste Management*, 26(11), 1287-1293. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2005.09.022>

- Gómez, I. C. (2000). *Saneamiento Ambiental*. EUNED.
- Ortegón, E., Pacheco, J. F., & Prieto, A. (2005). *Metodología del marco lógico para la planificación, el seguimiento y la evaluación de proyectos y programas*. Naciones Unidas, CEPAL, Inst. Latinoamericano y del Caribe de Planificación Económica y Social.  
<http://www.cepal.org/publicaciones/Ilpes/0/LCL2350P/manual42.pdf>
- Padilla, A. E. P., & Barahona, C. B. E. (s. f.). *Informe sobre la Situación Actual de la Gestión Integral de Residuos Sólidos en Honduras*. 223.
- Principios básicos de cartografía y cartografía automatizada*. (2003). UAEM.
- Raju, P. L. N. (s. f.). *FUNDAMENTALS OF GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEM*. 18.
- Riveiro—*FACULTAD DE POSTGRADO TESIS DE POSTGRADO REDUCIR E.pdf*.  
(s. f.).



## **ANEXOS**

### Investigación sobre el Servicio de Recolección y Transporte

#### **Entrevista**

Fecha: \_\_\_\_\_

Nombre del entrevistado: \_\_\_\_\_

Cargo/Función: \_\_\_\_\_

#### **Capacidades Operativas**

1. ¿Cuántas personas en total trabajan en el servicio de recolección (solamente los conductores y las personas que recogen la basura)?
2. ¿Con qué frecuencia se da el servicio (una vez a la semana, tres veces a la semana o cada quince días)?
3. ¿Qué horario tiene el servicio de recolección de basura? ¿Con qué frecuencia se modifica?
4. ¿Cuántos vehículos se utilizan en el servicio?
5. ¿Qué tipo de vehículos se utilizan?
6. ¿Cuál es la capacidad de recolección del vehículo?
7. ¿Cuánto combustible consume cada vehículo por recorrido?

#### **Funcionamiento Actual del Servicio**

1. ¿Cuántos barrios y colonias son atendidos con el servicio de recolección actual?
2. ¿Cuántas viviendas son atendidas con el servicio de recolección actual?
3. ¿Cuáles son los límites (área) del casco urbano?
4. ¿Qué tipo de conjuntos habitacionales se encuentran en el casco urbano?
5. ¿Cuántas rutas hay?
6. ¿Cuánto tiempo dura el recorrido de cada ruta?
7. ¿Cuál es la longitud del recorrido de cada ruta?
8. ¿Cuántos vehículos usan para la recolección?
9. ¿Qué tipo de vehículos usan?

## Investigación sobre el Servicio de Recolección y Transporte

### Entrevista

Fecha: \_\_\_\_\_

Nombre del entrevistado: \_\_\_\_\_

Cargo/Función: \_\_\_\_\_

1. ¿Cuánto tiempo ha laborado en la DGA?
  - a. ¿A lo largo del tiempo que usted ha laborado en la DGA, cuáles han sido las acciones institucionales más representativas respecto al GIRS?
2. ¿La DGA tiene una actualización en cuanto a la situación actual de la GIRS en Honduras?
3. ¿La DGA tiene conocimiento de cuántas municipalidades han empleado y/o implementado un Plan Director Municipal para la GIRS? O ¿Conoce los resultados que ha producido el desarrollo de esta herramienta?
4. A su criterio, ¿Qué aspectos son importantes al momento de planificar la recolección, almacenamiento y transporte de los residuos sólidos?
5. ¿Qué actividades deben incorporar los gobiernos municipales en la GIRS para mejorar la cobertura del servicio de recolección y transporte?
6. ¿Qué iniciativas tienen o tienen previstas a futuro para el fortalecimiento de los gobiernos municipales en materia de GIRS?
7. ¿Han contemplado alguna iniciativa en cuanto a la capacitación de los gobiernos locales en el uso de herramientas SIG para la planificación de la GIRS?
8. ¿Cuáles considera usted que sean los temas que deben ser abordados en forma de modificaciones en el marco regulatorio?